



Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Exactas

Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Trabajo Final de Grado

Usos y propiedades del yacón
(*Smallanthus sonchifolius*) como alimento
funcional y posible empleo como sustrato
para fermentar kefir de agua

Noemí Ailén Ledesma

Directora: Dra. Lina Ethel Merino

Co-Directora: Dra. Ana Florencia Moretti

Año 2022

Agradecimientos

- *A mis hermanas, por siempre estar conmigo.*
 - *A mi familia, por todo su apoyo.*
 - *A mis amigas de la facultad, especialmente a Irene, Bianca, Rosario y Eugenia, de quienes me llevo recuerdos hermosos y les agradezco su amor y paciencia.*
 - *A mis amigos de la vida, especialmente a Juan Cruz, Ignacio, Ricardo, Victoria, Mateo y Lucía, por siempre levantarme el ánimo y llenarme de risas.*
 - *A Juan, por acompañarme en esta última etapa de la carrera.*
 - *A Lina y Ana, por su paciencia, su buena predisposición y por saber guiarme.*
 - *A Ángela, por ser una excelente persona y educadora.*
 - *A las personas que participaron de la encuesta y más aún a las de las entrevistas, por regalarme su tiempo y formar parte de instancias enriquecedoras en muchos aspectos.*
 - *Al Estado argentino, que permitió mi acceso a una educación gratuita y de calidad, sin ello no estaría donde estoy.*
-

Resumen

El presente trabajo corresponde a un Trabajo Final de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Alimentos, necesario para alcanzar el título de grado. El mismo se inició en el contexto de la pandemia por Covid-19 y debido a ello es de tipo teórico, encontrándose enmarcado en el Programa de Extensión en Alimentos y Salud (PEAS-FCE-UNLP) y en un proyecto de investigación de la Universidad Nacional de Hurlingham (PIUNAHUR6). Consiste en explorar la posibilidad de desarrollar una bebida saludable empleando un tubérculo que crece en Argentina, el yacón, como sustrato para la fermentación con gránulos de kefir de agua. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica extensa sobre el posible sustrato, a la vez que se llevaron a cabo encuestas a la población y entrevistas a productores locales de kefir de agua.

Índice de contenidos

Capítulo 1: Introducción y metodología	1
1.1 Introducción	2
1.2 Hipótesis	5
1.3 Objetivos	5
1.4 Materiales y métodos	6
Capítulo 2: Alimentos funcionales	7
2.1 Definición de alimento funcional	8
2.2 Origen y legislación	8
2.3 Tipos de alimentos funcionales	9
2.3.1 Probióticos	9
2.3.2 Prebióticos	11
2.3.3 Sinbióticos	12
Capítulo 3: Kefir de agua	15
3.1 Introducción	16
3.2 Proceso de elaboración artesanal	17
3.3 Características del kefir de agua	17
3.3.1 Los gránulos	17
3.3.2 La bebida fermentada	18
3.4 Beneficios para la salud	19
3.5 Consumo de kefir de agua en la actualidad	20
3.6 Sustratos alternativos	21
3.7 Antecedentes de empleo de kefir con yacón	22
3.8 Discusión final	23
Capítulo 4: Yacón	24
4.1 Historia	25
4.2 Características del yacón	26
4.3 Formas tradicionales de consumo	29
4.4 Composición del yacón	29
4.5 Propiedades funcionales del yacón	32
4.6 Aplicaciones en la industria	35
4.7 Discusión final	37

Capítulo 5: Encuestas	39
5.1 Introducción	40
5.2 Metodología	40
5.3 Resultados	41
5.3.1 Rango etario	41
5.3.2 Conocimientos sobre kefir	42
I. Probiótico	42
<i>i. Análisis por rango etario</i>	44
II. Kefir	45
<i>i. Análisis por rango etario</i>	46
5.3.3 Conocimientos sobre yacón	47
I. Prebióticos	47
<i>i. Análisis por rango etario</i>	49
II. Yacón	49
<i>i. Conocimientos sobre yacón</i>	49
<i>a. Análisis por rango etario</i>	51
<i>ii. Consumo de yacón</i>	52
<i>a. Análisis por rango etario</i>	53
5.3.4 Potencial consumo de la bebida fermentada	53
5.3.5 Comentarios	54
5.3.6 Difusión de información	54
5.4 Discusión final	55
Capítulo 6: Entrevistas	56
6.1 Introducción	57
6.2 Metodología	57
6.3 Resultados	58
6.3.1 Tiempo de experiencia con el kefir	58
6.3.2 Formas de acceso a los gránulos y al conocimiento sobre el kefir	59
6.3.3 Tecnología del proceso de fabricación	60
I. Sustratos comúnmente empleados y explorados	60
II. Técnicas de elaboración de la bebida	60
III. Estrategias eliminación de residuos y prevención de contaminantes	61
IV. Estrategias de conservación y disposición de excedentes	62
6.3.4 Yacón como sustrato de fermentación de gránulos de kefir de agua	63
6.4 Discusión final	64

Capítulo 7: Conclusiones y perspectivas	65
7.1 Conclusiones	66
7.2 Perspectivas a futuro	67
Anexos	68
Anexo 1	69
Anexo 2	74
Anexo 3	78
Bibliografía	79
Referencias web	80
Bibliografía	80

Capítulo 1

Introducción y metodología

1.1 Introducción

Se define a los alimentos fermentados como todos aquellos alimentos que fueron modificados mediante una vía deseada por microorganismos o enzimas. Tales alimentos consisten en productos que se preparan a partir de materia cruda o tratada térmicamente y que, mediante un proceso en el que se incluyen microorganismos específicos, adquieren propiedades sensoriales características en cuanto a sabor, aroma, apariencia visual, textura y consistencia, además de aumentar su vida útil y dar mayor seguridad higiénica (Ramírez Ramírez y col., 2011).

Dentro de los alimentos fermentados, las bebidas fermentadas con bajo contenido o sin alcohol tienen una larga tradición y son apreciadas en muchas culturas por sus beneficios para la salud, siendo todas ellas de origen regional. Por ejemplo, los vegetales fermentados son un alimento importante de la dieta de los pueblos originarios de Latinoamérica y otras latitudes. Se elaboran empleando sustratos como cereales (arroz, maíz), tubérculos (mandioca), frutos (ágave, tuna, palma) y leguminosas (maní, frijoles), los cuales atraviesan fermentaciones espontáneas realizadas por levaduras, bacterias y hongos filamentosos que permiten obtener productos palatables y nutricionalmente seguros de naturaleza alcohólica y no alcohólica (Ferrari y col., 2020).

Los alimentos funcionales son aquellos cuyo consumo aporta más que sus nutrientes, al generar una mejora del estado de salud o disminución del riesgo de padecer enfermedades. Algunos de estos son alimentos fermentados, pero no todos los alimentos fermentados son alimentos funcionales ya que como condición mínima deben poseer componentes bioactivos con efectos benéficos demostrados sobre la salud (Leal, 2016).

Unos de los tipos de alimentos funcionales más apreciados son aquellos que contienen prebióticos como la inulina y poseen actividad antioxidante. Una fuente natural de estos es el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), un tubérculo que crece en zonas cálidas de la Cordillera de los Andes. Éste posee un alto valor comestible debido a su sabor dulce y textura que permiten su consumo en forma cruda, así como una amplia variedad de productos derivados, como harinas, jugos, purés y endulzantes. Las hojas secas se consumen como té (Choque Delgado y col., 2013), siendo Brasil y Japón los mayores productores del “té de yacón” (Seminario y col., 2003). Una característica de esta raíz es que, en contraste con otros cultivos tuberosos que tienen un gran contenido de almidón, el yacón contiene fructooligosacáridos, inulina y compuestos fenólicos que estimulan el crecimiento de bifidobacterias en el colon, mejoran la absorción de minerales, el

metabolismo gastrointestinal e influyen en la regulación del colesterol (Choque Delgado y col., 2013). Se ha demostrado también que el consumo de una solución de hojas de yacón genera un efecto hipoglucémico (Aybar y col., 2001), cumple una función en el tratamiento de problemas renales y como prebiótico (Lachman y col., 2003). Sus hojas y raíces se emplean en la zona del noroeste argentino por personas que padecen trastornos digestivos, renales y diabetes (Sánchez & Genta, 2007). También se ha determinado que la solución de yacón posee propiedades benéficas como reducción de la proliferación de tumores (De Moura y col., 2012) y reducción de daños en el ADN y de la proliferación celular (Almeida y col., 2015). Debido a todas estas propiedades, el yacón ha sido incluido dentro del Código Alimentario Argentino (CAA, 2013), en el Codex Alimentarius (2017) y en la categoría de alimentos funcionales (Choque Delgado y col., 2013). Según el CAA Artículo 840 - (Resolución Conjunta SPReI N° 169/2013 y SAGyP N° 230/2013), “Con el nombre de yacón, se entiende a la raíz tuberosa de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.”

La inclusión del yacón en la legislación demuestra la importancia de este tubérculo, aunque sólo recientemente se han realizado estudios integrales del género *Smallanthus* (Vitali, 2014; Vitali y Viera Barreto, 2014; Vitali y Katinas, 2015). En Argentina, crecen en forma natural dos especies: *S. macroscyphus* (Baker) en las Yungas (ecorregión caracterizada por ser selva nublada) del noroeste de Argentina y Bolivia, en Misiones y en el sudeste de Brasil y Paraguay; y la especie *S. connatus* (Sprengel), la cual crece en el este de Argentina. Mediante modelados climáticos se pudo determinar que es posible cultivar *S. connatus* en partidos de La Plata, como son Berisso y Ensenada (Cabrera y col., 2000; Vitali y col., 2015). Debido a los bajos requerimientos ecológicos para su desarrollo y a su fácil propagación, esta especie podría establecerse en áreas con deficiencias nutricionales donde pueda formar parte de las agriculturas familiares (Vitali y Katinas, 2015). Actualmente, el yacón se está propagando en la Biofábrica de la Universidad Nacional de Hurlingham (UNAHUR), como parte de los estudios enmarcados en el proyecto PIUNAHUR6 “Desarrollo de una bebida fermentada con gránulos de kefir a base de extracto de yacón para mejorar la situación nutricional en niños, niñas y adolescentes del municipio de Hurlingham” del que participan las directoras y la alumna tesinista que presenta este proyecto. En este contexto, se han desarrollado distintos protocolos de mejora de la obtención de plantines saneados del cultivo, realizando evaluación tanto en sistemas semi-sólidos como en el sistema de inmersión temporal (S.I.T.). A la fecha, se ha logrado satisfactoriamente establecer el cultivo *in vitro*, micropropagar los plantines, la aclimatación y rusticación de los mismos. Además, algunos ya han sido plantados en la zona oeste del Conurbano y en la Provincia de San Luis.

Se han realizado diversos trabajos empleando yacón como sustrato para la elaboración de diversos alimentos fermentados, como son vinagre (Hondo y col., 2000), yogur (Hisae y col., 1996; Vasconcelos 2010; Rodriguez Roldan, 2020) y vino (Brandão, 2013; Shrestha, 2015; Pokhrel, 2018; Pande y Rai, 2021). Adicionalmente, en la bibliografía se han reportado antecedentes de bebidas fermentadas empleando kefir y yacón.

Por otro lado, el kefir de agua es una bebida que se obtiene por fermentación de soluciones azucaradas mediante el uso de gránulos de kefir. Los mismos están formados por una microbiota compleja embebida en una matriz de polisacáridos, donde las diferentes especies microbianas conviven en forma simbiótica y son responsables de la fermentación ácido-alcohólica (Angulo y col., 1993; Garrote y col., 2001). Dentro de los grupos microbianos presentes en el gránulo, podemos mencionar las bacterias ácido lácticas (incluyendo los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Oenococcus* y *Leuconostoc*), bacterias ácido acéticas (incluyendo los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*) y levaduras (incluyendo los géneros *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, *Candida*, *Kloekera* y *Pichia*) (Pidoux, 1989; Pidoux y col., 1990; Gamba y col., 2019).

Se han determinado diferentes propiedades funcionales en esta bebida fermentada, incluyendo actividad antitumoral, antibacteriana, antioxidante e hipocolesterolémica, además de ser cicatrizante (Zamberi y col., 2016). Recientemente, se ha determinado que el producto fermentado con kefir a partir de diferentes sustratos (azúcar morena y melazas) presenta actividad inhibitoria sobre la enzima de conversión de la angiotensina, causante de la hipertensión (Gamba y col., 2019).

Adicionalmente, el kefir obtenido a partir de la fermentación de soluciones azucaradas puede ser un producto beneficioso para cierto tipo de consumidores como son los veganos, personas intolerantes a la lactosa, así como personas que poseen alergias a productos lácteos (Gamba y col., 2019). Los gránulos de kefir de agua pueden crecer en diversas soluciones azucaradas, incluyendo solución de sacarosa (10 % p/v + uno o dos higos secos y una rodaja de limón) (Gulitz y col., 2013; Marsh y col., 2013), azúcar morena (5–10 % p/v) (Magalhães y col., 2010; Fiorda y col., 2016; Gamba y col., 2019), melazas (6,5 % p/v) (Gamba y col., 2019) y miel (40 °Brix) (Fiorda y col., 2016). También se ha explorado la utilización de sustratos alternativos en la elaboración de bebidas fermentadas con gránulos de kefir, como por ejemplo jugos de zanahorias, hinojos, melones, cebollas, tomates y frutillas (Corona y col., 2016).

Por último, se debe mencionar que el uso potencial del yacón ha impulsado proyectos para su aprovechamiento en alimentación humana. Este trabajo final de carrera hace parte del Proyectos de Desarrollo Tecnológico y Social (PDTs) presentado a la UNAHUR convocatoria 2019, titulado “Obtención de una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua a base de solución de yacón para mejorar la situación nutricional de niños, niñas y adolescentes del municipio de Hurlingham”. En este marco, y a partir de los estudios que se han revisado, este estudio propone investigar las propiedades funcionales y nutricionales del yacón, así como la posible utilización de éste como sustrato para realizar una fermentación con los gránulos de kefir de agua.

1.2 Hipótesis

- De acuerdo a las características del yacón encontradas en bibliografía, sería posible encontrar investigaciones donde se estudie su empleo en diferentes aplicaciones, especialmente como sustrato para obtener una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua.
- Existe un interés en la producción y el consumo de alimentos fermentados de origen natural utilizando materias primas vegetales.
- En general, la población conoce el concepto “probiótico” y está dispuesto a consumirlo pero no conoce los “prebióticos” ni sus fuentes naturales.

1.3 Objetivos

El objetivo general del presente trabajo es analizar la información disponible sobre diferentes aspectos de la raíz tuberosa del yacón en diferentes elaboraciones, incluyendo fermentaciones. También hace parte de este trabajo el investigar sobre el conocimiento de la población relacionado a alimentos funcionales mediante el empleo de encuestas. Y, a su vez, se busca explorar el potencial del yacón como sustrato en bebidas fermentadas con gránulos de kefir de agua mediante encuestas a productores locales de kefir. Los objetivos específicos son:

- Realizar una búsqueda bibliográfica sobre el yacón con énfasis en sus formas de consumo y propiedades.
- Explorar el conocimiento de una población de interés respecto al yacón y el kefir de agua.

- Analizar el potencial del yacón como posible sustrato en bebidas fermentadas con gránulos de kefir de agua mediante encuestas a productores locales.
- Recopilar información orientada a la factibilidad de producir una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua empleando yacón como sustrato.

1.4 Materiales y métodos

El presente estudio se ocupa de recuperar información en torno a alimentos funcionales y, especialmente, sobre yacón y la producción de kefir de agua. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica de manera virtual empleando motores de búsqueda académicos y de referencia en el área, principalmente Google Scholar, Scopus y PubMed, así como repositorios digitales de universidades e instituciones nacionales como los pertenecientes a UNLP, CONICET y CIC. También se identificaron artículos adicionales a partir de referencias halladas en los trabajos recopilados. Las palabras claves utilizadas fueron “alimento fermentado, producto probiótico, alimento probiótico, alimentos fermentados, kefir de agua, prebióticos y yacón”. Esta búsqueda se realizó con el objetivo final de evaluar la factibilidad de producir una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua empleando yacón como sustrato.

Para explorar el conocimiento de la población respecto a los probióticos y prebióticos en general, se realizó una encuesta virtual mediante Formulario de Google, la cual se distribuyó mediante un link en redes sociales como WhatsApp, Instagram y Facebook. Se diseñó una encuesta estructurada de manera estandarizada con preguntas claras que generaran respuestas concretas (Bechhofer y Paterson, 2000). Se preguntó a los encuestados sobre sus conocimientos sobre el yacón y el kefir de agua, específicamente sobre la frecuencia y formas de consumo, así como el medio por el que descubrieron su existencia, cual se puede ver en el Anexo 1.

Para el análisis del uso del yacón como sustrato se realizaron entrevistas de tipo cualitativas estandarizadas abiertas y profesionales (Patton, 1990; Millar y col, 1992) a tres productores locales de kefir de agua. Las mismas fueron de manera virtual empleando Google Meet como plataforma de contacto y también para grabar las reuniones en todos los casos, que posteriormente fueron analizadas para su incorporación en el presente trabajo. En ellas se consultó a los productores sobre temas relacionados con su experticia en cada etapa de la producción de bebida fermentada con gránulos de kefir de agua y conocimiento sobre yacón, con el fin de alcanzar los objetivos de este trabajo.

Capítulo 2

Alimentos funcionales

2.1 Definición de alimento funcional

La Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) en el año 2002 definió a los alimentos como “toda sustancia natural o procesada que se ingiere con el fin de satisfacer la incorporación de los nutrientes para el mantenimiento de las funciones vitales del organismo”; mientras que define a los alimentos funcionales como aquellos que son “capaces de aportar sustancias con funciones fisiológicas definidas, brindando beneficios para la salud de quien los consume”. Esto establece un vínculo entre la alimentación y el estado de salud que va más allá de la nutrición. El concepto de alimento funcional no está definido aún de forma consensuada en la comunidad científica; una definición más general establece a un alimento funcional como “aquellos alimentos naturales o procesados que, además de satisfacer las necesidades nutricionales básicas, proporcionan beneficios para la salud o reducen el riesgo de padecer enfermedades” (Leal, 2016).

2.2 Origen y legislación

Se utilizó por primera vez el término “alimento funcional” en Japón a principios de los años 80, con el inicio de la comercialización de alimentos formulados especialmente para cumplir con una función de salud o, como se los categorizó, Foods for Specified Health Uses (FOSHU). Desde entonces, el término se ha extendido hacia el resto del mundo, adoptando diferentes criterios para la inclusión o no de ciertos alimentos en la categoría de alimentos funcionales según normativas regionales. En Argentina, para que un alimento pueda ser considerado como funcional debe cumplir con las siguientes condiciones:

1. Ocasionar un beneficio en la salud del consumidor.
2. Demostrar los beneficios saludables obtenidos del consumo del alimento funcional.
3. Existir una cantidad mínima definida de ingesta diaria para alcanzar el beneficio esperado.
4. No ocasionar ningún efecto dañino al ingerir una cantidad mayor a la necesaria para el efecto beneficioso.
5. Ser consumido en la dieta habitual como cualquier alimento tradicional.
6. Indicar en su rotulación la presencia del ingrediente bioactivo y la cantidad en que se encuentra.
7. Existir una metodología analítica que permita identificar y cuantificar el agente bioactivo.

8. Demostrar las propiedades saludables del alimento funcional luego de su consumo a través de biomarcadores de efecto.

Esto quiere decir que este tipo de alimentos deben contener, necesariamente, al menos un componente bioactivo que lo vuelva funcional en cantidades suficientes, y cuyos beneficios concretos al cuerpo humano se encuentren determinados.

La búsqueda de alimentos funcionales ha despertado el interés no solo de la comunidad científica sino también del público, el cual desea alcanzar o mantener un estado nutricional saludable y reducir el riesgo o retrasar la aparición de enfermedades. Debido a esto se ha creado un escenario de mayor demanda de este tipo de productos, lo que lleva a un consecuente desarrollo de nuevos productos por parte de la industria alimentaria.

2.3 Tipos de alimentos funcionales

Entre los componentes bioactivos que pueden otorgar funcionalidad a un alimento se encuentran vitaminas, antioxidantes, minerales, ácidos grasos, probióticos, prebióticos y sinbióticos. En este apartado nos centraremos en los últimos tres mencionados.

2.3.1 Probióticos

Los probióticos son “microorganismos vivos que, al administrarse en cantidades adecuadas, confieren un beneficio a la salud del huésped” (Organización Mundial de Gastroenterología, 2008). Esta función positiva desempeñada por algunos microorganismos fue observada por primera vez por el pediatra francés Henry Tissier y el investigador Eli Metchnikoff, quienes delimitaron el empleo del término probiótico a los productos que contienen microorganismos vivos e indicaron la necesidad de proporcionar una dosis apropiada de los mismos para obtener los efectos deseados (FAO/OMS, 2006).

Entonces, un alimento funcional probiótico (o simplemente denominado probiótico) es aquel que posee microorganismos que al ser consumidos en cantidades adecuadas, como parte de una dieta normal, ejercen efectos beneficiosos para la salud del individuo. Esta cantidad varía de un país a otro en función de su legislación, generalmente se encuentra en el rango de 10^6 a 10^8 UFC/g. Actualmente, diversas cepas de probióticos están disponibles comercialmente en preparaciones a base de leche, productos fermentados o en fórmula deshidratada, como son yogur, chucrut y kefir.

El consumo de probióticos se asocia a diferentes beneficios en la salud, siendo el principal la capacidad de inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos y de modular la microbiota intestinal por medio de la exclusión competitiva (Saad y col., 2013). También producen una reducción de los niveles de colesterol, disminución de la constipación, aumento de la absorción de minerales, modulación del sistema inmune, efectos anticancerígenos y antihipertensivos, entre otros (Swain y col., 2014; Sybesma y col., 2004; Istrati y col., 2018).

Los microorganismos que se emplean como probióticos incluyen principalmente bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, aunque también lo son algunas cepas de *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Propionibacterium*, *Bacillus* y *Escherichia*. Además, a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se la incluye en esta categoría.

En Argentina, para que una cepa pueda ser utilizada como ingrediente probiótico para alimentos debe cumplir con el protocolo de Evaluación de un Probiótico como ingrediente para Alimentos (CAA, 2011), el cual establece como requisitos mínimos la identificación de la cepa (Género/especie/ subespecie), su caracterización *in vitro* e *in vivo* (debe resistir la digestión gástrica, a bilis y a lisozima), ensayos *in vitro* e *in vivo* que demuestren el o los efectos probióticos adjudicados (debidamente documentados y respaldados) y que sea seguro (que no sea resistente a antibióticos, carezca de actividad hemolítica y no produzca toxinas).

Dentro del mercado saludable en auge se encuentra el interés hacia los productos “libres de” lactosa y colesterol, basado en un cambio de hábito que limita el consumo de productos de origen animal. En una revisión, De Bellis y col. (2021) informan que “...las matrices a base de plantas son sustratos aptos para albergar y distribuir poblaciones microbianas debido a su riqueza en nutrientes, fibras, vitaminas, minerales y fitoquímicos bioactivos dietéticos. Los datos disponibles indican que las propiedades intrínsecas de promoción de la salud de diversas matrices de origen vegetal pueden explotarse y mejorarse con éxito desarrollando una asociación eficaz con probióticos, cuya actividad beneficiosa podría a su vez mejorarse y modularse mediante componentes del vehículo de origen vegetal.”. A su vez, la preferencia por los productos probióticos de origen vegetal se puede deber también al creciente interés en una dieta basada en plantas, impulsado por motivaciones medioambientales.

2.3.2 Prebióticos

El Código Alimentario Argentino incorporó en el año 2012 la definición de prebiótico como un “ingrediente alimentario o parte de él (no digerible) que posee un efecto benéfico para el organismo receptor, estimulando el crecimiento selectivo y/o actividad de una o de un número limitado de bacterias en el colon y que confiere beneficios para su salud”. De esta definición se entiende que son sustancias que forman parte de los alimentos, que promueven selectivamente a bacterias benéficas del colon y, al ser no digeribles, son por lo tanto fibras dietéticas.

El concepto de prebiótico se determinó por primera vez en el año 1995 y se construyó sobre el concepto de probiótico (Gibson y Roberfroid, 1995). Se diferencian de éstos en que los probióticos emplean microorganismos vivos y los prebióticos son sustancias no viables que sirven como sustratos para los microorganismos beneficiosos albergados por el huésped, ya sean las cepas probióticas administradas como los microorganismos autóctonos (residentes).

Esta definición fue ampliada en el año 2016 por la Asociación Científica Internacional de Probióticos y Prebióticos (ISAPP), donde se reunieron un grupo de expertos para consensuar este término como “un sustrato que es utilizado selectivamente por los microorganismos del huésped que confiere un beneficio para la salud”. De esta forma, se amplía el concepto al incluir sustancias que no son carbohidratos, abarcando aplicaciones en sitios del cuerpo distintos del tracto gastrointestinal y se lo incluye en diversas categorías además de los alimentos (Gibson y col., 2017).

Aunque se ha informado de un gran número de carbohidratos fermentables que poseen efecto prebiótico, existe evidencia científica de las propiedades benéficas del consumo de fructanos de tipo inulina, fructooligosacáridos (FOS), galactooligosacáridos (GOS), lactulosa y oligosacáridos de leche humana (HMO) (Gibson y col., 2010; Rastall, 2010; Lamsal, 2012; Corzo y col., 2015). Actualmente, existen en fase de estudio compuestos denominados “prebióticos emergentes”, entre los que se incluyen los α -galactósidos, el almidón resistente, pecto-oligosacáridos (POS) y prebióticos no carbohidratos como los polifenoles. La mayor parte de los prebióticos son fibras dietarias solubles, y difieren de la mayoría de las fibras dietéticas, como las pectinas, la celulosa y los xilanos, en que estos fomentan el crecimiento de una amplia variedad de microorganismos intestinales mientras que los prebióticos sólo los de ciertos microorganismos benéficos.

En la naturaleza existen múltiples fuentes de oligosacáridos no digeribles. Estos pueden ser de origen animal, como la leche (materna y de vaca), el calostro, la miel de abeja; origen vegetal, como la cebolla, ajo, alcachofa, puerro, remolacha, tomate y espárragos; de frutas, como la banana; de cereales, como la cebada, trigo y centeno; de leguminosas, los frijoles, lentejas y soja; y de caña de azúcar y derivados, como jugo de caña de azúcar, melazas y bagazo (Castañeda y del Monte-Martínez, 2014).

Los efectos fisiológicos benéficos asociados al consumo de prebióticos se deben a su capacidad para modular la microbiota intestinal, los cuales pueden ser ejercidos no sólo en el colon, sino también en todo el organismo, contribuyendo a reducir el riesgo de padecer ciertas enfermedades intestinales o sistémicas. Se han demostrado efectos favorables en la reducción de tránsito intestinal, la disminución de índice glucémico y el incremento en el número de deposiciones fecales (EFSA, 2010; EFSA, 2014; EFSA, 2015). También hay evidencia de que ayudan con el estreñimiento funcional, y el síndrome intestino irritable, enfermedades inflamatorias intestinales, la prevención de la diarrea asociada a *Clostridium difficile*, en el tratamiento de la encefalopatía hepática, prevención del cáncer de colon, en hipercolesterolemia y la absorción de calcio en el intestino delgado o el colon (Castañeda y del Monte-Martínez, 2014; Guarner y col., 2017).

Según la legislación Argentina (CAA, 2012), para que un compuesto pueda ser utilizado como ingrediente prebiótico en alimentos debe cumplir con el protocolo de Evaluación de un Prebiótico como ingrediente para Alimentos, la cual tiene como requisitos mínimos la identificación del compuesto (nombre químico, características fisicoquímicas, descripción, fuente u origen, pureza y contaminantes), caracterización del prebiótico (debe poseer resistencia a la acidez gástrica, a la hidrólisis por enzimas y a la absorción intestinal, ser fermentado por microbiota intestinal y estimular selectivamente a los microorganismos benéfico), ensayos *in vitro* e *in vivo* que demuestren el o los efectos prebióticos adjudicados (debidamente documentados y respaldados) y no ser riesgoso para la salud (mediante ensayos de toxicidad aguda, subaguda y crónica debidamente documentados y respaldados).

2.3.3 Sinbióticos

Inicialmente, los sinbióticos eran definidos como una mezcla de probióticos y prebióticos; esta definición suprimía la innovación de los sinbióticos que están diseñados para funcionar de manera cooperativa, a la vez que presentaban dificultades con el requerimiento de que cada componente cumpla con los requisitos de evidencia y dosis para

probióticos y prebióticos individualmente. Por ello, en mayo del año 2019, la ISAPP convocó a un panel de expertos, el cual actualizó la definición de sinbiótico a "una mezcla que comprende microorganismos vivos y sustratos utilizados selectivamente por los microorganismos del huésped que confieren un beneficio para la salud del mismo" (Swanson y col., 2020).

Adicionalmente, el panel diferenció un sinbiótico complementario de uno sinérgico. Un sinbiótico complementario es un alimento que no ha sido diseñado para que sus componentes funcionen de manera cooperativa y debe estar compuesto por un probiótico más un prebiótico. Debe poder demostrarse efectos benéficos en el huésped pero no requiere de una evaluación de utilización selectiva ya que se toma la del prebiótico que se está empleando para elaborarlo. En cambio, un sinbiótico sinérgico es aquel cuyo sustrato está diseñado para ser utilizado selectivamente por los microorganismos coadministrados, por lo que debe demostrar tanto su utilización selectiva probiótico/prebiótico específicas como los beneficios que su consumo aportaría al huésped.

Aunque en nuestro país la legislación alimentaria no reconoce el término sinbiótico ni lo regula, la ISSAP recomienda que para que un alimento sea reconocido como sinbiótico debe caracterizarse para garantizar la seguridad y un rendimiento constante y apropiado del alimento. Los componentes microbianos vivos del sinbiótico deben tener una secuencia del genoma disponible públicamente, de manera de poder evaluar en busca de cualquier gen que presente problemas de seguridad (por ejemplo, producción de toxinas o resistencia a los antibióticos transferible), deben nombrarse utilizando la nomenclatura taxonómica actual y llevar una designación de cepa rastreable; y, por último, deben depositarse en una colección de cultivo internacional reconocida que permita el acceso de los científicos para realizar investigaciones. En cuanto al prebiótico, su estructura y pureza deben indicarse y caracterizarse mediante análisis químicos apropiados. Este proceso incluye pruebas de microorganismos y otros contaminantes según las normas reglamentarias del país de venta.

En la Figura 2.1 se listan algunos efectos del consumo de probióticos y prebióticos, así como se esquematiza la relación entre probiótico, prebiótico y sinbiótico.

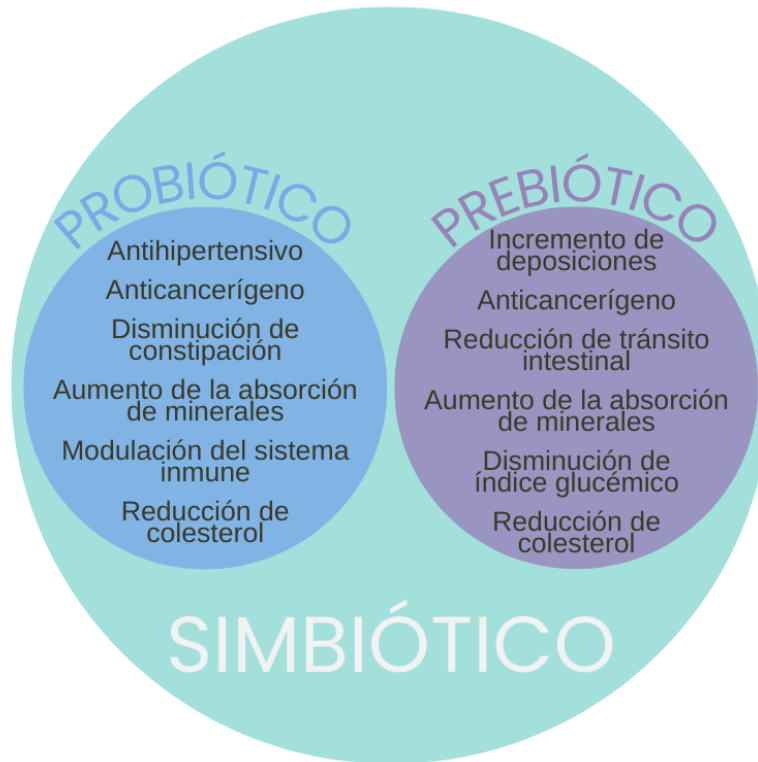


Figura 2.1. Representación esquemática de los beneficios de probiótico, prebiótico y sinbiótico

Se han realizado numerosos ensayos controlados aleatorios en humanos, desde individuos sanos hasta aquellos con enfermedades agudas y crónicas, para examinar los beneficios para la salud de formulaciones sinbióticas. En estos estudios se emplearon mayormente bacterias de los géneros *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Streptococcus* dentro de las formulaciones probadas. Los componentes del sustrato suelen ser GOS, inulina o FOS, en diversas dosis. Se encontró evidencia benéfica de su consumo frente a la diabetes (Mahboobi y col., 2018; Nikbakht y col., 2018), sobrepeso y obesidad (Krumbeck y col., 2018; Hadi y col., 2020), enfermedad del hígado graso no alcohólico (Sharpton y col., 2019; Hadi y col., 2019), el síndrome del intestino irritable (Ford y col., 2018), las infecciones quirúrgicas (Kasatpibal y col., 2017; Skonieczna-Zydecka y col., 2018), la enfermedad renal crónica (Pisano y col., 2018; McFarlane y col., 2019) y la dermatitis atópica (Chang y col., 2016). A pesar de estos resultados, la evidencia de un beneficio para la salud no es en sí misma suficiente para llamar a una formulación de probióticos y prebióticos como “sinbiótico”, ya que también se debe generar evidencia concomitante de utilización selectiva por la microbiota endógena (sinbiótico complementario) o el microorganismo vivo coadministrado (sinbiótico sinérgico).

Capítulo 3

Kefir de agua

3.1 Introducción

El kefir de agua es una bebida artesanal que se prepara a partir de la inoculación con gránulos de kefir de una solución azucarada (con la adición opcional de frutos deshidratados), los cuales se fermentan a temperatura ambiente durante uno o dos días. De esta manera se produce una bebida carbonatada, acidificada, con bajo contenido de azúcar y ligeramente alcohólica.

La bebida fermentada, filtrada y sin gránulos se conoce como “kefir de agua”, “kefir azucarado” o “acquakefir”, entre otros nombres regionales, y es el producto que finalmente se consume. Los gránulos son denominados gránulos de kefir de agua (para diferenciarlos de los de kefir de leche) y tienen un aspecto gelatinoso y translúcido, de amarillento a marrón, con formas y tamaños irregulares que van desde milímetros hasta unos pocos centímetros (Neve y Heller, 2002). Están formados por una matriz de polisacáridos, compuesta principalmente por dextrano, donde los microorganismos están embebidos (Pidoux y col., 1988; Fels y col., 2018; Coma y col., 2019). Estos microorganismos coexisten simbióticamente en los gránulos y algunos de ellos pueden pasar hacia la fase líquida. Por acción de los mismos, los gránulos de kefir de agua se auto-reproducen, obteniéndose cada vez más biomasa en los sucesivos pasajes.

Aún no se ha determinado la procedencia de los gránulos, aunque hay diversos informes que indicarían diferentes orígenes posibles (Waldherr et al., 2010), pero no hay evidencia arqueológica de los mismos. Los reportes más antiguos lo datan en Europa Central, donde Beijerinck (1889) los describe asociados a las plantas de jengibre que los soldados británicos trajeron consigo cuando terminó la Guerra de Crimea en 1855. Por otro lado podría ser procedente de México, donde Lutz (1899a,b) describió una comunidad microbiana denominada “tibi”, originada en las hojas y frutos de un cactus, el nopales (*Opuntia sp.*).

Respecto a su microbiota, en general está formada por bacterias ácido lácticas (BAL), bacterias ácido acéticas (BAA), levaduras y, en ciertos casos, bifidobacterias (Laureys y De Vuyst, 2017; Verce y col., 2019; Pendón y col., 2021). Las BAL de tipo *Lactobacillus* son el género predominante (Gulitz y col., 2011; Laureys y col., 2014).

El producto fermentado posee propiedades antitumorales, antimicrobianas, antioxidantes, hipocolesterolémicas e inhibitorias de la enzima de conversión de la

angiotensina (relacionada con la hipertensión), demostradas *in vitro* (Zamberi y col., 2016; Gamba y col., 2019).

3.2 Proceso de elaboración artesanal

En este proceso, los gránulos de kefir de agua se agregan directamente a la solución azucarada preparada con agua potable o mineral y se incuban a temperatura ambiente. Una vez finalizada la fermentación, los gránulos se separan del medio por filtración a través de un tamiz o colador, se lavan, se secan suavemente y se mantienen en un tanque de enfriamiento para la siguiente inoculación (Güzel-Seydim y col., 2000; Otles y Çağındı, 2003). Una vez filtrada la bebida fermentada, se almacena a 4°C y ya está lista para su consumo y/o distribución. Luego de envasado el kefir, la fermentación continúa aunque más lentamente debido a los microorganismos presentes. La vida útil del producto envasado aún no se ha definido, aunque podría relacionarse con la viabilidad de los microorganismos y con las características organolépticas del producto fermentado, las cuales van cambiando a lo largo de la fermentación.

3.3 Características del kefir de agua

3.3.1 Los gránulos

Como se dijo anteriormente, los gránulos de kefir de agua constituyen un complejo ecosistema simbiótico de microorganismos, los cuales llevan a cabo una fermentación ácido-alcohólica, inmersos en una matriz de exopolisacárido producido por las mismas bacterias, que es completamente insoluble en agua.

De los grupos microbianos presentes en el gránulo de kefir de agua las BAL son principalmente del género *Lactobacillus sp.*, *Lactococcus sp.*, *Leuconostoc sp.* y *Streptococcus sp.*, y se encuentran en concentración de 10^7 - 10^8 UFC/g de gránulo. En cuanto a las BAA, suelen estar en concentraciones de 10^6 - 10^7 UFC/g de gránulo, siendo más frecuente hallar del tipo *Acetobacter* y *Gluconobacter*. Las levaduras en general se encuentran presentes en concentración de 10^6 - 10^7 UFC/g de gránulo, y constituyen un grupo extremadamente diverso. Hay principalmente levaduras de los géneros *Saccharomyces sp.*, *Kluyveromyces sp.*, *Candida sp.*, *Kloeckera* y *Pichia*, las cuales contribuyen a la formación de precursores de aroma y sabor durante los procesos de fermentación y maduración. Se ha informado que la población de BAL supera a la de

levaduras (Pidoux, 1989; Pidoux y col., 1990; Franzetti y col., 1998; Galli y col., 1995; Neve y Heller, 2002; Gamba y col., 2019; Fiorda y col., 2017) También se ha demostrado que el origen geográfico del gránulo determina el perfil microbiano. Por ejemplo, en el caso de las levaduras, algunos estudios mostraron que la población de levaduras predominante es *S. cerevisiae* sobre *K. marxianus* (Lu y col., 2014); mientras que en otros trabajos *S. cerevisiae* ha sido la población secundaria, siendo *Zygorulasporea florentina* la dominante (Gulitz y col., 2011).

En el caso de BAL, se ha reportado el dominio de *Lb. hordei* y *Lb. nagelii* y una microbiota secundaria formada por *Leuconostoc mesenteroides* y *Ln. citreum* en gránulos de kefir de agua (Gulitz y col., 2011). Utilizando un enfoque combinado de métodos de cultivo dependientes e independientes, se informó el predominio de *Ln. mesenteroides* en kefir de agua fermentado con azúcar mascabo, seguido de *Lb. hordei* y *Lb. mali* en niveles más bajos (Hsieh y col., 2012). Se debe tener en cuenta que pueden existir variaciones en los microorganismos que se encuentran en un mismo gránulo a lo largo de sucesivas fermentaciones utilizando el mismo sustrato o diferentes, debido a que los niveles de etanol o ácido acético en el medio de fermentación y la tolerancia de los microorganismos a éstos, influyen en las especies dominantes de las posteriores fermentaciones (Gamba y col., 2019, 2021).

3.3.2 La bebida fermentada

Con respecto a las características organolépticas del kefir de agua, es una bebida con cierto grado de turbidez y carbonatación, afrutada, ácida, agria, y con bajo contenido alcohólico. En cuanto a la composición del producto fermentado, puede verse afectada por la naturaleza química de los sustratos utilizados y, en consecuencia, puede también influir en las características químicas y sensoriales de la bebida final. El valor de la acidez final está relacionado con la actividad de los microorganismos, la cual depende de la temperatura, el sustrato utilizado, el tiempo de fermentación y la proporción de gránulos con los que se inocula el agua azucarada (Caro Velez y León Peláez, 2015). El producto fermentado durante 24 h a 20 °C posee un pH cercano a 4, una acidez titulable de 0,07 g/100ml y los sólidos solubles totales tienen un valor de 4,1 °Brix (Magalhães y col., 2010). Contiene principalmente ácido láctico, seguido de ácido acético y etanol. Se ha determinado que la concentración de etanol en kefir de agua varía entre 0,03 y 0,05% v/v, donde los obtenidos a partir de azúcar moreno, melaza y melaza de alta tecnología contienen 0,028%, 0,05% y 0,03% v/v de etanol, respectivamente (Gamba y col., 2019). Debido a estas bajas

concentraciones de etanol, el kefir de agua es apto para consumo de toda la población. La cantidad de etanol puede variar hasta un 3% v/v cuando se añaden sustratos con azúcares adicionales, como son zanahorias, melones o frutillas (Corona y col., 2016). Además, el contenido de sacarosa disminuye a las 24hs (en fermentación a 20 °C) hasta el 50% del valor inicial, mientras que el contenido de glucosa y fructosa aumenta (Magalhães y col., 2010). Durante la fermentación también se libera un exopolisacárido al medio, producto del metabolismo de las bacterias, el cual ha sido identificado como un levano (polímero de fructosa) (Fels y col., 2018).

3.4 Beneficios para la salud

Los beneficios para la salud debido a la ingesta de kefir de agua se sustentan empíricamente en siglos de consumo por parte de los humanos. Se ha encontrado amplia evidencia científica y, recientemente, se publicaron investigaciones muy completas, que incluyen el estudio de la actividad biológica de esta bebida (Gamba y col., 2019; Egea y col., 2020; Lynch y col., 2021; Pendón y col., 2021). Dentro de las propiedades funcionales comprobadas del kefir de agua se puede mencionar el efecto inmunomodulante (Calatayud y col., 2021), antihipertensivo (Gamba y col., 2019), antioxidante (Alsayadi y col., 2013; Fiorda y col., 2016b; Darvishzadeh y col., 2021), antitóxico (Kumar y col., 2021), antitumoral (Zamberi y col., 2016), hepatoprotector (Aspiras y col., 2015), hipocolesterolémico (Rocha-Gomes y col., 2018), hiperglicémico y antihiperlipídico (Alsayadi y col., 2014; Koh y col., 2018), efecto antiedematoso (Moreira y col., 2008), antiinflamatorio (Diniz y col., 2003), antiulcerogénico (Rodrigues y col., 2016), cicatrizante (Moreira y col., 2008) y otras actividades biológicas (Fiorda y col., 2017; Bueno y col., 2021; Lynch y col., 2021; Pendon y col., 2021). Además, diversos microorganismos con potencial probiótico han sido aislados de gránulos de kefir de agua o de la bebida fermentada (Magalhães y col., 2010; Soccol y col., 2010; Gultiz y col., 2011; Laureys y De Vuyst, 2014; Zavala y col., 2016; Romero-Luna y col., 2020).

A su vez se ha encontrado que posee actividad antimicrobiana comprobada frente a diversas especies de microorganismos patógenos, como *Streptococcus pyogenes*, *S. salivarius*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella tiphymurium*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* y *Candida albicans* (Golowczyc y col., 2007; Rodrigues y col., 2005). También, Silva y col. (2009) encontraron que el producto de la fermentación con agua azucarada produjo la inhibición de *C. albicans*, *S. typhi*, *Shigella sonnei*, *S. aureus*, y *E. coli*, en algunos casos con un efecto mayor al obtenido con los

productos antimicrobianos comúnmente utilizados. Distintos autores han relacionado la capacidad antimicrobiana con la presencia de ácidos orgánicos débiles como los ácidos acético y láctico (Caro Vélez y León Peláez, 2015; Gamba y col., 2015; Fiorda y col., 2016a).

Entonces, estos beneficios para la salud podrían atribuirse a los microorganismos presentes o a sus metabolitos (ácidos orgánicos y oligosacáridos, entre otros), así como también al efecto sinérgico debido a la presencia simultánea de ambos. Además, estos constituyentes podrían ser los causantes de la actividad biológica, generada por acción directa o indirecta, a través de la estimulación de la microbiota intestinal (Simonelli y col., 2021).

3.5 Consumo de kefir de agua en la actualidad

El consumo de kefir de agua, como el de muchas otras bebidas fermentadas, ha aumentado en los últimos años respaldado por numerosos estudios científicos, los cuales han documentado que esta bebida es una fuente de microorganismos probióticos y metabolitos con beneficios potenciales para la salud (Laureys y De Vuyst, 2014; Zavala y col., 2016; Romero-Luna y col., 2020; Lynch y col., 2021), así como también posee dentro de sus ventajas el que es apto para consumidores veganos y/o intolerantes a la lactosa (Güzel-Seydim y col., 2021).

Entre los países con mayor consumo de kefir de agua se encuentran Estados Unidos, México y Canadá, en América del Norte; Francia, Grecia, Turquía, Rumania, Rusia, Reino Unido, Bélgica, Países Bajos, Noruega, Suecia, España y Portugal en Europa; y Brasil, Chile, Perú y Argentina en América Latina (Sarkar, 2007; Zhou y col., 2009; Fiorda y col., 2017). En otros países de Centro y Sudamérica, si bien no se encuentran reportes sobre su consumo, éste también se está extendiendo. En Argentina, por ejemplo, existen proyectos de investigación y extensión que divulgan el consumo del kefir; y productores de kefir de agua de la Provincia de Buenos Aires, indican que desde el año 2020 aumentó la demanda y consumo de dicha bebida por parte de la población, lo cual les obligó a escalar los volúmenes de producción (Quiñoy y Espósito, 2021). De hecho, las tendencias globales de los consumidores, como el consumo saludable y ético, están impulsando la tecnología de fermentación y la industria en todo el mundo (Terefe, 2022). Estudios de mercado correlacionan el aumento del consumo de kefir de agua con una mayor conciencia de los consumidores sobre los beneficios de la fermentación y con el conocimiento de que los probióticos pueden incluirse en una variedad mucho más amplia de alimentos (Lynch y col.,

2021). En todo el mundo, las personas están cada vez más alertas a la relación entre la nutrición y la salud, y los términos “probiótico” y “prebiótico” comienzan a ser utilizados por los consumidores. Este punto es analizado en el Capítulo 5 del presente trabajo. Se espera que el tamaño del mercado de productos “sinbióticos” sea testigo de un crecimiento significativo en los próximos 5 años (Cosme y col., 2022; Referencia web 1). El interés por este tipo de alimento se puede ver reflejado en el tamaño del mercado mundial de kefir de leche, el cual fue de \$1,23 billones en 2019 y se proyecta que alcance los \$1,84 billones para 2027 (Referencia web 2).

3.6 Sustratos alternativos

Se ha utilizado una gran variedad de sustratos para preparar kefir de agua. En Argentina, los gránulos son agregados a soluciones azucaradas que se elaboran empleando azúcares no refinados como las melazas del jugo de caña de azúcar o el azúcar rubio (mascabado o “mascabo”) como sustrato. Generalmente, también se adicionan higos o rodajas de limón (Ward, 1892; Lutz, 1899a, b; Gulitz, y col., 2011; Laureys y De Vuyst, 2014).

Se han empleado sustratos alternativos con el fin de lograr bebidas funcionales con diferentes características sensoriales, debidas a los diversos compuestos metabólicos formados (Fiorda y col., 2017). Se ha descrito la adición de frutas y verduras como zanahoria, hinojo, melón, cebolla, tomate y frutilla (Corona y col., 2016), en donde se evaluó la permanencia de las propiedades beneficiosas para la salud, provenientes tanto del vegetal como del kefir, y se estudió la aceptación por parte de consumidores potenciales, quienes prefirieron las bebidas de zanahoria y tomate por sobre las demás. Koh y col. (2018) emplearon calabaza como sustrato para fermentar kefir, logrando una buena aceptabilidad general y una alta viabilidad de los microorganismos característicos de la bebida.

Recientemente, se han realizado diversos trabajos empleando otros sustratos, tales como extracto de coco e inulina (Alves y col., 2021), donde se hallaron un mayor crecimiento de los gránulos de kefir cuando las concentraciones de inulina fueron mayores; suero de soja (Azi y col., 2021), donde determinaron que los gránulos de kefir de agua son un iniciador viable para transformar el suero de soja en una bebida bioactiva; fruta de olivo ruso (Darvishzadeh y col., 2021), con el fin de lograr una bebida con alta actividad antioxidante; manzana (Velázquez-Quiñones y col., 2021), donde emplearon gránulos de kefir de agua para elaborar una bebida tradicional (Tepache); pitaya roja (Bueno y col.,

2021), en el que evaluaron su bioactividad y características sensoriales; cereza corneliana, espino, granada, ciruela roja y rosada (Ozcelik y col., 2021), de las cuales granada y ciruela rosada fueron más aceptadas por los panelistas; y de remolacha (Paredes y col., 2022), donde se analizaron sus características fisicoquímicas. Esta diversidad de sustratos explorados demuestra el interés en la búsqueda de alternativas para la elaboración de bebidas fermentadas innovadoras.

3.7 Antecedentes de empleo de kefir con yacón

Durante la revisión bibliográfica se hallaron tres trabajos en los que se emplea kefir de agua o de leche junto con yacón para la elaboración de bebidas fermentadas.

Por un lado, Moreira Junior y col. (2018) realizaron un estudio donde adicionaron pulpa de yacón a kefir de leche sabor frutilla en distintas concentraciones (0, 2 y 6% p/p) para observar su efecto en el recuento de microorganismos y realizar análisis fisicoquímicos a los 0, 14 y 28 días de elaboración. Encontraron que, en todas las mediciones, los valores se ajustaron a los que establece la legislación de Brasil, que es el país donde se llevó a cabo el estudio. En este trabajo, el yacón fue añadido post-fermentación del kefir de leche.

En el trabajo de Gonçalves y col. (2018) se evaluaron la aceptabilidad sensorial y la viabilidad de bacterias ácido lácticas en kefir de leche sabor papaya con banana adicionado con pulpa de yacón al 6% p/p. Las muestras se tomaron a los 0, 14 y 28 días de incubación, las cuales se ajustaron a la legislación del país donde realizó el estudio (Brasil). Se encontró que la muestra con yacón añadido mejoró la aceptación en sabor e impresión general de los consumidores. Además, los investigadores notaron que algunos evaluadores no conocían el kefir previo a este estudio, por lo que enfatizaron la importancia de su popularización en la región.

Otro estudio fue llevado a cabo en el año 2018 por los investigadores Veeck y col., durante el cual se elaboró un producto a base de kefir de agua con pulpa de yacón y jugo de naranja y se evaluó su aceptabilidad sensorial e intención de compra. Para ello se emplearon dos fermentaciones consecutivas. Primero, se colocaron gránulos de kefir al 15% p/v con azúcar mascabo al 8% p/v y se los dejó fermentar por 24 hs a 25°C. Posteriormente, se añadió jugo de naranjas al 50% v/v y pulpa de yacón al 25% p/v, así como también azúcar mascabo al 10% p/v y clavo de olor. Esta bebida se envasó, se dejó fermentar 24 hs a 25°C, y luego se llevó a refrigeración hasta su consumo. De las 32 personas que formaron parte del panel no entrenado, al 62% le “gustó mucho/muchísimo” el

producto y el 57% “seguro que lo compraría”. Este es el único estudio que se encontró mediante revisión bibliográfica web en el que el yacón estuvo presente durante el proceso de fermentación del alimento, pero aquí no es el único sustrato disponible y, debido a las concentraciones de azúcares añadidos y los tiempos de incubación, probablemente no fue empleado como sustrato preferencial durante el proceso.

3.8 Discusión final

Como puede apreciarse, el kefir de agua es una bebida fermentada cuyo consumo otorga una gran cantidad de beneficios a la salud. Por otro lado, por sus características, es un alimento apto para el consumo por parte de poblaciones con dietas especiales como son las personas con celiaquía, diabetes y veganos. Además, los gránulos tienen gran capacidad para adaptarse a diferentes sustratos alimentarios y se pueden utilizar para producir una amplia variedad de bebidas fermentadas.

El interés actual por el consumo de kefir de agua se ve reflejado en su creciente demanda, así como en el hecho de que se están llevando a cabo diversas investigaciones, las cuales no sólo buscan incorporar sustratos azucarados de fuentes vegetales convencionales sino que también exploran su aplicación en fuentes alternativas de azúcares, como lo es el suero de soja.

Capítulo 4

Yacón

4.1 Historia

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta originaria de la región andina, donde el consumo de sus raíces tienen una larga historia de uso. Se lo encuentra desde Venezuela y Colombia hasta el norte de Argentina, pero mayormente al sur de Perú y norte de Bolivia (Hermann y Heller, 1997), de donde se cree que es originario ya que allí hay mayor cantidad de especies (Polreich, 2003). En Argentina, se cultiva principalmente en las provincias de Salta y Jujuy (Cantero y col., 2019).

Son diversos los registros históricos que hacen referencia al yacón. Los primeros registros escritos son del cronista mestizo Felipe Guaman Poma de Ayala, en 1615, el cual lo incluye dentro de una lista de 55 cultivos andinos, y el sacerdote cronista Bernabé Cobo en 1653, el cual efectuó una descripción más detallada del tubérculo (libro IV, cap. XVI: 365-366): "Cómense crudas por frutas y tienen muy buen sabor, y mucho mejor si se pasan al sol. Es maravillosa fruta para embarcada, porque dura mucho tiempo. Yo la he visto llevar por la mar y durar más de veinte días y respecto de ser tan zumosa, se ponía mas dulce y refrescaba mucho en tiempo de calor." (Zardini, 1991; Grau y Rea, 1997).

Las representaciones más antiguas de yacón, datadas de los años 500-1200 d.C., se encontraron en sitios arqueológicos en las costas de Nazca, Perú, las cuales contenían figuras alusivas plasmadas en textiles y material cerámico (Safford, 1917; Yacovleff, 1933; O'Neal y Whitaker, 1947). Mientras que en nuestro país, se encontraron raíces arqueológicas recuperadas en Pampa Grande, serranía "Las Pirguas", Guachipas, Provincia de Salta (colección del Museo de La Plata, Argentina), las cuales son registros de su uso por parte de la Cultura Candelaria, que se desarrolló entre 1-1000 d.C. en el noroeste de Argentina.

Según Grau y Rea (1997) en el siglo pasado, a excepción de Perú y Japón, el cultivo de yacón estuvo en descenso hasta la publicación del libro "Los cultivos perdidos de los Incas" por la National Research Council (1989), el cual generó un renovado interés en la comunidad científica por los cultivos nativos andinos.

Se han estudiado diversas propiedades medicinales del yacón, tanto de raíces como de hojas, fundamentalmente su actividad hipoglucemiante e hipolipidémica (Hachkova y col., 2021) y a causa de esto su producción se ha visto incrementada (Cao y col., 2018). Debido a la facilidad para adaptarse a espacios libres de vegetación (Grau y Rea, 1997), el yacón se ha cultivado con éxito en regiones diferentes con climas variados, entre ellos:

Brasil, China, Corea del Sur, Estados Unidos, Nueva Zelanda, República Checa, Rusia y Taiwán (Manrique y Párraga, 2005). Desde entonces, se ha expandido por el mundo y se cultiva a pequeña escala en diversos países de Asia, América del Norte y Europa. Perú es el principal productor mundial, donde 18 de las 20 regiones del país lo cultivan a escala agrícola, mientras que Japón y Brasil son los principales consumidores, por lo que el cultivo comercial está muy activo también en estos países (Pokhrel, 2018).

4.2 Características del yacón

Smallanthus sonchifolius (Poepp. y Endl.) H. Rob. es una hierba perenne de la familia *Asteraceae*. Con la denominación de yacón se hace referencia tanto a la parte aérea de la planta como a sus raíces tuberosas. De aquí en adelante, nos centraremos exclusivamente en la raíz tuberosa.

Se lo conoce por diversos nombres, siendo “yacón”, “llacón”, “lajón”, “yakuma”, “jacón” derivados de las palabras en quechua “unu” y “yakku” que significan “agua” e “insípido”, respectivamente, haciendo alusión a las características de sus raíces recién cosechadas (Zardini, 1991; Hurrell y col., 2013). Otras denominaciones en el español incluyen “aricoma”, “aricona”, “jícama”, “chícama” y “jiquimilla”. En portugués también se lo llama “batata do diabetico”, en francés “poire de terre”, en japonés se lo conoce como “yaakon” y en inglés como “bolivian sunroot”, “earth apple” y “strawberry yacon” (Horkheimer, 1973; Seminario, 2004; Hurrell y col., 2009; Choque Delgado y col., 2013, Cantero y col., 2019).

En la Figura 4.1 se visualiza el tamaño y la forma de las hojas del yacón luego de seis meses de crecimiento *in natura*, en un campo situado en la localidad de Hurlingham en la provincia de Buenos Aires. El mismo fue obtenido mediante micropropagación *in vitro* en la Biofábrica de la Universidad Nacional de Hurlingham.



Figura 4.1. Planta de yacón luego de seis meses de crecimiento *in natura* en Hurlingham, Buenos Aires, obtenido por micropropagación en la Biofábrica.

La planta de yacón crece en altitudes de 1000-3200 m sobre el nivel del mar y puede medir de 1,5 a 3 m de altura. Cada planta produce de 4 a 20 raíces tuberosas de almacenamiento que pueden alcanzar una longitud de 25 cm por 10 cm de diámetro. El peso de cada una es variable, incluso en la misma planta, variando de 50 a 1000 g, en promedio entre 200 a 500 g. En condiciones normales, una planta produce entre 2 a 3 kg de raíces, pero en condiciones controladas se puede superar los 5 kg (Grau y Rea, 1997; Seminario, 2003; Polreich, 2003; Manrique y Párraga, 2005). Su desarrollo posee bajos requerimientos ecológicos y es de fácil propagación, formando parte de las agriculturas familiares (Vitali y Katinas, 2015).

El tubérculo posee una apariencia similar a la de las batatas [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], de cáscara semigruesa, áspera, con coloración que varía del marrón a rojizo y su pulpa es blanca, anaranjada o morada. Estas raíces pueden consumirse sin un

procesamiento (cocción) previo, a diferencia de otras raíces de este tipo, ya que tienen un alto porcentaje de agua (70 - 90%) y azúcares del tipo fructanos, en lugar de almidón. Su sabor es dulce, jugoso y de textura suave y crujiente que ha sido descrito como similar al de una manzana o sandía frescas (Polreich, 2003; Manrique y col., 2004; Orizano Acuña y Valdizán Espinosa, 2021). El tubérculo recién cosechado y un corte transversal del mismo pueden observarse en la Figura 4.2.

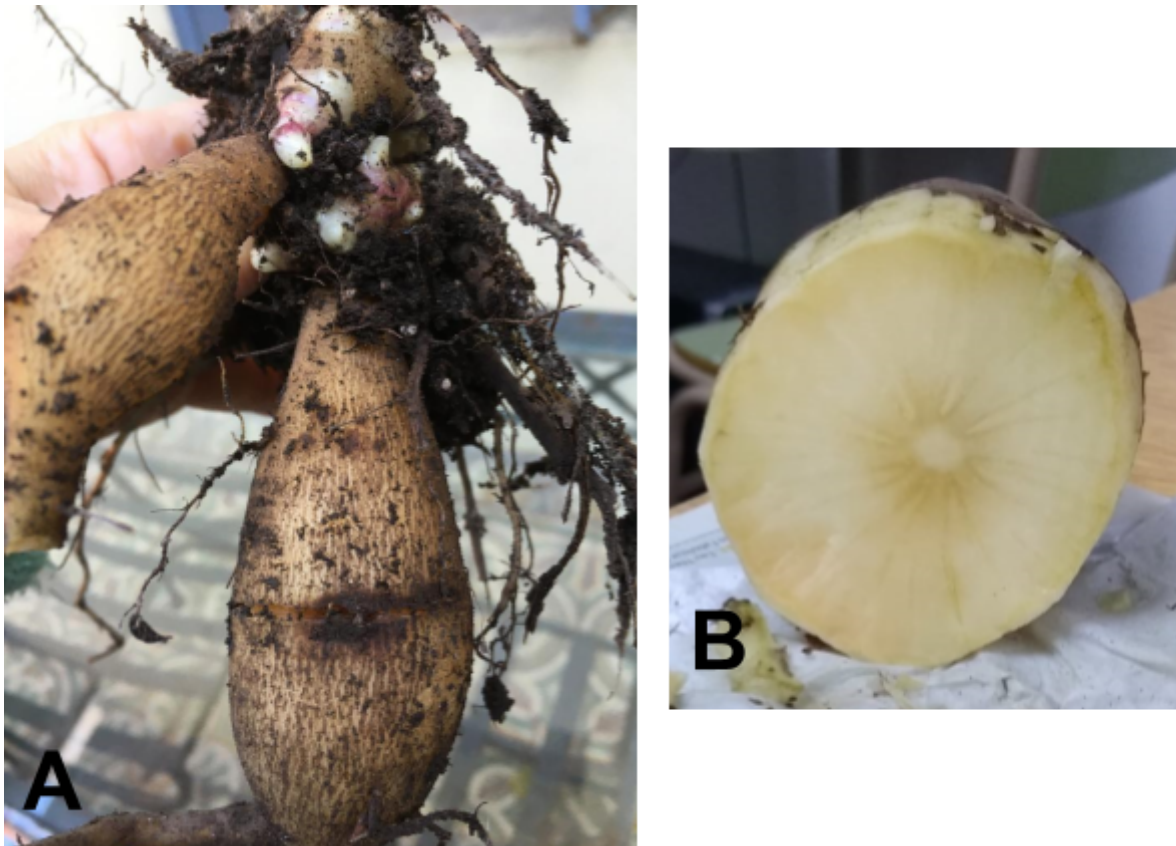


Figura 4.2. Morfología de la raíz tuberosa del yacón. A- Tubérculo recién cosechado. B- Corte transversal del yacón.

Cantero y col. en “Las plantas de importancia económica en Argentina” (2019) incluye al yacón dentro de la lista de plantas con inulina como fuente de carbohidratos, mencionando que se le da usos comestibles y medicinales a la planta entera. Actualmente, existen 21 especies registradas correspondientes al género *Smallanthus*, de las cuales tres se han encontrado en la región noroeste de Argentina, a saber: *Smallanthus sonchifolius* (yacón), *Smallanthus connatus* (Sprong.) H. Rob. y *Smallanthus macroscyphus* (Baker) A. Grau, las cuales en nuestro país son utilizadas de manera ornamental, medicinal, tintóreo, forestal y en juegos, pero solo al yacón se le da uso comestible (Hurrell, 2009; Cantero y col., 2019).

4.3 Formas tradicionales de consumo

Existen diversas formas de consumir yacón, pero es preferible hacerlo crudo sin su cáscara, ya que la misma no posee un sabor agradable y a su vez de esta manera se encuentran conservados sus componentes (Seminario y col., 2003; Ramos Huallpartupa, 2019; Orizano Acuña y Valdizán Espinoza, 2021). El sabor del tubérculo recién cosechado es insípido por lo que para mejorarlo se acostumbra consumirlo luego de dejarlo estacionar en un lugar fresco y seco (León, 1987) o realizarle un “soleado”, práctica que consiste en exponerlo al sol durante varios días (Graefe y col., 2004; Hurrell, 2009). Ambos procesos aumentan su dulzor y pueden acelerarse con un horneado leve o en un deshidratador. Una vez pasado este tiempo de estacionado, se lo consume crudo sin cáscara (Maldonado, 2008), hecho jugo o en ensaladas junto con otras raíces, como zanahoria y batata (Hurrell, 2009), o con frutas, como banana, naranja y papaya (Choque Delgado y col., 2013).

El yacón también se consume hervido, horneado (National Research Council, 1989), en sopas y en forma de “chips” desecados (Vilhena y col., 2000). Otras formas de preparación incluyen realizar almíbar o dulce de yacón (Hilgert, 1999). donde se pelan y hierven con azúcar o chancaca (panela) y canela o clavo de olor.

Su consumo también está ligado a celebraciones culturales. Flores (2010) menciona que actualmente el yacón forma parte de la ofrenda que se utiliza en los adornos de festividades celebradas en localidades del norte peruano, como en la Fiesta de las Cruces y la festividad de San Isidro Labrador; asimismo, en Argentina y en el Cusco se utiliza en la celebración del Corpus Christi, y en Ecuador se come durante los feriados de Día de todos los Santos y Día de los Muertos.

Es interesante mencionar que, a pesar de ser un tubérculo, en los mercados andinos el yacón se clasifica como una fruta y se exhibe junto a manzanas, aguacates y piñas (Valentová y Ulrichová, 2003).

4.4 Composición del yacón

Una particularidad de la raíz tuberosa del yacón es que su pulpa posee un alto contenido de agua, siendo 70 a 90% de la raíz recién cosechada, por lo que se puede pensar que es debido a ello que lo describen con sabor aguado.

También posee una gran cantidad de polisacáridos, mayormente fructooligosacáridos (FOS) e inulina. La diferencia entre los FOS y la inulina es la cantidad de moléculas de fructosa que forman las cadenas de polisacáridos, siendo de 20 a 60 moléculas en la inulina y de 2 a 10 moléculas en los FOS (Figura 4.3). Los FOS pueden considerarse un subgrupo de la inulina, por lo que algunos autores emplean términos como FOS tipo inulina o fructanos de tipo inulina, términos que describen más precisamente la naturaleza de los oligo o polisacáridos en los que predomina el enlace glucosídico fructosa-fructosa $\beta(2\rightarrow1)$ (Figura 4.3). Teniendo en cuenta la estructura química de estas fibras solubles, estos enlaces no pueden ser hidrolizados durante el proceso digestivo humano. (Roberfroid, 2005; Yıldız, 2011; Goto y col., 1995; Seminario y col., 2003; Manrique y Párraga, 2005).

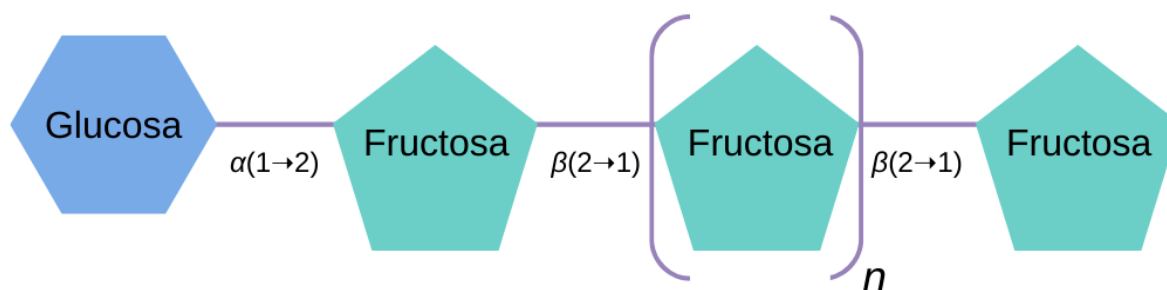


Figura 4.3. Representación de la estructura de fructanos de tipo inulina, donde n varía de 2 a 10 o de 2 a 60.

Aunque se ha encontrado bibliografía científica que cita que la inulina es el principal carbohidrato del yacón, y si bien es parte de sus componentes, es importante señalar que los carbohidratos que predominan son los fructooligosacáridos (FOS). Esto es debido a que la raíz presenta una alta actividad hidrolítica en la fase de maduración que contribuye al predominio de un bajo grado de polimerización (Itaya y col., 2002). Aproximadamente, el 90% del peso seco de las raíces recién cosechadas son carbohidratos, de los cuales entre el 30 y 80% son FOS. Ohyama (1990) y Bonfiglio (2013) informaron que en el yacón los carbohidratos más abundantes son los de cadena de 2, 3 y 4 sacáridos de fructosa, llamados 1-kestosa, nistosa y 1- β -D fructofuranosilnistosa, respectivamente. Además, presenta otros carbohidratos como sacarosa, fructosa y glucosa, los cuales Manrique y Párraga (2005) aproximan las cantidades entre 5 y 15%, 5 y 15% y menos de 5%, respectivamente. Es necesario mencionar que la composición relativa de los diferentes azúcares varía significativamente debido a diversos factores como el cultivo, la época de siembra y cosecha, tiempo y temperatura en poscosecha, entre otros (Seminario y col., 2003; Manrique y Párraga, 2005; Bonfiglio y col., 2014).

En la Tabla 4.1, se recopila información sobre la composición química de la pulpa de yacón según diversos autores, donde se evaluaron diferentes componentes de la raíz.

Tabla 4.1. Composición química del yacón, expresada en g/100g.

Componente	Grau y Rea (1997)	Hermann y col. (1999)	Lachman y col. (2003)	Manrique y col. (2004)	Vasconcelos y col. (2010)
Humedad	70 - 93	nd	69,50 - 92,0	85 - 90	91,10
Carbohidratos	nd	8,9 - 12,7	19,67	nd	5,51
Oligosacáridos	nd	nd	nd	nd	1,89
Proteínas	0,4 - 2,0	0,33 - 0,49	0,30 - 3,70	0,1 - 05	0,13
Lípidos	0,1 - 0,3	0,019 - 0,031	0,10 - 1,50	nd	0,01
Fibra total	0,3 - 1,7	0,35 - 0,37	0,28 - 3,40	nd	2,95
Cenizas	0,3 - 2,0	nd	0,26 - 3,50	nd	0,30
Potasio	nd	0,199 - 0,286	0,334	0,185 - 0,295	nd
Calcio	0,023	nd	0,012	0,006 - 0,013	nd
Fósforo	0,021	nd	0,034	nd	nd
Hierro	0,003	nd	0,0002	nd	nd
Retinol	0,010	nd	nd	nd	nd
Caroteno	0,00008	nd	0,00013	nd	nd
Tiamina	0,00001	nd	0,00007	nd	nd
Riboflavina	0,0001	nd	0,00031	nd	nd
Niacina	0,00033	nd	nd	nd	nd
Ácido ascórbico	0,013	nd	0,005	nd	nd

nd = no determinado

Como se observa en la Tabla, las cantidades de vitaminas, lípidos y minerales en el yacón son bajas. La vitamina más abundante es el ácido ascórbico, mientras que el mineral más abundante es el potasio. En menor cantidad, se encuentra calcio, fósforo, magnesio, sodio, hierro, zinc, manganeso y cobre (Manrique y Párraga, 2005).

Se han identificado compuestos fenólicos con capacidad antioxidante en las raíces de yacón, siendo los principales el ácido cafeico y sus derivados, mayormente el ácido clorogénico, el cual ha recibido un interés considerable debido a sus notables propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias, antidiabéticas, hipotensoras, neuroprotectoras y cardioprotectoras (Takenaka y col., 2003; Neves y da Silva, 2007; Campos y col., 2012; Naveed y col., 2018). La cantidad de compuestos fenólicos totales que se reportan van de 90 a 330 mg ácido clorogénico equivalente/100 g de yacón, de los

cuales el 15–24% del total corresponden a ácido clorogénico (1,8 a 7,5 mg/100 g de yacón). Es interesante mencionar que se encontró una alta correlación entre la cantidad de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante en el yacón, lo cual indicaría que estos compuestos fenólicos son los principales responsables de la misma (Campos y col., 2012).

Respecto a la composición aminoacídica, se ha encontrado en cantidad apreciable triptofano, un aminoácido esencial conocido por ser precursor de la melatonina, serotonina y niacina, en concentraciones dentro del rango 0,5- 2,8 mg/100 g de raíz (Yan y col., 1999; Campos y col., 2012).

Otros componentes interesantes de mencionar que se han encontrado en las raíces de yacón son las fitoalexinas, las cuales poseen actividad antifúngica (Takasugi y Masudo, 1996).

En cuanto a la cáscara de yacón, los estudios sobre su composición son escasos; ésta no es consumida debido a que posee un sabor desagradable (Orizano Acuña y Valdizán Espinoza, 2021). Estudios llevados a cabo por Pereira y col. (2013; 2016) indicaron que posee un porcentaje de agua que suele ser levemente inferior al de la pulpa del yacón, rondando el 82,12% de la raíz fresca. En cuanto a los demás componentes, reportaron que contiene lípidos (0,32%), proteínas (1,09%), carbohidratos (5,11%), fibra (9,68%) y cenizas (1,83%); y posee a su vez cantidades considerables de minerales como fósforo, potasio, magnesio, cobre y hierro. Por último, un dato interesante de mencionar respecto a la cáscara es que posee una actividad enzimática de polifenoloxidasas y peroxidasas mayor que la encontrada en la pulpa, debido a su alto contenido fenólico total (Pereira y col., 2013; Pereira y col., 2016), lo cual lo vuelve un producto de descarte poseedor de componentes con potencial de ser aprovechado.

4.5 Propiedades funcionales del yacón

Son varias las propiedades medicinales que popularmente se le atribuyen al yacón. Desde la antigüedad, en la medicina popular andina se han utilizado las raíces como remedio para trastornos renales y hepáticos e incluso se las considera un rejuvenecedor de la piel. En Cajamarca, Perú, el yacón se considera antirraquítico, mientras que en Bolivia es consumido por personas con diabetes y problemas digestivos (Grau y Rea, 1997; Seminario y col., 2003). En Argentina, en la zona del noroeste, el yacón es consumido con fines

medicinales por personas que padecen trastornos digestivos, renales y diabetes (Sánchez & Genta, 2007).

Debido a la amplia variedad de componentes del yacón, se han llevado a cabo diferentes estudios para evaluar sus propiedades funcionales. Dentro de los efectos más notorios que presenta este tubérculo se incluyen su capacidad antioxidante, hipoglucemiante, hipolipidémica y prebiótica. Luego de una extensa revisión bibliográfica, en la Tabla 4.2 se presentan los estudios clínicos, *in vivo* e *in vitro* realizados hasta el momento.

Cabe mencionar que algunos de estos efectos se han informado también para las hojas del yacón (Choque Delgado y col., 2013), pero aquí nos centraremos en los estudios realizados empleando la raíz tuberosa.

Tabla 4.2. Efectos y observaciones encontrados en estudios clínicos, *in vivo* e *in vitro* empleando raíces tuberosas de yacón.

Efecto encontrado	Observaciones	Cita bibliográfica
Antioxidante	Presencia de ácido clorogénico, cafeico y ferúlico con actividad eliminadora de radicales en extracto de yacón.	Simonovska, 2003
Antioxidante	Presencia y caracterización de derivados del ácido cafeico solubles en agua en raíces de yacón.	Takenaka, 2003
Antioxidante, Prebiótico	Presencia de capacidad antioxidante en el tubérculo <i>in vitro</i> y estimulación del crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos <i>in vivo</i> al alimentar conejillos de la India con harina de yacón durante 8 semanas.	Campos y col., 2012
Hipoglucémico	Mejoras en los niveles de glucosa en ayunas de ratas alimentadas durante 5 semanas con una dieta normal isocalórica que contenía extracto de yacón.	Satoh y col., 2013
Hipoglucémico	Disminución de la glucosa en sangre y una respuesta inmune beneficiosa en adultos mayores a los que se les dió yacón liofilizado durante 9 semanas.	Scheid, 2013
Hipoglucémico	Reducción en la respuesta glicémica posprandial de sujetos sanos mediante test de tolerancia oral a la glucosa antes y después de consumir 300 g de raíz fresca de yacón.	Mayta y col., 2003
Hipoglucémico, Hipolipidémico	Reversión de dislipidemia, hiperglucemia y diabetes mellitus inducida, y presencia de función protectora del hígado en ratas alimentadas con extracto acuoso de yacón durante 20 días.	Oliveira y col., 2013
Hipoglucémico, Hipolipidémico	Disminución del peso corporal, la circunferencia de la cintura, el índice de masa corporal y la resistencia a la insulina, al igual que una mejora de los niveles séricos de LDL en mujeres premenopáusicas obesas y ligeramente dislipidémicas a las que se les suministró jarabe de yacón por 120 días.	Genta y col., 2009
Hipoglucémico, Hipolipidémico	Disminución de pico de glucosa en plasma, colesterol y triglicéridos significativamente disminuidos en ratas con diabetes inducida mediante administración oral de extracto de yacón.	Park y col., 2009
Hipoglucémico, Prebiótico	Índice glucémico bajo-moderado y presencia de bacterias probióticas, particularmente <i>Lactobacillus</i> , en ensayos <i>in vitro</i> en panes adicionados con harina de yacón.	Rolim y col., 2011
Hipolipidémico	Disminución de niveles de triacilglicerol y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) en plasma en ayunas, en ratas con diabetes inducida con consumo oral durante 90 días de harina de raíz de yacón como suplemento dietético.	Habib y col., 2011
Hipolipidémico	Reducción significativa de los niveles de triacilglicerol sérico posprandial en ratas por consumo de harina de yacón como suplemento dietético durante 4 meses.	Genta y col., 2005
Prebiótico	Estimulación del crecimiento de bifidobacterias y lactobacilos y del sistema inmunológico intestinal en ratas alimentadas con harina de yacón durante 75 días.	Bibas y col., 2010
Prebiótico	Capacidad de tres cepas probióticas (<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> y <i>B. bifidum</i>) de fermentar FOS de raíces de yacón.	Pedreschi y col., 2003

Como se puede observar de la recopilación realizada, el yacón es un alimento multifuncional ya que contiene varios compuestos bioactivos, entre ellos, compuestos fenólicos que ejercen actividad antioxidante y un alto contenido de fructanos con propiedades prebióticas; esta última propiedad promueve la mejora del estado de salud del individuo al favorecer un balance en su microbiota, generando un efecto hipoglucémico e hipolipidémico.

Otros efectos que se han reportado asociados a la raíz tuberosa del yacón incluyen: aumento de la absorción de minerales y masa ósea (Lobo y col., 2007; Rodrigues, 2011), antitumorales (de Moura y col., 2012), anticarcinogénico (Almeida y col., 2015), modulación del tránsito intestinal (Geyer y col., 2008; Genta y col., 2009), mejora del sistema inmune (Choque Delgado y col., 2012; das Graças Vaz-Tostes y col., 2014), laxante (Chen y col., 2000; Geyer y col., 2008; Genta y col., 2009) y aumento de saciedad (Silva y col., 2017).

En cuanto a su toxicidad, si bien históricamente es un producto seguro consumido por las poblaciones andinas, se han realizado estudios al respecto. Se encontró que tanto el yacón fresco, deshidratado o en jarabe administrado como suplemento dietético, son bien tolerados y no se producen respuestas negativas, toxicidad o efectos nutricionales adversos (Choque Delgado y col., 2012; Genta y col., 2005; Genta y col., 2009; Geyer y col., 2008).

4.6 Aplicaciones en la industria

Debido a que el contenido de humedad del yacón fresco es alto, su vida útil no supera los 15 a 20 días a temperatura ambiente (Seminario y col., 2005). Para una mejor utilización del tubérculo y evitar que se eche a perder en la temporada alta de su producción, se suele comercializar procesado. Según Choque Delgado y col. (2013) en el mercado existen algunos productos industriales derivados del mismo, como harinas, caramelos, patatas fritas en rodajas, té, bebidas nutritivas y purés. En Argentina, se pueden encontrar extractos líquidos de yacón, suplementos dietarios en forma de cápsulas y bebidas con extracto añadidos, los cuales se promocionan como complementos benéficos para la diabetes, colesterol, tracto digestivo, como fuente de minerales e incluso para adelgazar.

El procesado de la raíz tuberosa a su vez le agrega valor comercial y facilita su incorporación en formulaciones alimenticias. Hay diversos trabajos en los que se estudió la adición de yacón a diversas matrices alimentarias con el fin de agregar valor nutricional y de poder revalorizarlo en función de sus propiedades. Dentro de las matrices estudiadas, podemos mencionar: mermelada (Maldonado y Singh, 2008), jamón (Teixeira, 2011), torta

(Rosa y col., 2009; Padilha y col., 2010), pan (Silva, 2007; Rolim y col., 2010), bebidas (Dionísio y col., 2017; Contreras y Purisaca, 2018; Cabrera Risco y Ruiz Pérez, 2019), galletitas (Dominguez Anaya, 2018; Simanca-Sotelo y col., 2021), productos a base de cereales (Marangoni, 2007) y pastas (Gonçalves, 2010). Con estos trabajos, el principal objeto de estudio fue la incorporación de fibras, en forma de FOS, en alimentos que generalmente no las poseen o se encuentran en baja cantidad. Es interesante mencionar que estos estudios se llevaron a cabo en su mayoría durante los años 2000 y principios de la década 2010, lo que denota una pérdida de interés en el estudio de la aplicación de las propiedades del yacón, pero que en la actualidad podría ser renovado por los cambios en la forma de consumo, donde las personas buscan alimentos con beneficios para la salud.

Otras aplicaciones alimenticias que se han estudiado empleando yacón son la producción de jarabe de fructosa, componente de gran importancia en la industria alimenticia (Vilhena y col., 2000) y su uso en veterinaria para contrarrestar trastornos digestivos en el ganado (Seminário y col., 2003).

En cuanto al mercado de la cosmética, actualmente está en auge el uso de prebióticos en sus formulaciones (Lacquaniti, 2021) y, en Argentina en particular, la marca Plantae Cosmética comercializa un tónico facial con extracto de yacón (Referencia web 3).

Debido a que el objetivo del presente trabajo es evaluar el uso del yacón en una fermentación, es relevante recopilar información al respecto. El tubérculo se ha empleado para elaborar diversos alimentos fermentados, por lo que hay registro de microorganismos que son capaces de emplearlo/incorporarlo en su metabolismo fermentativo. Por un lado, está el trabajo de Hondo y col. (2000), quienes optimizaron su uso en la producción de vinagre, empleando *Acetobacter pasteurianus*. También se ha estudiado su uso en elaboración de yogur. Hisae y col. (1996) diseñaron una metodología para preparar una bebida nutritiva a partir de leche descremada y jugo de yacón fermentados por *L. plantarum*. Rodríguez Roldan (2020) encontró que el adicionado de extracto de yacón promueve el crecimiento de *L. acidophilus* en la elaboración de yogur natural. Vasconcelos (2010) desarrolló yogures “light”, suplementados con harina de yacón y fermentado con *L. delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*. Diversos autores emplearon yacón en la elaboración de vino, empleando *Saccharomyces cerevisiae* para lograrlo. Shrestha (2015) y Pokhrel (2018) optimizaron sus métodos pero delimitaron su estudio a aspectos de valor añadido y optimización sensorial. A su vez, Brandão (2013) en su fermentación alcohólica de raíces de yacón encontró que los azúcares, incluidos los FOS, se consumieron al final del estudio. En contraposición, Pande y Rai (2021) revelaron que *S. cerevisiae* no es capaz

de fermentar FOS, e indicaron que las raíces de yacón pueden utilizarse para la preparación de vino prebiótico. Esta diferencia puede deberse a que el primero realiza el estudio luego de 1 año de estacionado, mientras que el segundo lo realiza durante 250 hs (aproximadamente 10 días); son necesarios más estudios para poder determinar con precisión esta capacidad.

La fermentación espontánea del yacón también fue estudiada por Reina y col. (2015), quienes analizaron las características fisicoquímicas y microbiológicas del yacón en una solución de NaCl al 2%, encontrando un predominio de bacterias ácido lácticas por sobre las levaduras, principalmente especies del género *Leuconostoc*.

Como la cáscara de la raíz tuberosa de yacón no es consumida debido a su sabor se ha estudiado su uso en diversos campos, como es tratamiento de aguas residuales (Souza y col., 2022), obtención de bioetanol (Orizano Acuña y Valdizán Espinoza, 2021) y como ligante en formulación de salchichas (Rosero-Chasoy y col., 2018) para aprovechar un recurso de composición rica en nutrientes, que de otra forma sería descartado.

4.7 Discusión final

La obesidad es un importante factor de riesgo de enfermedades no transmisibles, como enfermedades cardiovasculares, diabetes, trastornos del aparato locomotor y algunos tipos de cánceres. En particular, la diabetes es una causa importante de ceguera, insuficiencia renal, infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y amputación de los miembros inferiores. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la obesidad y la diabetes son enfermedades cuya prevalencia estuvo en aumento en las últimas décadas. Los datos señalan que, entre 1975 y 2016, la prevalencia de la obesidad casi se triplicó en todo el mundo mientras que el número de personas con diabetes, entre 1980 y 2014, casi se cuadruplicó, tanto así que en 2019 la diabetes fue la novena causa de muerte más importante. Según el Ministerio de Salud, en Argentina se estima que 1 de cada 10 adultos tiene diabetes y 6 de cada 10 adultos presentan sobrepeso.

Una de las herramientas más poderosas para promover el bienestar y mejorar la salud pública que se ha destacado en las últimas décadas es la alimentación saludable (Li y col., 2020). La definición de “dieta saludable” evolucionó para enfocarse en la mejora de la salud a largo plazo e incentivar el consumo de grupos alimentarios protectores de la salud y limitar la ingesta de grupos de alimentos insalubres, contemplando también los hábitos dietarios de las distintas poblaciones y las enfermedades prevalentes de cada región (Albert, 2007;

Céspedes y Hu, 2015). Para poder adoptar una dieta saludable, las personas necesitan de información y de voluntad pero también del acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos, nutritivos y culturalmente aceptables (Gordillo y Jerónimo, 2013).

En este contexto, los consumidores buscan alternativas que promuevan bienestar en la salud (Arrieta y col., 2021) y, para el caso de la obesidad y la diabetes, una alimentación saludable trata, evita o retrasa la aparición de estas enfermedades. Así, no caben dudas de la importancia de revalorizar alimentos multifuncionales como el yacón que, al ser un cultivo que crece en nuestro país, podría aprovecharse ventajosamente y, según la bibliografía revisada, aportar beneficios en su incorporación a diversas matrices alimentarias.

Capítulo 5

Encuestas

5.1 Introducción

Se llama “encuesta” a la recolección sistemática de datos o de muestras de un grupo de personas numerosas y dispersas, que se obtienen mediante el uso de entrevistas u otras herramientas (Festinger y Katz, 1989). Dentro de las diferentes herramientas existentes para la recolección y análisis de datos se encuentra el uso de encuestas estructuradas.

Según Bechhofer y Paterson (2000), las encuestas estructuradas se elaboran de manera estandarizada con preguntas claras que tienen respuestas concretas, de manera tal de que el encuestado pueda contestar y pasar a la siguiente pregunta rápidamente. La sencillez de las respuestas representa una ventaja a la hora de emplear eficientemente el tiempo, tanto de los encuestados como del investigador, ya que los primeros se pueden ver más interesados en participar de una encuesta corta que de una larga por el tiempo que eso supone, y a los segundos les permite realizar análisis estadísticos de grandes cantidades de información de manera sencilla.

Con la estandarización de las preguntas se busca reducir al mínimo la influencia de los entrevistadores sobre los encuestados, de tal modo que las variaciones entre los encuestados sean debidas a ellos mismos. La finalidad de la encuesta estructurada es la de facilitar el análisis y comparación entre distintos grupos de encuestados, el cual es más sencillo cuando no se incluyen preguntas sobre opiniones, como sí tiene lugar en las entrevistas.

5.2 Metodología

Se elaboró una encuesta estructurada dirigida a la población general a fin de evaluar sus conocimientos sobre el kefir y el yacón. La encuesta, compuesta de 13 preguntas, se construyó mediante un Formulario de Google Drive, la cual se puede observar en el Anexo 1. Con esta aplicación fue posible no sólo recabar la información de la misma sino también analizarla. El estudio que se realizó fue de tipo cuanti y cualitativo. La misma fue difundida de manera virtual mediante redes sociales (Instagram, WhatsApp y Facebook) durante los meses de noviembre y diciembre del año 2021. Se seleccionaron estas redes como forma de difusión debido a la emergencia sanitaria por la Pandemia por Covid-19 que imposibilitó el uso de otras formas de encuestas y porque éstas son las plataformas online más empleadas a nivel mundial (Referencia web 4).

En la encuesta únicamente se solicitó como dato personal la edad del encuestado, a fin de poder determinar si se encuentran diferencias en las respuestas de acuerdo al rango etario. A partir de aquí, el cuestionario constó de cuatro secciones demarcadas. Las primeras dos se orientaron a evaluar los conocimientos de los encuestados, particularmente sobre probióticos en general y sobre kefir en particular, y por otro lado sobre prebióticos en general y en particular el yacón. Luego se les preguntó si consumirían una bebida potencialmente saludable, con el objetivo de explorar la aceptabilidad de la bebida de kefir de agua fermentando yacón, desde la perspectiva de potenciales consumidores. Por último, se les dejó un espacio para dejar comentarios que creyeran pertinentes. Adicionalmente, ajeno a la encuesta pero relacionada con la misma, se les consultó si deseaban recibir un único correo electrónico desarrollando los temas de la encuesta, el cual se encuentra en el Anexo 2.

La herramienta estadística empleada para el análisis de los datos obtenidos fue la aplicación Google Sheets de Google Drive.

5.3 Resultados

De la convocatoria realizada en Instagram, WhatsApp y Facebook, se lograron recaudar 635 respuestas.

5.3.1 Rango etario

A los participantes se les solicitó como dato personal su edad, para lo cual se establecieron cinco rangos etarios a seleccionar: menor de 18 años, entre 18 y 33 años, entre 34 y 49 años, entre 50 y 65 años y mayor de 65 años. Se estableció esta división sobre el supuesto de que los conocimientos en el contenido de la encuesta podrían variar entre estos grupos.

En cada una de las respuestas se analizaron las diferencias de acuerdo a la edad en las secciones correspondientes. En la Figura 5.1 se puede observar la distribución de las personas encuestadas en los diferentes grupos etarios.

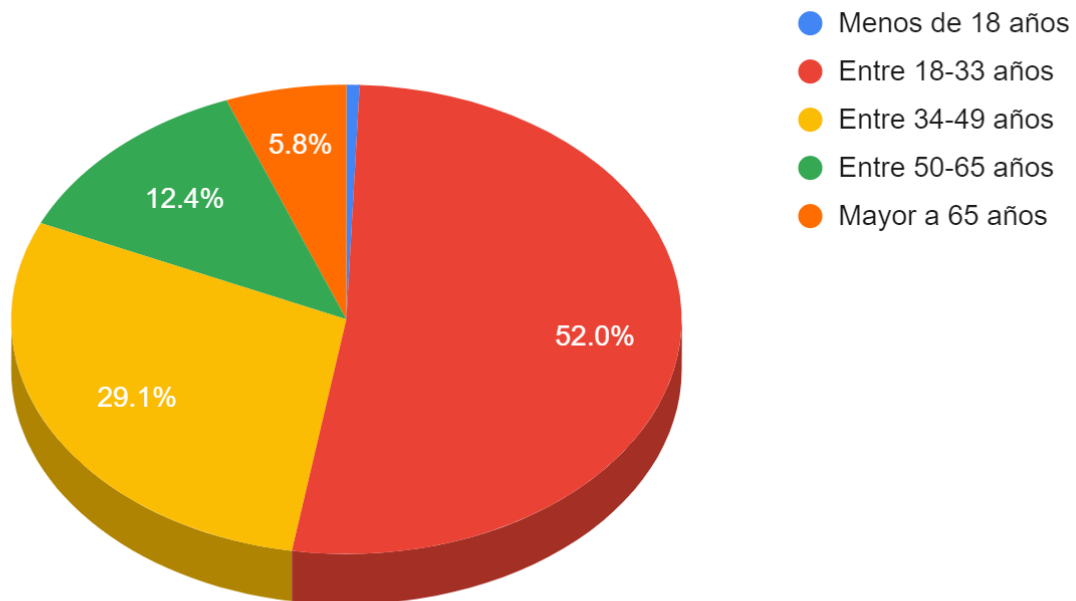


Figura 5.1. Proporción de encuestados de acuerdo a la edad.

En cuanto a la distribución en cantidades, de las 635 personas encuestadas, 330 tenían una edad entre 18 y 33 años, 185 entre 34 y 49 años, 79 de entre 50 y 65 años, 37 mayores a 65 años y 4 menores a 18 años.

Se puede observar que la mayoría de los individuos encuestados pertenecían al grupo de entre 18 y 33 años, seguidos por el grupo de 34 a 49 años. Esta distribución puede deberse tanto a la metodología empleada en la difusión de la encuesta, ya que en general el uso de las redes sociales en estas edades es amplio (Referencia web 5), como también porque sus hábitos pueden verse mayormente inclinados hacia la búsqueda de conocimiento sobre salud asociado al consumo de alimentos.

5.3.2 Conocimientos sobre kefir

Para evaluar los conocimientos sobre kefir se partió del supuesto de que no está difundido ampliamente en la población en general. En consecuencia, en una primera instancia se buscó darle contexto preguntando sobre probióticos y a qué lo asocian.

I. Probiótico

En cuanto a la proporción de personas encuestadas que contestaron “Sí” o “No” a la pregunta de si conocían o escucharon nombrar a los probióticos, la mayoría de los individuos encuestados (89,9%, 571 respuestas) contestaron que lo conocían.

Para poder determinar si el término es comprendido, a las personas que expresaron conocerlo se les preguntó qué alimentos asocian con “probiótico”. Se registraron 533 respuestas, que representan el 83,9% de los encuestados, de las cuales se extrajeron los 10 conceptos más mencionados y se graficaron en función de los porcentajes de aparición (Figura 5.2).

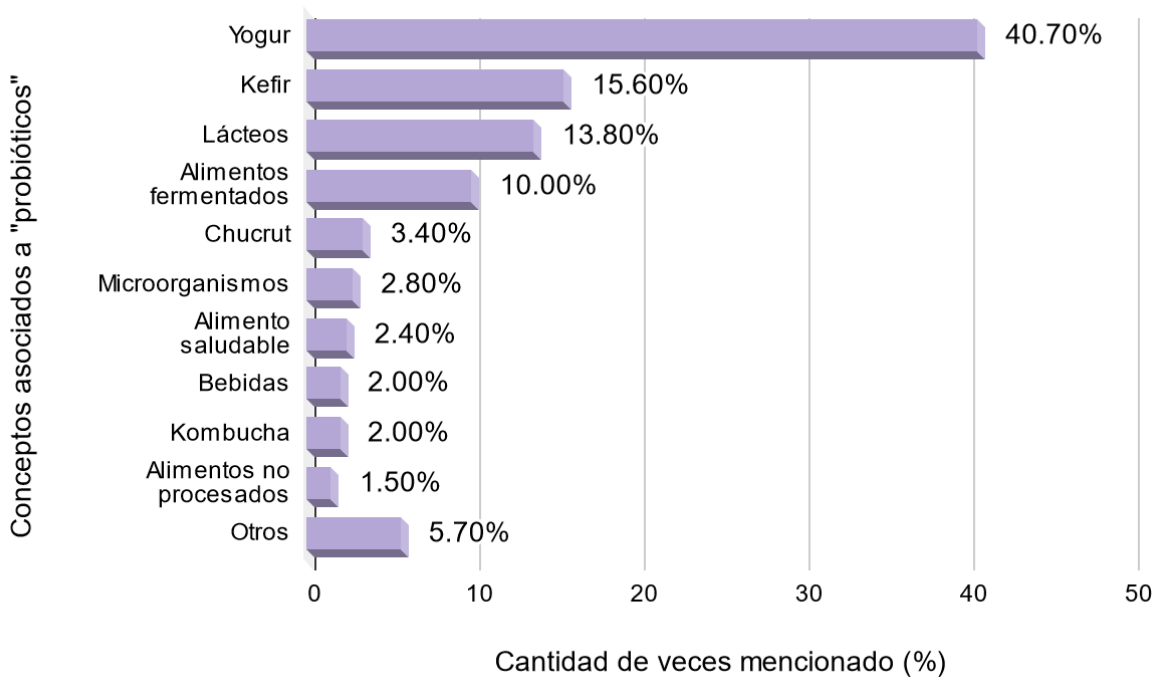


Figura 5.2. Porcentaje de aparición de los 10 conceptos asociados a probióticos más mencionados por los encuestados, con los conceptos restantes agrupados en “Otros”.

Se decidió colocar a “Yogur” en una categoría diferente a la de “Lácteos” ya que su aparición en la encuesta fue más frecuente, y en la segunda denominación se agrupó toda mención a productos lácteos que no fueran yogur así como también la mención de la palabra en sí.

Entre las respuestas, se nombró frecuentemente el kefir (115 respuestas, que suponen el 18,1% de los encuestados) por lo que se puede inferir que, para una proporción de las personas que contestaron esta encuesta, el término es conocido y entendido. Dentro de los alimentos mencionados, se incluyeron algunos fermentados naturalmente como el chucrut y otro fermentado con un inóculo conocido como scoby (que contiene bacterias ácido acéticas y levaduras), también de origen ancestral, como la Kombucha (Jayabalan et al., 2014).

Dentro de la categoría “Otros” se agrupan otras respuestas indicando productos que se mencionan menos del 1,5% del total siendo éstos, en orden de mayor a menor cantidad de veces que fueron mencionadas: Actimel®, kimchi, alimentos con agregado de proteínas,

aceituna, suplemento, pickles, algas, alimento para bebés, avena, cerveza, chocolate, frutos secos y miso.

Llama la atención la frecuente mención de “bebidas” ya que es una palabra muy abarcativa, pero al ser la pregunta sobre a qué tipo de alimentos lo asocian, se lo puede considerar como una categoría válida de ser mencionada. Ésto podría deberse a la rápida asociación que realizan con el yogur y los lácteos, los cuales pueden encontrarse en formato bebible.

i. Análisis por rango etario

Con la finalidad de facilitar el análisis de las respuestas en función del rango etario, se volcó la información en la Tabla 5.1. Para seleccionar los conceptos a analizar, se empleó como criterio que los mismos fueran mencionados al menos el 10% del total de los que aparecen en las respuestas, las cuales fueron “Yogur”, “Kefir”, “Lácteos” y “Alimentos fermentados”. Los porcentajes de aparición correspondientes a cada uno se pueden observar en la Figura 5.2.

Tabla 5.1. Porcentaje de aparición de los conceptos mayormente asociados a probióticos en función del rango etario.

Rango etario (años)	Encuestados totales	Cantidad de respuestas	Respuesta	Cantidad de veces mencionada
Menor a 18	4	1	Lácteos	1
Entre 18 y 33	330	282	Yogur	181
			Kefir	59
			Lácteos	34
			Alimentos fermentados	33
Entre 34 y 49	185	169	Yogur	77
			Kefir	40
			Lácteos	35
			Alimentos fermentados	28
Entre 50 y 65	79	73	Yogur	27
			Lácteos	25
			Kefir	12
			Alimentos fermentados	2
Mayor a 65	55	35	Yogur	14
			Lácteos	9
			Kefir	4
			Alimentos fermentados	3

Se puede observar que todos los rangos etarios muestran una misma tendencia de asociación mayoritaria a ciertos conceptos, siendo “Yogur” el más mencionado. Los rangos entre 50 y 65 y mayor a 65 años, presentan una diferencia al resto al asociar “probióticos” mayormente a “Lácteos” que al “Kefir”.

En esta pregunta participó 1 de los 4 encuestados del rango etario menor, mientras que del rango entre 18 y 33 años respondió el 85,5%, entre 34 y 49 años el 91,4%, entre 50 y 65 años el 92,4% y del rango etario mayor contestó el 63,6% de ellos. Con esto se puede observar que hay un menor entendimiento de parte del rango etario mayor a 65 años en relación a los demás rangos, lo cual podría relacionarse con una posible falta de acceso o interés por información sobre los probióticos.

II. Kefir

Habiendo generado un contexto al comenzar consultando sobre probióticos, la encuesta continuó con preguntas sobre kefir, en donde no se diferenció entre kefir de agua y kefir de leche, de forma tal de obtener un panorama general sobre el conocimiento de estas bebidas fermentadas.

Con respecto a si conocían o habían escuchado nombrar alguna vez sobre una bebida denominada kefir, el 75,0% (476 respuestas) de los individuos encuestados contestaron “Sí”. Esto es comparable con las 115 respuestas que lo asociaban con probiótico, diferencia que podría deberse a un desconocimiento sobre las propiedades o características del kefir. Teniendo esto en cuenta, de los encuestados que expresaron escuchar nombrar el kefir, el 71,4% (330 respuestas) manifestó conocer los efectos de su consumo, de los cuales con mayor frecuencia mencionaron asociarlo a una mejora intestinal, ayuda al sistema inmune y aumento en la salud y bienestar en general.

Por último, se consultó si, además de conocerlo, consumían kefir y con qué frecuencia lo hacían. Como posibles respuestas se les presentaron tres opciones: “1 a 3 veces por semana”, “todos los días” o un espacio en blanco para que personalicen su respuesta. Se obtuvieron 259 respuestas a esta pregunta, las cuales se esquematizan en la Figura 5.3.

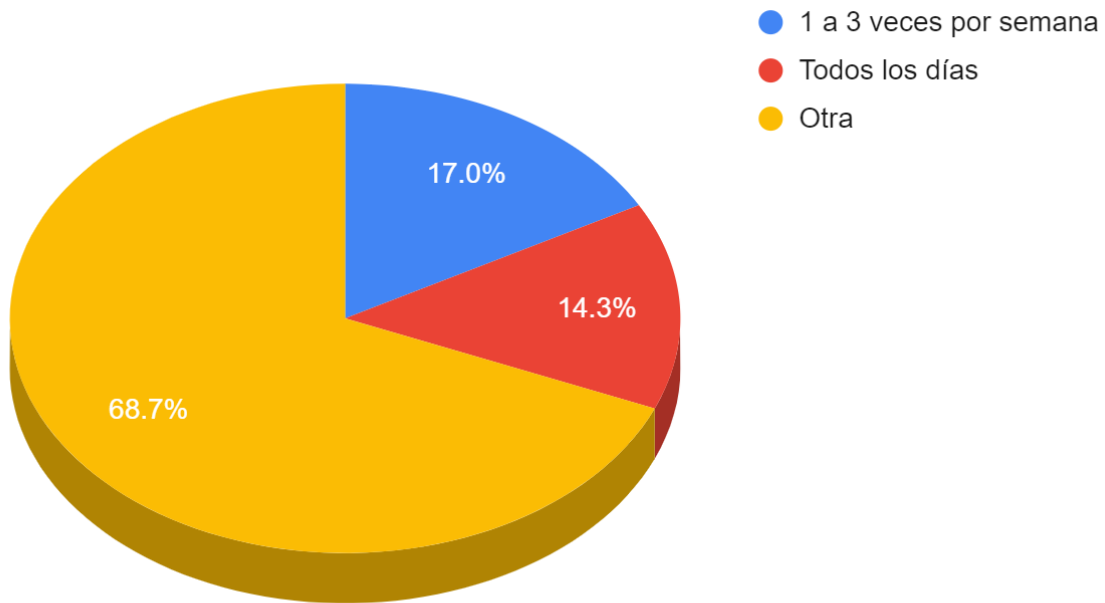


Figura 5.3. Porcentaje de respuestas sobre frecuencia de consumo de kefir.

Un total de 81 individuos encuestados indicaron consumir actualmente kefir, ya sea todos los días o 1 a 3 veces por semana. Éstos representan el 12,8% del total de encuestados, lo cual puede deberse a que algunos se encuentran en el ámbito de influencia de las personas que realizamos la difusión de este trabajo. De estas 81 personas, 37 declararon consumirlo todos los días.

Como se observa, la mayoría de las personas optaron por personalizar su respuesta, de las cuales 25 expresaron consumir kefir con frecuencias menores a 1 a 3 veces por semana, y 152 manifestaron no consumirlo. De estas 152 personas, 33 expresaron haberlo consumido con regularidad en el pasado, 13 haberlo probado, 18 expresaron nunca haberlo probado y 88 no especificaron haberlo consumido o no.

Entre los encuestados que contestaron de manera personalizada esta pregunta, algunos mencionaron razones por las cuales no consumen kefir, siendo estas que dejaron su consumo por consejo de un profesional, que no les resultaba práctico prepararlo, que el kefir (de leche) les caía mal, por falta de compromiso a la hora de prepararlo, dificultad para conseguir kefir ya preparado o los gránulos para prepararlo, estar inmunodeprimidos, prepararlo sólo para sus mascotas, o debido a que se les echa a perder antes de poder consumirlo.

i. Análisis por rango etario

Con el propósito de profundizar el análisis de las respuestas en función del rango etario, se elaboró una Tabla con la información obtenida (Tabla 5.2), descartándose las

respuestas correspondientes a “Otras” frecuencias, al ser estas muy diversas y no correspondientes a consumos regulares.

Tabla 5.2. Frecuencia de consumo de kefir según rango etario

Rango etario (años)	Encuestados totales	Cantidad de respuestas	Respuesta		Consumidores regulares de kefir*
			1 a 3 veces por semana	Todos los días	
Menos de 18	4	2	0	1	1
Entre 18 y 33	330	107	7	13	20
Entre 34 y 49	185	126	13	23	36
Entre 50 y 65	79	55	14	3	17
Mayor a 65	55	29	3	4	7

*Entendiéndose como consumidor regular de kefir a aquel que lo consume 1 a 3 veces por semana o todos los días.

Como se observa, en general hay mayor cantidad de encuestados que declararon ser consumidores regulares de kefir en los rangos etarios entre 18 y 33 años, 34 y 49 años y 50 y 65 años. Con respecto a la frecuencia de consumo, en los rangos entre 18 y 33 años y 34 y 49 años se encontró mayor cantidad de encuestados que optan por consumir kefir todos los días, en contraposición con los grupos etarios que declararon hacerlo 1 a 3 veces por semana.

En cuanto a la participación en esta pregunta, se obtuvieron mayores respuestas provenientes de rangos etarios mayores. Esto puede deberse a un marcado interés en la salud por parte de estos rangos. Del rango menor formaron parte 2 de los 4 encuestados correspondientes, mientras que del rango entre 18 y 33 años respondió el 32,42%, entre 34 y 49 años el 68,11%, entre 50 y 65 años el 69,62% y del rango etario mayor contestó el 52,73% de ellos.

5.3.3 Conocimientos sobre yacón

En el diseño de la encuesta se partió del supuesto que el kefir no es conocido ampliamente entre la población en general, por lo que se estableció el mismo criterio con respecto al yacón. Es por ello que, para evaluar los conocimientos sobre este tubérculo, se buscó darle contexto a la palabra incluyendo preguntas sobre prebióticos.

I. Prebióticos

De los individuos encuestados, el 43,0% (273 respuestas) declaró conocer o haber escuchado nombrar la palabra “prebiótico”. Esto representa una marcada diferencia con respecto al conocimiento de la palabra “probiótico”, en donde el 89,9% (571 respuestas) afirmó conocerlo.

Se encontraron 138 respuestas cuando se les preguntó a qué tipo de alimentos asocian la palabra “prebiótico”, de las cuales se grafican en la Figura 5.4 el porcentaje de aparición de las 10 más nombradas.

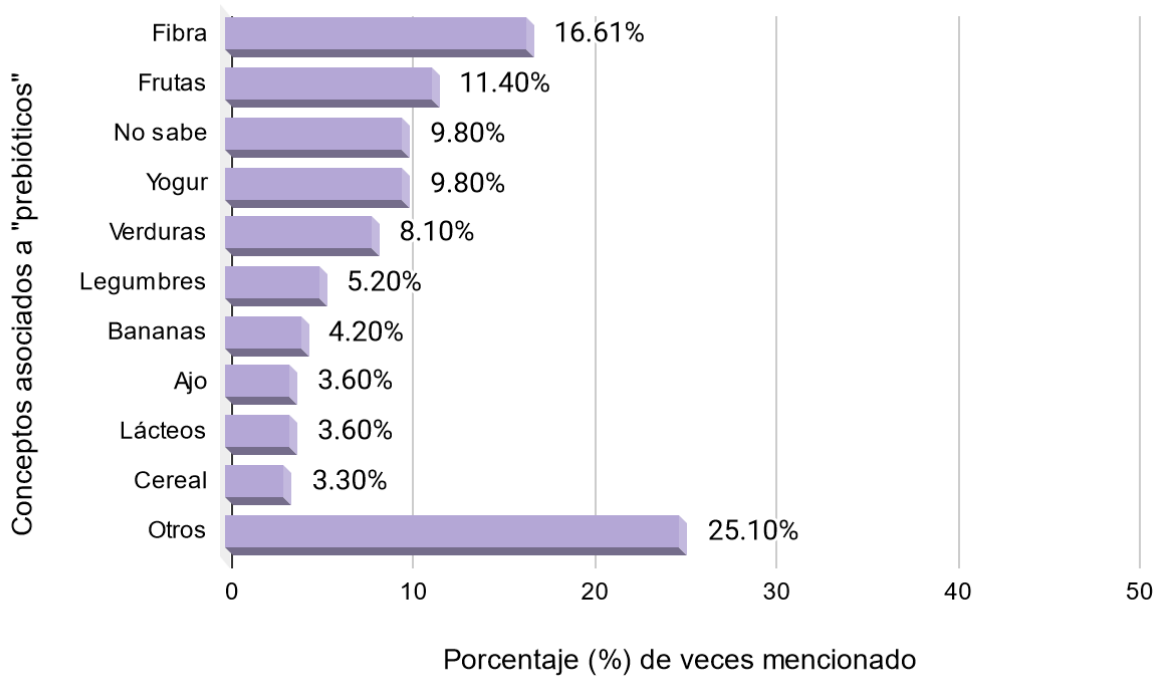


Figura 5.4: Porcentaje de aparición de los 10 conceptos asociados a prebióticos más mencionados, con los demás conceptos agrupados en “Otros”

A diferencia de la temática probióticos, al preguntar por prebióticos la mayoría de los conceptos se registraron en porcentajes por debajo del 10% del total de ellos. Solamente dos categorías estuvieron por encima de ese valor, siendo “Fibra” y “Frutas”. Esto también se puede interpretar como que es más común el conocimiento sobre probióticos en comparación con el de prebióticos.

Al analizar estos datos se puede notar que las personas encuestadas en general estaban bien informadas de lo que es un prebiótico, pero a su vez se registraron muchos más tipos de alimentos, de los cuales varios no corresponden a dicha categoría.

Nuevamente dentro de “Otros”, categoría que presentó gran variabilidad, se agrupan otros conceptos que se mencionan menos del 3,3% del total. En orden de cantidad de aparición estos son: fermentos, cebolla, kefir, avena, suplementos, alimentación sana, batata, probiótico, panificados, alcachofa, bebidas, inulina, papa, microorganismos, aditivos, miel, trigo, alcaucil, alimentos para bebés, almidón resistente, chucrut, jengibre y kimchi.

i. Análisis por rango etario

Las respuestas en función de la edad de los encuestados se volcaron en la Tabla 5.3 de manera de facilitar su análisis. Como criterio de selección de los conceptos a analizar se tomaron los que fueran mencionados al menos el 10% del total en las respuestas, porcentajes que se pueden observar en el gráfico de Conceptos asociados a “prebióticos” versus Cantidad de veces mencionado (Figura 5.4). Los conceptos mayormente mencionados fueron dos, “Fruta” y “Fibra”.

Tabla 5.3. Porcentaje de aparición de los conceptos mayormente asociados a prebióticos en función del rango etario

Rango etario (años)	Encuestados totales	Cantidad de respuestas	Respuesta	Cantidad de veces mencionada
Menos de 18	4	0	-	-
Entre 18 y 33	330	120	Fruta	24
			Fibra	23
Entre 34 y 49	185	75	Fibra	18
			Fruta	9
Entre 50 y 65	79	26	Fibra	5
			Fruta	1
Mayor a 65	55	17	Fibra	5
			Fruta	-

Se observa que el rango etario de entre 18 y 33 años es el que mencionó mayormente los conceptos, seguidos por el rango entre 34 y 49 años.

La participación de los encuestados en esta pregunta fue baja, donde los pertenecientes al rango etario menor no participaron. En cuanto a los demás grupos etarios, en el rango entre 18 y 33 años participaron el 36,36%, de entre 34 y 49 años el 40,54%, entre 50 y 65 respondieron el 32,91% y del rango etario mayor a 65 años contestó el 30,90%.

II. Yacón

Se procedió con la encuesta consultando a los participantes acerca de dos cuestiones básicas sobre el yacón. Primero se les preguntó en referencia a los conocimientos sobre el mismo, y luego sobre su consumo.

i. Conocimientos sobre yacón

Se les realizaron dos preguntas con respecto a este tema, no sólo indagando sobre el conocimiento en sí sino también de dónde lo habían adquirido. Esto nos resultó

importante consultarlo ya que se trata de un tubérculo poco difundido en la población general.

Con respecto al conocimiento acerca del yacón, a la pregunta “¿Conoce o escuchó nombrar alguna vez sobre un alimento llamado yacón?” 86 de los individuos seleccionaron “Sí”, los cuales corresponden al 13,5% de los encuestados totales.

Cuando se les consultó de donde conocían el término se obtuvieron 89 respuestas, las cuales se grafican en la Figura 5.5.

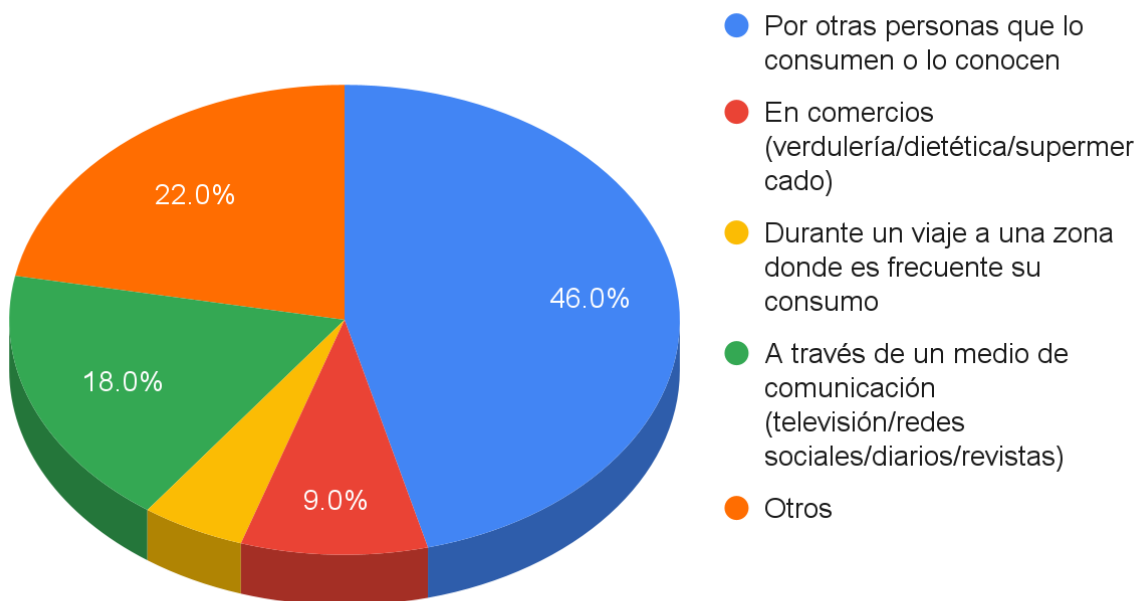


Figura 5.5. Dónde adquirieron conocimientos sobre el yacón los encuestados en porcentajes.

Se observó que la mayoría de los encuestados que declararon saber sobre la raíz tuberosa del yacón lo conocieron mediante otras personas que lo consumen o conocen. Esto es un indicativo de la importancia de las redes entre personas a la hora de comunicar información. La segunda opción más seleccionada (por fuera de “Otros”) fue la que declara conocer a través de un medio de comunicación, que tal y como su nombre indica, son instrumentos que difunden información, por lo que no sorprende que ésta sea una de las formas más comunes de recibirla.

En la categoría “Otros” los encuestados tenían un espacio libre para poder personalizar su respuesta. Dentro de ésta, las personas encuestadas declararon otras formas en que adquirieron el conocimiento sobre el yacón, siendo mediante juegos, en formación profesional, en la universidad, en un curso de alimentos, por su trabajo, en un material científico y por vivir en una zona donde se cultiva y consume. A su vez, se obtuvieron respuestas diciendo no conocerlo.

a. Análisis por rango etario

Se obtuvieron 100 respuestas a esta pregunta, las cuales se colocaron en la Tabla 5.4 para facilitar su análisis en función de los rangos etarios. Como en análisis previos, omitimos las respuestas a “Otros” por ser muy variadas.

Tabla 5.4. Dónde adquirieron conocimientos sobre el yacón los encuestados en función del rango etario.

Rango etario (años)	Encuestados totales	Cantidad de respuestas	Respuesta	Cantidad de veces mencionada
Menos de 18	4	1	En comercios (verdulería/dietética/supermercado)	1
Entre 18 y 33	330	46	Por otras personas que lo consumen o lo conocen	22
			En comercios (verdulería/dietética/supermercado)	2
			Durante un viaje a una zona donde es frecuente su consumo	3
			A través de un medio de comunicación (televisión/redes sociales/diarios/revistas)	10
Entre 34 y 49	185	34	Por otras personas que lo consumen o lo conocen	16
			En comercios (verdulería/dietética/supermercado)	4
			Durante un viaje a una zona donde es frecuente su consumo	1
			A través de un medio de comunicación (televisión/redes sociales/diarios/revistas)	5
Entre 50 y 65	79	12	Por otras personas que lo consumen o lo conocen	6
			En comercios (verdulería/dietética/supermercado)	1
			Durante un viaje a una zona donde es frecuente su consumo	1
			A través de un medio de comunicación (televisión/redes sociales/diarios/revistas)	2
Mayor a 65	55	7	Por otras personas que lo consumen o lo conocen	2
			En comercios (verdulería/dietética/supermercado)	1
			Durante un viaje a una zona donde es frecuente su consumo	0
			A través de un medio de comunicación (televisión/redes sociales/diarios/revistas)	1

En cada rango etario se siguió la tendencia general observada, en la que los encuestados declaran conocer el yacón mayormente a través de otras personas que lo consumen o conocen, seguido de mediante un medio de comunicación.

En esta pregunta la participación fue baja en comparación a los temas anteriores, lo cual también es un indicativo de lo poco que se conoce sobre yacón entre la población encuestada. Se puede observar que de los grupos etarios que afirman conocer el término son mayoría los del rango entre 18 y 33 años, seguido por el de entre 34 y 49 años.

ii. Consumo de yacón

En cuanto al consumo del yacón, se les preguntó a los encuestados “¿Consumió alguna vez yacón o derivados del mismo (harinas/cápsulas/extractos/jugos)?”, a lo cual 19 personas (3,0%) contestaron “Sí”. En comparación con las 89 personas que afirmaron conocerlo, este resultado indica un consumo menor al esperado respecto al nivel de conocimiento.

La siguiente pregunta consultaba, en el caso de haberlo consumido, en qué presentaciones fue. Los encuestados tenían entonces un espacio para personalizar su respuesta, las cuales fueron 17 y se muestran en la Figura 5.6.

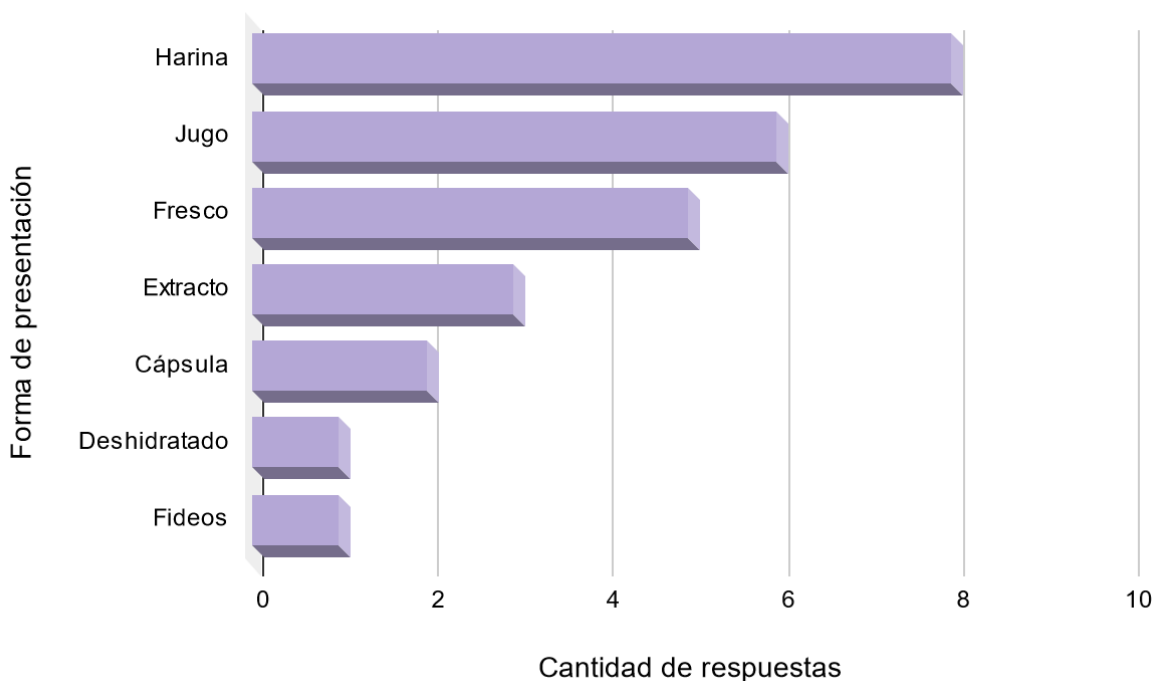


Figura 5.6. Porcentaje de veces que fueron mencionadas presentaciones en las cuales consumieron yacón los encuestados

Al observar la figura se ve que la forma más usual de consumo de yacón es en forma de harina, seguido por jugo y de forma fresca. Algunas personas manifestaron haberlo probado en más de una presentación.

a. Análisis por rango etario

En esta pregunta se registraron pocas respuestas, las cuales fueron ordenadas por rango etario en la Tabla 5.5.

Tabla 5.5. Presentaciones en las cuales consumieron yacón los encuestados según rango etario.

	Entre 18-33 años	Entre 34-49 años	Entre 50-65 años	Mayor a 65 años
Harina	6	1	1	-
Jugo	6	-	-	-
Extracto	3	-	-	-
Fresco	2	2	-	1
Cápsula	1	-	-	1
Fideos	1	-	-	-
Deshidratado	-	1	-	-

La mayoría de los conceptos obtenidos fueron del grupo de entre 18 y 33 años (19), mientras que del rango de menores de 18 años no se obtuvieron respuestas.

5.3.4 Potencial consumo de la bebida fermentada

Por último, para evaluar qué tan apetecible resultaría para los encuestados el consumo de la bebida potencialmente saludable, elaborada fermentando yacón con gránulos de kefir, se les preguntó “¿Consumiría una bebida fermentada elaborada a base de un tubérculo con sabor dulce y que le otorga beneficios adicionales para su salud (por ej. para disminuir los síntomas de trastornos digestivos)?”. Se les dió 3 opciones: “Tal Vez”, “Si” y “No”. Las respuestas obtenidas se observan en la Figura 5.7.

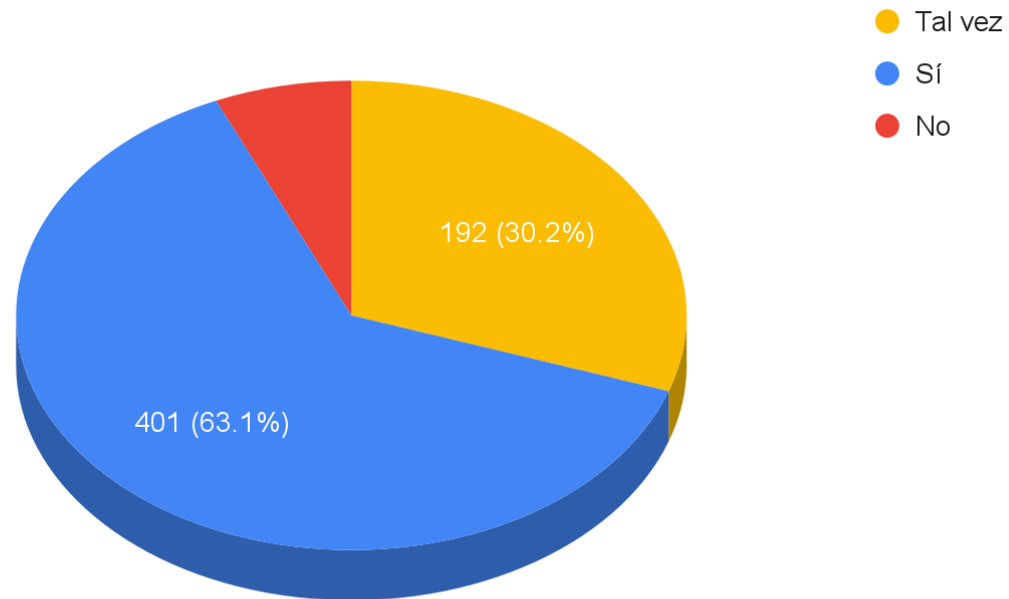


Figura 5.7. Distribución de la intención del consumo de una bebida potencialmente saludable a base de kefir de agua y yacón.

La mayoría de los individuos encuestados contestaron que consumirían una bebida con dichas características, siendo 401 los que seleccionaron “Sí”, 192 los que eligieron “Tal vez” y 42 los que optaron por “No”.

5.3.5 Comentarios

Para concluir el espacio de preguntas, se dispuso de un espacio donde los participantes podían hacer comentarios pertinentes a la misma o los temas tratados en ella. Aquí 70 encuestados dejaron comentarios. Entre éstos, se mencionaron el interés por adquirir mayor información sobre los tópicos tratados (intención de recibirla por mail y de buscarla por sus propios medios), comentaron sobre experiencias con el consumo de bebidas fermentadas (tepache, licores a base de tubérculos, kefires de zanahoria y remolacha), expresaron su interés por la difusión de información sobre alimentos benéficos para la salud, explicaron de qué dependería su elección de consumo de la bebida fermentada supuesta en la encuesta (sabor, precio, beneficios a la salud, que esté aprobado por entidades estatales) y también dejaron buenas intenciones para con la tesinista.

5.3.6 Difusión de información

De la información recolectada en la encuesta, sólo a los individuos que así lo expresaron se les envió posteriormente un mail informativo (Anexo 2) sobre los temas tratados en la encuesta. Esta información, dado que era destinada a la población, se redactó de manera coloquial, resumida y clara, de forma tal de poder facilitar su

comprensión. Este mail resultó importante, ya que una gran mayoría lo solicitó (72,9%), lo cual, junto con los comentarios recibidos, podrían considerarse como un indicativo del interés que despertó la encuesta sobre alimentos funcionales.

Considero importante el poder utilizar a la encuesta no sólo como fuente de información para este Trabajo Final de Carrera sino también como una forma de difundir información verificada, concisa y certera sobre estos temas que, si bien están en auge en la sociedad actual, pueden llevar a confusiones debido a la complejidad de los mismos y la dificultad para transmitirlos de manera no académica.

5.4 Discusión final

De esta encuesta abierta a la población formaron parte 635 personas. En función de sus edades, más de la mitad correspondieron al grupo etario entre 18 y 33 años, lo cual puede ser atribuido a la edad de las personas que principalmente difundieron la encuesta y por el medio en que se llevó a cabo. La variabilidad en cuanto al rango etario se encontró principalmente en lo relacionado al conocimiento, medido en cantidad de respuestas registradas en preguntas no obligatorias, siendo los del grupo entre 18 y 33 años los que mostraron estar más informados en aquellas preguntas donde hubo menor participación por parte del total de las personas encuestadas.

Se encontró que el conocimiento sobre probióticos y kefir fue mucho mayor que el de prebióticos y yacón. Esto podría ser indicio de que, tal y como se supuso al inicio de esta encuesta, las personas no están familiarizadas con los últimos dos conceptos. A partir de ésto, podrían generarse mayores instancias o plataformas informativas al respecto en trabajos futuros.

Se observó un gran interés por parte de las personas encuestadas por la bebida fermentada de kefir y yacón, a la vez que se abrió el espacio para que pudieran expresarse en cuanto a las dudas que les surgieran de la encuesta. Esto, junto con que un gran porcentaje del total optó por recibir el mail informativo, permitió que se generara un ida y vuelta con los encuestados, donde no fue simplemente evaluar sus conocimientos y analizar los datos sino también transmitirles información.

Capítulo 6

Entrevistas

6.1 Introducción

La entrevista es una técnica cualitativa de investigación social que emplea al diálogo como recurso para recopilar información. Estas pueden adoptar diferentes formas, desde muy enfocadas o predeterminadas hasta muy abiertas, siendo la de tipo semiestructurada la más comúnmente empleada, la cual utiliza un conjunto de preguntas o temas a explorar como guía pero sin un orden determinado (Erlandson y col., 1993). Según Valles (1997), en una entrevista el investigador y el entrevistado dialogan de forma que es una mezcla de conversación y preguntas insertadas.

Las entrevistas cualitativas se caracterizan por tener una modalidad similar a la de las conversaciones casuales y por la duración del encuentro conversacional. Patton (1990) clasifica a este tipo de entrevistas y habla de entrevistas estandarizadas abiertas, las cuales emplean una lista de preguntas que se ordenan y redactan por igual para todos los entrevistados pero que permiten una respuesta libre o abierta, posibilitando así un análisis cuali y cuantitativo de las mismas.

Millar y col. (1992) mencionan a las entrevistas profesionales, y particularmente a las de tipo entrevista de investigación, la cual es una técnica de obtención de información relevante para los objetivos de un estudio.

6.2 Metodología

Siendo el kefir una bebida ancestral en expansión en el mundo actual, encontramos apropiado consultar con productores locales su visión y manejo del mismo, así como consultarles sobre su conocimiento sobre el yacón (en caso negativo informarlos) y evaluar su punto de vista con respecto a la posible utilización de éste como sustrato. Para esto, durante los meses de noviembre y diciembre de 2021, se realizaron entrevistas de tipo cualitativas estandarizadas abiertas y profesionales (Patton, 1990; Millar y col, 1992) a tres productores locales. Formaron parte de las mismas la tesinista, la directora y la co-directora de este trabajo, además del productor entrevistado y una antropóloga. Debido a la emergencia sanitaria del año 2021, las entrevistas se llevaron a cabo de manera virtual por la plataforma Google Meet, siguiendo las preguntas guías que se adjuntan en el Anexo 3, logrando una conversación que resultó ser un intercambio enriquecedor para ambas partes.

Las preguntas guía que se realizaron a los entrevistados tuvieron dos enfoques distintos, siendo el primero encauzar la entrevista no sólo hacia los conocimientos propios

de un productor y comercializador de la bebida, sino también sobre su propia historia con el kefir, cómo lo conocieron, qué los llevó a producirlo y su relación con esta bebida. En una segunda parte, se abordaron los conocimientos sobre la raíz tuberosa del yacón: en caso de no conocerlo, se les informó sobre su existencia, sus particularidades y propiedades, para así poder consultar desde su posición como productores de kefir sobre la factibilidad de la elaboración de una bebida de kefir empleando yacón como sustrato.

Se acordó previamente con los entrevistados que tanto su identidad como los datos sensibles no serán revelados. Adicionalmente, la información adquirida será empleada solamente a efectos de la presente tesina bajo su previa revisión y consentimiento.

6.3 Resultados

A partir de los temas utilizados como guía de la entrevista y de los surgidos durante la misma, se establecieron categorías de análisis que son las que definen los siguientes apartados de la sección. Dichas categorías comprenden básicamente el tiempo de experiencia en relación con el kefir; las formas en que se ha accedido a los gránulos y a su conocimiento; la tecnología que emplean para su elaboración y finalmente la visión del Yacón como sustrato de fermentación de gránulos de kefir de agua.

6.3.1 Tiempo de experiencia con el kefir

El tiempo de experiencia con el kefir de cada entrevistado es muy variado. Dos de los tres productores entrevistados respondieron tener una experiencia reciente (de 1 a 2 años desde que lo comercializan) mientras que el tercero mostró una experiencia mayor (más de 5 años en el mercado). Resulta interesante mencionar que, siendo éste un producto en auge en nuestro territorio, hubo entrevistados que conocen el kefir (de leche o de agua) hace más de 10 o 20 años, y a algunos el sabor de la bebida no les resultó agradable en una primera instancia. Las experiencias y el perfil profesional de cada uno de los entrevistados, previo a lanzarse a producir kefir con fines comerciales, son muy variadas (desde Ingenieros en Alimentos hasta Licenciados en Música y Cine) y esta diversidad de conocimientos influyó en la confianza inicial que tuvieron con el producto. También pudimos ver que la relación de confianza con la persona que les presentó esta bebida fermentada fue fundamental para consumirla y experimentar con ella, destacando el rol central de los lazos o redes de personas que han tenido experiencia previa con el kefir a la hora de difundir su consumo.

En cuanto al tiempo de experiencia como comercializadores de kefir, los entrevistados también mostraron variados períodos desde que conocieron el kefir de agua hasta llevar a cabo el emprendimiento, cada uno afectado por las situaciones sociales de la época, que los llevó a diversas experiencias en su campo. A su vez, algunos generaron su producto desde un enfoque artesanal y otros desde uno más industrializado, ambos de manera exitosa, lo cual permitió una mirada distinta al plantear los diferentes enfoques de la entrevista.

También se puede mencionar que los volúmenes de producción semanal de bebida difieren para los entrevistados, donde dos de ellos producen por encima de 1.000 litros semanales, mientras que el tercero, que posee menor tiempo de experiencia, elabora alrededor de 50 litros semanales.

6.3.2 Formas de acceso a los gránulos y al conocimiento sobre el kefir

Las formas de obtención de los conocimientos sobre el kefir suelen basarse en lazos sociales, familiares y educativos; por ejemplo, uno de los productores adquirió el gránulo desde la UNLP. Podría pensarse que el espíritu solidario de los proyectos de extensión se transfiere a los emprendimientos en sus etapas de inicio y formativas, haciéndoles parte del enfoque de la Economía Social. Así es como dos de los tres emprendimientos llegaron a la Facultad de Ciencias Exactas a través de actividades extensionistas, y del proyecto “Economía Social y Alimentos”, cuando ya estaban en funcionamiento, ampliando y haciendo crecer cualitativamente la extensión como un proceso de intercambio de conocimientos y experiencias. Este espíritu solidario lo observamos también en el compromiso por comunicar e informar al consumidor sobre el kefir por parte de algunos de los entrevistados, siendo las redes sociales las plataformas que juegan el papel más importante, favoreciendo el intercambio interpersonal. Vale aclarar que uno de estos emprendimientos se ha enfocado en una producción con un corte más industrial, pero valiéndose de esta herramienta para mantener ese espacio de relación con sus consumidores.

La forma de obtención de los gránulos fue mediante un familiar, amigo o en dietéticas, ya sea en su presentación hidratada o deshidratada. Notamos que, en algunos casos, la manera en que los obtuvieron influyó en la estrategia de conservación que aplican para el mismo, es decir, quien los obtuvo hidratados los almacena de esa manera, mientras que quien los consiguió en forma deshidratada, los deshidrata para su almacenamiento.

Esto también se relaciona con la forma en que manejan los excedentes de los gránulos, categoría desarrollada en el próximo apartado.

6.3.3 Tecnología del proceso de fabricación

En esta categoría se incluyen los sustratos comúnmente empleados y explorados, la técnica de fermentación, las estrategias de eliminación de residuos y prevención de contaminación, así como la disposición de residuos y/o excedentes y la conservación de gránulos, las cuales se desarrollan a continuación.

I. Sustratos comúnmente empleados y explorados

Los entrevistados reportan el uso de naranja, manzana, limón, jengibre, frutos rojos, maracuyá, pomelo, azúcar de mascabo, azúcar orgánico y pasas de uva. La elección de estos sustratos se fundamenta en su disponibilidad en el mercado, su costo y la aceptabilidad del consumidor por los distintos sabores.

A la hora de explorar diferentes opciones para elaborar la bebida, todos los entrevistados mencionaron variados tipos de sustratos, como son distintas clases de azúcares, frutas, vegetales y hierbas. Para la realización de estas pruebas exploratorias siempre emplearon su método predilecto de preparación de la bebida, obteniendo resultados variados hasta llegar a los sabores que comercializan. De esta forma, podemos pensar que la confianza que han desarrollado en la elaboración y consumo del kefir les permite ser creativos en las elecciones que llevan a cabo para su producción.

II. Técnicas de elaboración de la bebida

Encontramos diferentes formas de elaboración, basadas principalmente en la cantidad de fermentaciones efectuadas. Para abordar esto, llamaremos “primera fermentación” cuando realizan un solo ciclo fermentativo, y “segunda fermentación” cuando desarrollan dos fermentaciones sucesivas.

Con respecto a la tecnología de “primera fermentación”, nos encontramos con dos técnicas distintas empleadas por los entrevistados. Una de ellas consiste en elaborar la bebida realizando una sola fermentación con los gránulos, las frutas y azúcares, que luego se filtra y envasa. La otra consiste en fermentar con azúcares, obteniendo la bebida que luego se filtra y se mezcla con jugos de frutas para su envasado final. Por lo tanto, en el

caso de realizar una sola fermentación, la saborización con jugos de frutas puede hacerse en la misma etapa de fermentación o de manera posterior.

La tecnología de “segunda fermentación” consiste en dos pasos fundamentales: una primera fermentación para la cual se emplea como sustrato una solución de azúcares no refinados inoculados con los gránulos de kefir, seguida de una segunda fermentación, donde la bebida producto de la primera se emplea como inóculo para la fermentación de diferentes frutas de estación. Finalizada esta fermentación, se procede al filtrado y envasado de la bebida.

En el proceso de elaboración de kefir de agua descrito en la sección 3.2 del presente trabajo se describió el empleo de una tecnología de primera fermentación, ya que esa es la manera en la que se lo prepara tradicionalmente (Laureys y De Vuyst, 2014; Laureys y col., 2017, 2018; Marsh y col., 2013). No obstante, existen reportes de la realización de la segunda fermentación, llevada a cabo mediante la adición de frutas o jugo de frutas luego de retirados los gránulos (Bueno y col., 2021; Fiorda y col., 2017). En esta etapa se suelen emplear frutas tales como manzana, ananá, lima, limón, naranja, mango, cerezas o frutillas.

III. Estrategias de eliminación de residuos y prevención de contaminantes

Un problema del empleo de la técnica de primera fermentación con el que se encuentran los productores es la separación de los gránulos y sustratos empleados al finalizar la fermentación debido a que al incluir frutas, verduras o hierbas estas dejan residuos que no pueden separarse de los gránulos mediante filtración, lo que puede generar dificultades para la disposición final de los mismos o llevar a la mezcla de sabores indeseados. Por esta razón, recurren a dos técnicas distintas de producción, ya sea empleando un sólo tipo de sustrato para la fermentación y realizando la saborización luego de retirados los gránulos, o destinando un stock de gránulos exclusivamente a la elaboración de cada sabor.

En cuanto a las frutas utilizadas, algunas son pretratadas para disminuir posibles contaminaciones mediante procesos térmicos como la pasteurización y el escaldado. Por otro lado, encontraron que el uso de frutas congeladas logra homogeneidad en sus productos, asegurando su disponibilidad en cualquier época del año y agilizando el uso del tiempo y del espacio físico, en comparación al uso de frutas frescas.

IV. Estrategias de conservación de gránulos y disposición de excedentes

La fermentación con gránulos de kefir de agua trae asociado el incremento acelerado de su biomasa y debido a que los ciclos de fermentación son cortos (de 20 a 48 hs), se produce rápidamente un alto excedente de los mismos. La disposición de estos gránulos es un problema expresado por todos los productores entrevistados, los cuales mencionan la falta de espacio (grandes producciones generan grandes volúmenes de excedente) y el consumo de recursos (energéticos por refrigeración y económicos) en su almacenamiento. Esta situación los lleva a buscar estrategias para conservarlos o disponer de ellos.

Las estrategias de conservación que los entrevistados emplean consisten en guardar los gránulos refrigerados en recipientes de plástico (“tuppers”), sumergidos en una solución azucarada, o deshidratarlos al aire y almacenarlos en frascos. La primera forma requiere el uso de grandes espacios y de energía necesaria para mantenerlos en refrigeración, por lo que es una desventaja frente al segundo método, que no requiere de ninguna de ellas. Sin embargo, la deshidratación puede causar una pérdida en la capacidad de reproducirse de los gránulos y, además, exige un paso adicional de reactivación de los mismos.

En referencia a la disposición de los gránulos notamos que, como mencionamos en el apartado 6.3.2, la forma de obtención de los mismos influye en cómo los almacenan. El productor que los mantiene en heladera lo composta o descarta cuando el volumen excede sus capacidades, mientras que el que emplea la técnica de deshidratación los almacena de esa manera y no requiere descartarlos. Otra disposición final es la de comercializar los gránulos, normalmente deshidratados para facilitar su transporte; pero al ser un producto ancestral conocido por ser obtenido gratuitamente, es una práctica cuestionada por los consumidores y en desuso por los productores entrevistados.

Adicionalmente, todos los entrevistados poseen un enfoque ambiental que se ve reflejado en el empleo de vidrio en vez de plástico para el envasado de sus productos (que algunos aprovechan para que sea de tipo retornable), el uso de sustratos orgánicos y el disponer los excedentes de la producción en la generación de compost. Esta actitud de compromiso con el cuidado del medio ambiente va de la mano con la convicción y objetivo de los productores de promover salud y bienestar al distribuir un producto asociado a estos valores.

En la bibliografía se han reportado problemas con el crecimiento excesivo de los gránulos de kefir (Laureys y col., 2017; Lynch y col., 2021). Es por ello que se han llevado a cabo investigaciones con el objetivo de buscar alternativas para su aprovechamiento. Entre ellos se pueden mencionar: su empleo como hidrocoloide en alimentos horneados (Hermann y col., 2016), en formación de películas (Coma y col., 2019), en la producción de vinagre (Terpou y Mantzourani, 2019) y de salchicha japonesa fermentada (Wu y col., 2018). Otros usos estudiados son su implementación en el tratamiento de aguas residuales (Sarikkha y col., 2014; Volpi y col., 2019; Maldonado y col., 2020).

6.3.4 Yacón como sustrato de fermentación de gránulos de kefir de agua

Una vez concluida la primera parte de la entrevista, donde conversamos sobre las técnicas empleadas y las motivaciones como emprendedor y como empresa para comercializar kefir de agua de cada uno de los entrevistados, continuamos con la segunda parte. En caso de que no tuvieran conocimiento sobre el yacón, se les informó sobre su procedencia, sus propiedades nutricionales y organolépticas, su composición y valor ancestral, para poder obtener su opinión como productores de kefir en cuanto a su factibilidad como sustrato a fermentar.

De los tres productores, sólo uno conocía este tubérculo previo a la entrevista. Éste lo conseguía en dietéticas donde sólo lo comercializaban deshidratado y lo promocionaban como un snack dulce, producto alternativo para personas con diabetes. Nos describe el sabor y textura del mismo como “similar a la manzana deshidratada”.

Sin embargo, los tres entrevistados mostraron un gran interés en el yacón y sus propiedades, así como el posible desarrollo de una bebida potencialmente simbiótica, a pesar de que no sabían mucho sobre él previo a la entrevista. También les surgieron dudas sobre cómo performa el yacón al ser fermentado por los gránulos, si se da la fermentación en esas condiciones y si sus azúcares estarían biodisponibles para los microorganismos que conforman el gránulo. Podríamos pensar que el interés en experimentar con este tubérculo está relacionado con la confianza que tienen en el kefir; en efecto, uno de los productores se encuentra en este momento experimentando con dicho tubérculo, en trabajo estrecho con el proyecto de extensión de “Economía Social y Alimentos” y el proyecto de investigación en el que se enmarca esta tesina.

6.4 Discusión final

En estas entrevistas a productores de kefir nos encontramos con una gran cantidad de información. Se discutieron diversas técnicas de manufactura provenientes de variados perfiles profesionales, así como diferentes conocimientos previos que influyeron sobre sus experiencias en la elaboración de esta bebida fermentada. Los entrevistados tuvieron en común el enfoque ambiental y saludable, el deseo de informar a los consumidores y el acercamiento hacia el espacio de extensión de la facultad en pos de una mejora en sus objetivos. Es común en ellos también la exploración de diversos sustratos basados en su confianza y experiencia en la bebida, así como la problemática asociada a la disposición de excedentes de gránulos de la producción.

En general, si bien surgieron dudas con respecto a la técnica que implicaría su elaboración, a todos los productores entrevistados les resultó factible y les generó interés el empleo de yacón como sustrato para la elaboración de una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua. Explorar esas preguntas que les surgieron podría ser un tema a explorar en un trabajo a futuro.

Capítulo 7

Conclusiones y perspectivas

7.1 Conclusiones

Tanto el yacón como el kefir de agua son dos alimentos ancestrales que se producen en Latinoamérica, los cuales han sido previamente estudiados y su consumo reviste beneficios para la salud.

Por un lado, el kefir de agua es una fuente de microorganismos con potencial probiótico que se elabora y comercializa en nuestro país. Se destaca su gran capacidad para adaptarse a diferentes sustratos alimenticios y el hecho de que sea apto para el consumo por parte de poblaciones con dietas especiales como son las personas con celiaquía, diabetes y veganos. Hay un amplio interés en su consumo de creciente demanda, así como por investigar sustratos azucarados alternativos.

Por otro lado, las características de la raíz tuberosa del yacón reportadas en bibliografía demuestran sus diversos beneficios, así como la gran diversidad de matrices alimenticias de las que puede formar parte, enriqueciéndolas en propiedades funcionales más allá de sus características nutricionales. Es una fuente natural rica en componentes bioactivos que lo vuelven un alimento multifuncional, y el hecho de que puede crecer en nuestro país es una ventaja a la hora de pensar en una posible difusión de su consumo, sus propiedades y la accesibilidad en el territorio. Además, al haber un contexto de mayor demanda de este tipo de alimentos, es consecuente que se desarrollen nuevos productos por parte del sector alimenticio.

La mezcla de dos alimentos con características que aportan beneficios a la salud además de la nutrición, como son el yacón y el kefir de agua, podría dar lugar a que se genere un alimento saludable con gran valor agregado.

En relación a las respuestas de la encuesta se pudo constatar que existe un mayor conocimiento sobre conceptos relacionados a probióticos y al kefir en particular, conocimiento que no se observó en cuanto a los prebióticos y al yacón. Los encuestados además demostraron el interés, como potenciales consumidores, de adquirir mayor información sobre una alimentación que genere una mejora en el estado de salud.

Con las entrevistas a productores se adquirieron conocimientos y experiencias que podrán ser de utilidad a la hora de llevar a cabo la experimentación necesaria para la obtención de una bebida fermentada de kefir de agua con yacón. Se pudo constatar que los productores tienen interés por la producción de la bebida fermentada utilizando yacón como sustrato.

Teniendo en cuenta las encuestas y los altos volúmenes de producción que reportan tener los productores de kefir entrevistados, nos encontramos con una gran difusión sobre el kefir de agua, alimento fuente de probióticos, en el territorio.

Este trabajo generó también un espacio de conversación con las personas encuestadas y las entrevistadas, y a su vez logró un enriquecimiento en los saberes de todos los involucrados. Esto se puede considerar como otro indicativo de lo receptivo que está el público a obtener este tipo de conocimientos.

En resumen, se exploraron diversos ángulos en torno a la factibilidad de la elaboración de un tipo de bebida fermentada. Con el conjunto de datos recopilados, se puede decir que están dadas las condiciones para que sea factible lograr una bebida a base de yacón fermentado con gránulos de kefir de agua.

7.2 Perspectivas a futuro

La encuesta se realizó con el objetivo de obtener una primera aproximación sobre el conocimiento de probióticos y prebióticos del público en general. Se propone para un estudio subsiguiente, realizar un cuestionario estructurado por muestreo, el cual implica agrupar a las personas con un criterio, el cual no se implementó en este trabajo debido a la complejidad y el tiempo que requeriría por parte de los encuestados. Éste sería de interés para enriquecer nuestro conocimiento sobre la opinión de un sector en particular.

Los participantes expresaron interés por que se generen mayores instancias o plataformas informativas sobre alimentos funcionales al alcance del público. Esto, por ejemplo, podría implementarse en uno de los espacios pilares de la facultad, como lo es la Extensión.

Investigar acerca de las respuestas a las dudas que les surgieron a los productores de kefir de agua con respecto a la técnica que se emplearía en la elaboración de la bebida supuesta podría ser tema a abordar en trabajos futuros.

Este trabajo en sus diferentes bloques, siendo búsqueda bibliográfica, realización de encuestas y de entrevistas, constituye un fundamento positivo para poder poner en práctica la elaboración de una bebida a base de yacón fermentado con gránulos de kefir de agua.

Anexos

Anexo 1

Encuesta dirigida a la población

Trabajo final de alimentos

Hola! Soy Noemí Ledesma y estoy realizando una encuesta para recabar datos para mi trabajo final de Licenciatura en Ciencia y Tecnología en Alimentos de la Universidad Nacional de La Plata.

La encuesta es breve, te tomará solo unos minutos contestarla.

Como la recopilación de datos es importante me ayudaría si, además de completarla, la podés reenviar a tus contactos.

Los resultados obtenidos, de ser publicados, serán presentados sin revelar información personal de los encuestados.

Se agradece el tiempo invertido en colaborar con este trabajo.



Cambiar cuenta

(no se comparten)



*Obligatorio

Nombre *

Tu respuesta

Edad *

- Menos de 18 años
- Entre 18-33 años
- Entre 34-49 años
- Entre 50-65 años
- Mayor a 65 años

¿Conoce o escuchó nombrar alguna vez la palabra "probiótico"? *

- Sí
- No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿con qué tipo de alimentos lo asocia?

Tu respuesta _____

¿Conoce o escuchó nombrar alguna vez sobre una bebida denominada kefir? *

- Sí
- No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿conoce sobre los efectos de su consumo?

Tu respuesta _____

Si consume kefir, ¿con qué frecuencia lo hace?

- Todos los días
- 1 a 3 veces por semana
- Otros: _____

¿Conoce o escuchó nombrar alguna vez la palabra "prebiótico"? *

- Sí
- No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿con qué tipo de alimentos lo asocia?

Tu respuesta _____

¿Conoce o escuchó nombrar alguna vez sobre un alimento llamado yacón? *

- Sí
- No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿cómo lo conoció?

- Por otras personas que lo consumen o lo conocen
- En comercios (verdulería/dietética/supermercado)
- Durante un viaje a una zona donde es frecuente su consumo
- A través de un medio de comunicación (televisión/redes sociales/diarios/revistas)
- Otros: _____

¿Consumió alguna vez yacón o derivados del mismo (harinas/cápsulas/extractos/jugos)?

- Sí
- No

Si su respuesta fue afirmativa, ¿en cuáles de las presentaciones mencionadas lo consumió?

Tu respuesta _____

¿Consumiría una bebida fermentada elaborada a base de un tubérculo con sabor dulce y que le otorga beneficios adicionales para su salud (por ej. para disminuir los síntomas de trastornos digestivos)? *

- Sí
- No
- Tal vez

Si desea realizar un comentario puede hacerlo a continuación

Tu respuesta _____

¿Esta interesado/a/e en recibir via mail información al respecto de los temas tratados en esta encuesta? (Al seleccionar "Sí" se le enviará a brevedad un único correo explayando la información de esta encuesta) *

Sí

No

Enviar

Anexo 2

Mail informativo enviado a los encuestados que lo solicitaron.

Muchas gracias por participar de la encuesta. Este mail te está llegando porque marcaste “Sí” en la opción de querer recibir información sobre lo mencionado en la misma, la cual se incluye a continuación junto con la fuente que se consultó para redactarla.

Saludos, Noemí.

Probiótico

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, Food Agriculture Organization) junto con la Organización Mundial para la Salud (OMS) define a los probióticos como “microorganismos vivos que, cuando son administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio para la salud del hospedador”. Estos microorganismos ingresan al organismo a través de los alimentos o suplementos alimenticios y, una vez en el intestino, van a reforzar la barrera intestinal y mejorar el balance de la microbiota intestinal. Esto es importante ya que la microbiota intestinal no solamente cumple un rol en la fisiología y en el metabolismo de los alimentos, sino que también es indispensable para el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune.

Se han descrito una gran cantidad de efectos beneficiosos para la salud tanto a nivel neurológico, endocrinológico e inmunológicos debidos al consumo de microorganismos probióticos. Otros efectos que inducen son la producción de vitaminas, la habilidad para reforzar la barrera intestinal y la neutralización de carcinógenos, entre otros.

Los alimentos que contienen probióticos son fermentos: yogur, chucrut, kombucha y kefir, entre otros.

Prebiótico

Los prebióticos son fibras no digeribles (de la familia de los hidratos de carbono) que son utilizados selectivamente en el colon por microorganismos beneficiosos (probióticos) como bifidobacterias y lactobacilos. Estas bacterias pueden producir durante la fermentación compuestos que benefician a los microorganismos que habitan en el colon. Estos beneficios pueden incluir el aumento de los probióticos, o mejorar el funcionamiento del sistema inmune, como también tener actividad antioxidante y/o reductora de la posibilidad de desarrollar cáncer.

Estos carbohidratos pueden estar presentes de forma natural en alimentos, tales como la leche y la miel, así como en hortalizas, verduras, frutas, cereales, legumbres y frutos secos.

Yacón

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es un tubérculo que crece en zonas cálidas de la Cordillera de los Andes. Posee un alto valor comestible debido a que es jugoso, posee sabor dulce y textura crujiente que permiten su consumo en forma cruda, así como una amplia variedad de productos derivados, como harinas, jugos, purés y endulzantes. En contraste con otros cultivos tuberosos que tienen un gran contenido de almidón, el yacón contiene fructooligosacáridos (FOS), inulina y compuestos fenólicos, que son sustancias/componentes que estimulan el crecimiento de bifidobacterias en el colon, mejoran la absorción de minerales, el metabolismo gastrointestinal e influyen en la regulación del colesterol. Tanto la inulina como los FOS al ser prebióticos presentan propiedades inmunoestimulantes, aumentan los efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos y anticancerígenos, y estimulan la absorción de algunos minerales y la producción de vitamina B. Es decir, su consumo está relacionado con una gran cantidad de beneficios para la salud.

Kefir

El kefir de agua es una bebida que se obtiene por fermentación de soluciones azucaradas mediante el uso de gránulos de kefir. Estos gránulos están formados por una microbiota compleja embebida en una matriz de polisacárido, donde las diferentes especies microbianas conviven en forma simbiótica y son responsables de la fermentación. Dentro de los grupos microbianos presentes en el gránulo, podemos mencionar las bacterias ácido lácticas, bacterias ácido acéticas y levaduras.

Se han determinado diferentes propiedades funcionales en esta bebida fermentada incluyendo la disminución del desarrollo de tumores y la inhibición de microorganismos causantes de enfermedades. También se ha encontrado que tiene propiedades antioxidantes y que puede reducir el colesterol y la hipertensión.

Fuentes consultadas:

- Angulo, L., Lopez, E., & Lema, C. 1993. Microflora present in kefir grains of the galician region (north-west of spain. Journal of Dairy Research, 60(2), 263-267.

-
- FAO/WHO. 2001. «Probiotics in food: Health and nutritional properties and guidelines for evaluation», en Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria, p. 30.
 - Garrote, G. L., Abraham, A. G., & De Antoni, G. L. 2001. Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *Journal of Dairy Research*, 68(4), 639-652.
 - Gamba R. R., Yamamoto S., Sasaki T., Michihata T., Mahmoud A. H. , Koyanagi T. & Enomoto T. 2019. Microbiological and Functional Characterization of Kefir Grown in Different Sugar Solutions, 25(2), 303-312.
 - Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C. y Sanders, M. E. 2014. «Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic.», *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. Nature Publishing Group, 11, pp. 506-514. doi: 10.1038/nrgastro.2014.66.
 - Macedo, L. L., Araújo, C., Vimercati, W. C., Saraiva, S. H., & Teixeira, L. J. Q. 2019. Evaluation of different bleaching methods applied to yacon. *Journal of Food Process Engineering*, 42, 1–7.
 - Pidoux, M. 1989. The microbial flora of sugary kefir grain (the gingerbeer plant): biosynthesis of the grain from *Lactobacillus hilgardii* producing a polysaccharide gel. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 5, 223–238.
 - Pidoux, M., Marshall, V.M., Zanoni, P., & Brooker, B. 1990. Lactobacilli isolated from sugary kefir grains capable of polysaccharide production and minicell formation. *Journal of Applied Microbiology*, 69, 311– 320.
 - Salazar, N., Gueimonde, M., De Los Reyes-Gavilan, C.G., & Ruas-Madiedo, P. 2015. Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria and bifidobacteria as fermentable substrates by the intestinal microbiota. *Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, 56(9),1440-1453.
-

- Saadat Y.R., Khosroushahib, A.Y., & Gargarid B.P. 2019. A comprehensive review of anticancer, immunomodulatory and health beneficial effects of the lactic acid bacteria exopolysaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 217, 79-89.

Anexo 3

Modelo de entrevista a productores de kefir de agua.

Introducción a la entrevista

En este proyecto estamos investigando sobre los aspectos nutricionales y funcionales del yacón y su posible aplicación en la fermentación con kefir de agua. Dado que en su emprendimiento cuentan con la experiencia en la producción y comercialización de kefir de agua, quisiéramos entrevistarle sobre algunos aspectos en relación al tema. Los datos que tomemos en la entrevista serán empleados exclusivamente para la investigación en curso.

Preguntas Guía

- ¿Hace cuánto lo produce? ¿Cómo consiguió los gránulos?.
- ¿Cuánto kefir produce aproximadamente? .
- ¿Podría describirnos la técnica que emplea para la fermentación?.
- ¿Qué sustratos utiliza comúnmente para hacer la fermentación?.
- ¿Ha pensado en explorar el uso de otros sustratos?.
- Dentro del proceso de fermentación, ¿existe alguna etapa que consideres que es necesario ajustar, o mejorar? ¿Se generan residuos o excedentes que haya que buscar su disposición?.
- ¿Ha escuchado o leído sobre el yacón?, ¿qué idea tiene de él?.
- En caso de que el yacón pudiera ser fermentado, ¿podría considerar incluirlo en las fermentaciones?.
- ¿Desea hacer algún comentario adicional?.

Cierre

Muchas gracias por el tiempo dedicado a esta entrevista. Procederemos a analizarla en grupo con mis directoras y nos comunicaremos para discutir con usted estos resultados, previamente a la entrega del informe final. Esta entrevista, tal como se aclaró al inicio, sólo será empleada para efectos de esta investigación.

Bibliografía

Referencias web

Referencia web 1: Synbiotic Product Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Functional Food & Beverages, Dietary Supplements), By Distribution Channel (Offline, Online), By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027. Report ID: GVR-4-68038-207-5. Published Date: Apr, 2020. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/synbiotic-product-market>. Consultado: 12/5/22.

Referencia web 2: Kefir Market Size, Share and COVID-19 Impact Analysis, By product Type (Dairy-based and Non-dairy), By Nature (Organic and Conventional), Category (Flavored and Non-Flavored), Distribution Channel (Supermarkets/Hypermarkets, Convenience Stores, Specialty Stores, and Online Retail), and Regional Forecast, 2020-2027. Report ID: FBI102463 . Published Date: Sep, 2020. <https://www.fortunebusinessinsights.com/kefir-market-102463>. Consultado 17/5/22.

Referencia web 3: “Tónico Facial Prebiótico” con extracto prebiótico de Yacón, caléndulas orgánicas y pro-vitamina B5, por Plantae, cosmética natural certificada. La Plata, Argentina. <https://www.plantaecosmetica.com/productos/tonico-facial-prebiotico/>. Consultado: 15/07/22.

Referencia web 4: “Redes sociales con mayor número de usuarios activos a nivel mundial en enero de 2022 (en millones)”, por Statista, página web proveedora de datos de mercado e información sobre los consumidores. <https://es.statista.com/estadisticas/600712/ranking-mundial-de-redes-sociales-por-numero-de-usuarios/#:~:text=Facebook%20encabezaba%20de%20nuevo%20en,red%20social%20ha%20sido%20imparable>. Consultado: 12/5/22.

Referencia web 5: “Average daily time spent by users worldwide on mobile social media apps from October 2020 to March 2021, by age group (in minutes)”, por Statista, página web proveedora de datos de mercado e información sobre los consumidores. <https://www.statista.com/statistics/1272883/worldwide-social-apps-time-spent-daily-age/>. Consultado: 12/5/22.

Bibliografía

Albert, J. (2007). Global patterns and country experiences with the formulation and implementation of food-based dietary guidelines. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51(Suppl. 2), 2-7.

Almeida A.P.S., Avia C.M., Barbisan L.F., de Moura N.A., Caetano B.F.R., Romualdo G.R., y Sivieri K. (2015). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and *Lactobacillus acidophilus* CRL 1014 reduce the early phases of colon carcinogenesis in male Wistar rats. *Food Research International*, v. 74, p. 48-54.

Alsayadi, M., Al Jawfi, Y., Belarbi, M., Soualem-Mami, Z., Merzouk, H., Sari, D. C., ... y Ghalim, M. (2014). Evaluation of anti-Hyperglycemic and anti-hyperlipidemic activities of water kefir as probiotic on Streptozotocin-induced diabetic Wistar rats. *Journal of Diabetes Mellitus*, 2014.

Alsayadi, M., Al Jawfi, Y., Belarbi, M., y Sabri, F. Z. (2013). Antioxidant potency of water kefir. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(6), 2444-2447.

Alves, V., Scapini, T., Camargo, A. F., Bonatto, C., Stefanski, F. S., de Jesus, E. P., ... y Treichel, H. (2021). Development of fermented beverage with water kefir in water-soluble coconut extract (*Cocos nucifera* L.) with inulin addition. *Lwt*, 145, 111364.

Angulo, L., Lopez, E., y Lema, C. (1993). Microflora present in kefir grains of the galician region (north-west of spain. *Journal of Dairy Research*, 60(2), 263-267.

ANMAT. (2002), LOS ALIMENTOS FUNCIONALES: ¿COMIDA QUE CURA? “Salud para Todos”. Año 10, n° 110. Recuperado de: http://www.anmat.gov.ar/publicaciones/alimentos_funcionales.asp. Consultado: 13/07/2022

Anselmo, R., Viora, S. S., y Lausada, L. I. (2001). Effect of kefir bactericide on *Salmonella sp*, 12, 91–96. Referencia: Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M., y León-Peláez, Á. (2022). Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. *Future Foods*, 5, 100123.

Arrieta, E. M., González, A. D., y Fernández, R. J. (2021). Dietas saludables y sustentables, ¿Son posibles en la Argentina?. *Revista Ecología Austral*. Editorial Asociación Argentina de Ecología

Aspiras, B. E. E., Flores, R. F. A. C., y Pareja, M. C. (2015). Hepatoprotective effect of Fermented Water Kefir on Sprague-Dawley rats (*Rattus norvegicus*) induced with sublethal dose of Acetaminophen. *Int. J. Curr. Sci*, 17, 18-28.

Aybar, M.J., A.N. Sánchez Riera, A. Grau y S.S. Sánchez. (2001). Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacón) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 74(2), 125-132.

Azi, F., Tu, C., Meng, L., Zhiyu, L., Cherinet, M. T., Ahmadullah, Z., y Dong, M. (2021). Metabolite dynamics and phytochemistry of a soy whey-based beverage bio-transformed by water kefir consortium. *Food Chemistry*, 342, 128225.

Bechhofer, F. y Paterson L. (2000). *Principles of Research Design in the Social Sciences*. Routledge. Londres, Inglaterra.

Beijerinck, M.W., 1889. Sur le kefir. *Arch.s Neerlandaises des Sciences Exactes et Naturelles* 23, 248–258.

Bibas Bonet ME, Meson O, De Moreno De Leblanc A, Dogi CA, Chaves S, Kortsarz A, Grau A, Perdigón G (2010) Prebiotic effect of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) on intestinal mucosa using a mouse model. *Food Agric Immunol* 21(Suppl 2):175–189

Bonfiglio, G. V., Margalef, M., Daz, M. (2014). Extracción de fructooligosacáridos de raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Congreso; V Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Secretaría de Ciencia y tecnología. Gobierno de la Provincia de Córdoba

Bonfiglio, G.V., Argenti, P., Margalef, M., y Daz, M. (2013). Optimización del proceso de extracción de fructooligosacáridos de raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Congreso; XIV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos; Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios. Rosario, Santa Fé

Brandão, C. C. (2013). Desarrollo de fermentado alcohólico de yacon. Disertación (Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos). Universidad Federal de Goiás, Brasil. <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5357>. Consultado: 13/6/2022

Bueno, R. S., Ressutte, J. B., Hata, N. N., Henrique-Bana, F. C., Guergoletto, K. B., de Oliveira, A. G., y Spinosa, W. A. (2021). Quality and shelf life assessment of a new beverage produced from water kefir grains and red pitaya. *Lwt*, 140, 110770.

CAA. (2011). Capítulo XVII. Alimentos de régimen o dietéticos. Artículo 1389. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_17.htm. Consultado: 10/7/22

CAA. (2012). Capítulo XVII. Alimentos de régimen o dietéticos. Artículo 1390. http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/CAA/Capitulo_17.htm. Consultado: 10/7/22

CAA. (2013). Capítulo XI. Alimentos vegetales. https://www.comodoro.gov.ar/wp-content/uploads/alimentos/caa/CAPITULO_XI.pdf. Consultado: 27/5/2021.

Cabrera Risco, B. A., y Ruiz Pérez, T. V. P. (2019). Elaboración de una bebida energizante a base de plantas naturales yacón (*Smallanthus sonchifolius*), aguaymanto (*physalis peruviana*) y guaraná (*paullinia cupana*). <ttp://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3406>. Consultado: 11/6/22

Cabrera, A.L., J.V. Crisci, G. Delucchi, S.E. Freire, D.A. Giuliano, L. Iharlegui, L. Katinas, A.A. Sáenz, G. Sancho y E. Urtubey. (2000). Catálogo ilustrado de las Compuestas (= Asteraceae) de la provincia de Buenos Aires, Argentina: sistemática, ecología y usos.

Calatayud, M., Börner, R. A., Ghyselinck, J., Verstrepen, L., Medts, J. D., Abbeele, P. V. D., y Damak, S. (2021). Water kefir and derived pasteurized beverages modulate gut microbiota, intestinal permeability and cytokine production in vitro. *Nutrients*, 13(11), 3897.

Campos, D., Betalleluz-Pallardel I., Chirinos, R., Aguilar-Galvez, A., Noratto G., Pedreschi, R. (2012). Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. y Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity, *Food Chemistry*, Volume 135, Issue 3, Pages 1592-1599

Cantero, J. J., Núñez, C. O., Bernardello, G. L. M., Amuchástegui, A., Mulko, J., Brandolin, P. G., Cantero, Juan Jose; Núñez, César O.; Mulko, José; Amuchastegui, Maria Andrea; Palchetti, Maria Virginia ; Brandolin, Pablo Germán ; Iparraguirre, Julia ; Virginil, Nora; Bernardello, Gabriel Luis Mario ; Ariza Espinar, Luis y Ariza Espinar, L. (2019). Las plantas de importancia económica en Argentina. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/126536>. Consultado: 28/07/22.

Cao, Y.; Ma, Z.F.; Zhang, H.; Jin, Y.; Zhang, Y.; Hayford, F. (2018). Phytochemical Properties and Nutrigenomic Implications of Yacon as a Potential Source of Prebiotic: Current Evidence and Future Directions. *Foods*, 7, 59.

Castañeda, C., y del Monte-Martínez, A. (2014). Prebióticos y su repercusión para la salud. Castañeda C, Del Monte A. Prebióticos y su obtención para la salud. Primera Edición. Quito, Ecuador. Editorial Mendieta.

Cespedes, E. M., y Hu, F. B. (2015). Dietary patterns: from nutritional epidemiologic analysis to national guidelines. *The American journal of clinical nutrition*, 101(5), 899-900.

Chang, Y. S. y col. (2016) Synbiotics for prevention and treatment of a dermatitis: a meta-analysis of randomized clinical trials. *JAMA Pediatr.* 170, 236–242.

Chen, H. L., Lu, Y. H., Lin, J. Jr. and Ko, L. Y. (2000). Effects of fructooligosaccharide on bowel function and indicators of nutritional status in constipated elderly men. *Nutr. Res.* 20:1725–1733

Choque Delgado GT, Thomé R, Gabriel DL, Tamashiro WMSC, Pastore G (2012) Yacon (*Smallanthus sonchifolius*)-derived fructooligosaccharides improves the immune parameters in the mouse. *Nutr Res* 32:884–892

Choque Delgado, G.T., W.M.C. Tamashiro, M.R. Maróstica Junior y G.M. Pastore. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68, 222-228.

Códex Alimentarius. (2017). Norma regional para el yacón CXS 324R-2017. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1?url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B324R-2017%252FCXS_324Rs.pdf. Consultado: 30/5/2021

Coma, M. E., Peltzer, M. A., Delgado, J. F., y Salvay, A. G. (2019). Water kefir grains as an innovative source of materials: Study of plasticiser content on film properties. *European Polymer Journal*, 120, 109234.

Contreras Prado, E. y Purisaca Salinas, J. P. (2018). Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y piña (*ananas comusus*) endulzado con stevia. URI: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3060>. Consultado: 13/6/2022

Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G., y Settanni, L. (2016). Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT - Food Sci. Technol.*, 66, 572–581.

Corzo N, Alonso JL, Azpiroz F, Calvo MA, Cirici M, Leis R, y col. (2015) Prebiotics: concept, properties and beneficial effects. *Nutr Hosp.*;31(Suppl 1):99-118.

Cosme, F., Inês, A., y Vilela, A. (2022). Consumer's acceptability and health consciousness of probiotic and prebiotic of non-dairy products. *Food Research International*, 151, 110842.

Darvishzadeh, P., Orsat, V., y Martinez, J. L. (2021). Process optimization for development of a novel water kefir drink with high antioxidant activity and potential probiotic properties from Russian olive fruit (*Elaeagnus angustifolia*). *Food and Bioprocess Technology*, 14(2), 248-260.

das Graças Vaz-Tostes, M., Viana, M. L., Grancieri, M., dos Santos Luz, T. C., de Paula, H., Pedrosa, R. G., y Costa, N. M. B. (2014). Yacon effects in immune response and nutritional status of iron and zinc in preschool children. *Nutrition*, 30(6), 666-672.

de Almeida Paula, H. A., Abranches, M. V., y de Lucas Fortes Ferreira, C. L. (2015). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a food with multiple functions. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 55(1), 32-40.

De Bellis, P., Sisto, A., y Lavermicocca, P. (2021). Probiotic bacteria and plant-based matrices: An association with improved health-promoting features. *Journal of Functional Foods*, 87, 104821.

De Moura N.A., Caetano B.F.R., Sivieri K., Urbano L.H., Cabello C., Rodrigues M.A., y Barbisan L.F. (2012) Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 50(8), 2902-2910.

Diniz, R. O., Garla, L. K., Schneedorf, J. M., y Carvalho, J. C. T. (2003). Study of anti-inflammatory activity of Tibetan mushroom, a symbiotic culture of bacteria and fungi encapsulated into a polysaccharide matrix. *Pharmacological research*, 47(1), 49-52.

Dionisio, A. P., Wurlitzer, N. J., Pinto, C. O., Goes, T. D. S., Borges, M. D. F., y Araújo, I. M. D. S. (2017). Processamento e estabilidade de uma bebida de caju e yacon durante o armazenamento sob refrigeração. *Brazilian Journal of Food Technology*, 21.

Dominguez Anaya, Y. P. (2018). Composición fisicoquímica y sensorial de la galleta dulce elaborada con harina mixta de trigo y yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Facultad de Ingeniería. Montería, Colombia. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/1018>. Consultado: 10/6/2022

EFSA. (2010) Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to lactulose and decreasing potentially pathogenic gastro-intestinal microorganisms (ID 806) and reduction in intestinal transit time (ID 807) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J.*;8(10):1806.

EFSA. (2014) Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to non digestible carbohydrates and a reduction of post prandial glycaemic responses pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J.*;12(1):3513.

EFSA. (2015). Scientific Opinion on the substantiation of a health claim related to “native chicory inulin” and maintenance of normal defecation by increasing stool frequency pursuant to Article 13.5 of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J.*;13(1):3951.

Egea, M. B., Santos, D. C. D., Oliveira Filho, J. G. D., Ores, J. D. C., Takeuchi, K. P., y Lemes, A. C. (2022). A review of nondairy kefir products: their characteristics and potential human health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(6), 1536-1552.

Erlanson, D.A.; Harris, E.L.; Skipper B.L. y Allen, S.D. (1993). *Doing naturalistic inquiry*. Sage Publishing, Inc. Londres, Inglaterra.

FAO/OMS, (2006). Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación - Informe de la Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos. Recuperado de <https://www.fao.org/publications/card/en/c/7dccb60a-88be-53fa-9c77-d6f81b7ca368/>. Consultado: 13/707/2022

Fels, L., Jakob, F., Vogel, R. F., y Wefers, D. (2018). Structural characterization of the exopolysaccharides from water kefir. *Carbohydrate polymers*, 189, 296-303.

Ferrari A., Vinderola G., y Weill R. (2020). Alimentos fermentados: microbiología, nutrición, salud y cultura. Instituto Danone del Cono Sur y Editores Académicos. Buenos Aires, Argentina.

Festinger, L. y Katz, D. (1989). *Los métodos de investigación en las ciencias sociales*. Editorial Paidós Ibérica, S.A.. Barcelona, España.

Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Medeiros, A. P., Rakshit, S. K., y Soccol, C. R. (2016a). Development of kefir-based probiotic beverages with DNA

protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 690-697.

Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., y Soccol, C. R. (2016b). Evaluation of a potentially probiotic non-dairy beverage developed with honey and kefir grains: Fermentation kinetics and storage study. *Food Science and Technology International*, 22(8), 732-742.

Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., de Souza Vandenberghe, L. P., y Soccol, C. R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation-A review. *Food Microbiology*, 66, 86-95.

Flores, D. (2010). Uso Histórico: Yacón *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. http://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1375/Uso_historico_yacon_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1. Consultado: 15/6/2022

Ford, A. C., Harris, L. A., Lacy, B. E., Quigley, E. M. M. y Moayyedi, P. (2018) Systematic review with meta-analysis: the efficacy of prebiotics, probiotics, synbiotics and antibiotics in irritable bowel syndrome. *Aliment. Pharmacol. Ther.* 48, 1044–1060.

Franzetti, L., Galli, A., Pagani, M. A., y De Noni, I. (1998). Microbiological and chemical investigations on sugar kefir drink. *Annali Di Microbiologia Ed Enzimologia*, 48 (1998), pp. 67-80

Galli, A., Fiori, E., Franzetti, L., Pagani, M. A., y Ottogalli, G. (1995). Composizione microbiologica e chimica dei granuli di Kefir “di frutta”. *Annali Di Microbiologia Ed Enzimologia*, 45 (1995), pp. 85-95

Gamba, R. R., Koyanagi, T., Peláez, A. L., De Antoni, G., y Enomoto, T. (2021). Changes in microbiota during multiple fermentation of kefir in different sugar solutions revealed by high-throughput sequencing. *Current Microbiology*, 78(6), 2406-2413.

Gamba, R. R., Yamamoto, S., Sasaki, T., Michihata, T., Mahmoud, A. H., Koyanagi, T., y Enomoto, T. (2019). Microbiological and functional characterization of kefir grown in different sugar solutions. *Food Science and Technology Research*, 25(2), 303-312.

Gamba, R.R., Nicolo, C., Correa Franco, M., Astoreca, A., Alconada, T., Antoni, G.D., y col., (2015). Antifungal activity against *Aspergillus parasiticus* of Supernatants from Whey Permeates Fermented with Kefir Grains. *Adv. Microbiol.* 05 (06), 479–492.

Garrote, G. L., Abraham, A. G., y De Antoni, G. L. (2001). Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *Journal of Dairy Research*, 68(4), 639-652.

Genta S, Cabrera W, Habib N, Pons J, Carillo IM, Grau A, Sánchez S (2009) Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clin Nutr* 28:182–187

Genta, S. B., Cabrera, W. M., Grau, A., y Sánchez, S. S. (2005). Subchronic 4-month oral toxicity study of dried *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots as a diet supplement in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 43, 1657–1665.

Geyer, M., Manrique, I., Degen, L., y Beglinger, C. (2008). Effect of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) on colonic transit time in healthy volunteers. *Digestion*, 78, 30–33

Gibson G. R., Roberfroid M. B. (1995) Dietary modulation of the human colonic microbiota – introducing the concept of prebiotics. *J. Nutrition*; 125:1401-12. Referencia:

Guillot, C. D. C. (2017). Microbiota intestinal, probióticos y prebióticos. *Enfermería investiga: investigación, vinculación, docencia y gestión*, 2(4), 156-160.

Gibson G. R., Scott K. P., Rastall R.A., Tuohy K. M., Hotchkiss A., Dubert-Ferrandon A., Gareau M., Murphy E. F., Saulnier D., Loh G., Macfarlane S., Delzenne N., Ringel Y., Kozianowski G., Dickman R., Lenoir-Wijnkoop I., Wlaker C., Buddington R. (2010). Dietary prebiotics: current status and new definition. *Food Sci Technol Bull Funct Foods*, 7(1), 1-19.

Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott K., Stanton C., Swanson K. S., Cani P. D, Verbeke K. y Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology y hepatology*, 14(8), 491-502.

Golowcycz, M. A., Mobili, P., Garrote, G. L., Abraham, A. G., y De Antoni, G. L. (2007). Protective action of *Lactobacillus kefir* carrying S-layer protein against *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *International journal of food microbiology*, 118(3), 264-273.

Gonçalves, I. F., Martins, E. M. F., Silva, V. R. O., y de Oliveira Martins, A. D. (2018). Efeito de yacon na aceitação sensorial de kefir e viabilidade de bactérias lácticas na bebida. *Vértices (Campos dos Goitacazes)*, 20(2), 194-201.

Gonçalves, P. V. M. (2010). Desenvolvimento de massa alimentícia funcional a base de extrato em pó e farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) e farinha de arroz por processo de extrusão termoplástica. *Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP*. Referencia: Gusso, A. P., Mattanna, P., y Richards, N. (2015). Yacon: Health benefits and technological applications. *Ciência Rural*, 45(5), 912-919.

Gonda, M., Garmendia, G., Rufo, C., León Peláez, Á., Wisniewski, M., Droby, S., y Vero, S. (2019). Biocontrol of *Aspergillus flavus* in ensiled sorghum by water kefir microorganisms. *Microorganisms*, 7(8), 253.

Gordillo, G., y Jerónimo, O. M. (2013). Seguridad y soberanía alimentaria. Documento base para discusión. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. Referencia: Arrieta, E. M., González, A. D., y Fernández, R. J. (2021). Dietas saludables y sustentables, ¿Son posibles en la Argentina?. *Revista Ecología Austral*. Editorial Asociación Argentina de Ecología

Goto, K., Fukai, K., Hikida, J., Nanji, F. and Hara, Y. (1995). Isolation and structural analysis of oligosaccharides from yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Biosci., Biotechnol., Biochem.* 59:2346–2347.

Graefe S, Hermann M, Manrique I, Golombek S, Buerkert A (2004) Effects of post-harvest treatment on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes. *Field Crop Res* 86:157–165

Grau, A. y Rea, J. (1997). *Smallantus sonchifolius* (Poepp. and Endl.) H. Robinson. In: *Andean roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 21. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 199 – 242

Guarner F, Sanders ME, Eliakim R, Fedorak R, Gangl A, Garisch J. y col. (2017) World Gastroenterology Organization. Probiotics and Prebiotics. Referencia: Guillot, C. D. C.

(2017). Microbiota intestinal, probióticos y prebióticos. Enfermería investiga: investigación, vinculación, docencia y gestión, 2(4), 156-160.

Guber, R. 2001. La Etnografía, método, campo y reflexividad. Bogotá, Norma. ISBN 958-04-6154-6. 146 p.

Gulitz, A., Stadie, J., Ehrmann, M.A., Ludwig, W., y Vogel, R.F. (2013). Comparative phylobiomic analysis of the bacterial community of water kefir by 16S rRNA gene amplicon sequencing and ARDRA analysis. J. Appl. Microbiol., 114, 1082–1091.

Gulitz, A., Stadie, J., Wenning, M., Ehrmann, M. A., y Vogel, R. F. (2011). The microbial diversity of water kefir. International journal of food microbiology, 151(3), 284-288.

Gusso, A. P., Mattanna, P., y Richards, N. (2015). Yacon: Health benefits and technological applications. Ciência Rural, 45(5), 912-919.

Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., y Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties. Trends in Food Science y Technology, 113, 42-53.

Güzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K., y Bodine, A. B. (2000). Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation. Journal of Food composition and Analysis, 13(1), 35-43.

Habib, N., Honoré, S.M., Genta, S.B., y Sánchez, S.S. (2011). Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: Biochemical approach. Chemico-Biological Interactions, 194, 31–39.

Hachkova, H.; Nagalievska, M.; Soliljak, Z.; Kanyuka, O.; Kucharska, A.Z.; Sokół-Łętowska, A.; Belonovskaya, E.; Buko, V.; Sybirna, N. (2021). Medicinal Plants *Galega officinalis* L. and Yacon Leaves as Potential Sources of Antidiabetic Drugs. Antioxidants, 10, 1362.

Hadi, A., Alizadeh, K., Hajianfar, H., Mohammadi, H. y Miraghajani, M. (2020) Efficacy of synbiotic supplementation in obesity treatment: a systematic review and meta-analysis of clinical trials. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 60, 584–596.

Hadi, A., Mohammadi, H., Miraghajani, M. y Ghaedi, E. (2019) Efficacy of synbiotic supplementation in patients with nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review and meta-analysis of clinical trials: Synbiotic supplementation and NAFLD. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 59, 2494–2505.

Hermann M., Freire I. y Pazos C. (1999). Compositional diversity of the yacon storage root. Referencia: Manrique, I. y Párraga, A. 2005. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Centro Internacional de La Papa. Lima, Perú.

Hermann, M. y Heller J. (1997). Andean roots and tubers: ahípa, arracacha, maca and yacon. 256 pp. Roma, IPGRI. Referencia: Pokhrel, L. M. (2018). Effects of juice content and pH of must on the quality of yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) wine (Tesis doctoral). <http://202.45.146.37:8080/jspui/handle/123456789/96>. Consultado: 11/6/2022.

Hermann, M., Kronseder, K., Sorgend, J., Ua-Arak, T., Vogel, R. (2016). Functional properties of water kefir and its use as a hydrocolloid in baking. Eur. Food Res. Technol. 242 (3), 337–344.

Hilgert, N. I. (1999). Las plantas comestibles en un sector de las Yungas meridionales (Argentina). *Anales Jard. Bot. Madrid* 57: 117-138.

Hisae, T. y col. (1996) Preparation of fermented yacon drink. (CL. A23L2/52). JP 08294379A. 1p. 27 apr. 1995, 12 nov. 1996. Referencia: Gusso, A. P., Mattanna, P., y Richards, N. 2015. Yacon: Health benefits and technological applications. *Ciência Rural*, 45(5), 912-919.

Hondo, M., Okumura, Y. and Yamaki, T. (2000). A preparation of Yacon vinegar containing natural fructooligosaccharides. *J. Jpn. Soc. Food Sci.* 47:803–807.

Horkheimer H. 1973. Alimentación y obtención de alimentos en el Perú prehispánico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Hurrell JA, Ulibarri EA, Delucchi G, Pochettino ML. 2009. Biota Rioplatense XIV. Hortalizas: verduras y legumbres. Edit. Lola, Buenos Aires, Argentina

Hurrell, J. A., Pochettino, M. L., Puentes, J. P., y Arenas, P. M. (2013). Del marco tradicional al escenario urbano: Plantas ancestrales devenidas suplementos dietéticos en la conurbación Buenos Aires-La Plata, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 12(5), 499-515.

Istrati, D. I., Pricop, E. M., Profir, A. G. y Vizireanu, C. (2018). Fermented Functional Beverages. En Lagouri, V. (Ed.), *Functional Foods*: IntechOpen.

Itaya, N.M., De Carvalho, M.A.M., Figueiredo-Ribeiro, R.D.L., 2002. Fructosyl transferase and hydrolase activities in rhizophores and tuberous roots upon growth of *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Physiologia Plantarum* 116, 451–459

Jayabalan, R., Malbaša, R. V., Lončar, E. S., Vitas, J. S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea—microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(4), 538-550.

Kasatpibal, N. y col. (2017) Effectiveness of probiotic, prebiotic, and synbiotic therapies in reducing postoperative complications: a systematic review and network meta-analysis. *Clin. Infect. Dis.* 64 (Suppl. 2), S153–S160.

Koh, W. Y., Utra, U., Rosma, A., Effarizah, M., Rosli, W. I. W., y Park, Y. H. (2018). Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach. *Food science and biotechnology*, 27(2), 525-535.

Koroleva, N. S. (1988). Technology of kefir and kumys. bulletin of the international dairy federation (Belgium). *Federation Internationale de Laiterie*, (227). Referencia: Moretti, A. F., Moure, M. C., Quiñoy, F., Esposito, F., Simonelli, N., Medrano, M., y León-Peláez, Á. (2022). Water kefir, a fermented beverage containing probiotic microorganisms: From ancient and artisanal manufacture to industrialized and regulated commercialization. *Future Foods*, 5, 100123.

Krumbeck, J. A. y col. (2018) Probiotic Bifidobacterium strains and galactooligosaccharides improve intestinal barrier function in obese adults but show no synergism when used together as synbiotics. *Microbiome* 6, 121.

Kumar, M. R., Yeap, S. K., Mohamad, N. E., Abdullah, J. O., Masarudin, M. J., Khalid, M. y Alitheen, N. B. (2021). Metagenomic and phytochemical analyses of kefir water and its

subchronic toxicity study in BALB/c mice. *BMC complementary medicine and therapies*, 21(1), 1-15.

Lachman, J., E.C. Fernández y M. Orsák. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use – a review. *Plant Soil Environ.*, 49: 283-290.

Lacquaniti, L. (2021). Estudio del microbioma de la piel y los nuevos cosméticos formulados a partir de probióticos, prebióticos y postbióticos (Tesis doctoral, Universidad de Belgrano-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Farmacia). <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9532>. Consultado: 15/6/2022

Lamsal, B. P. (2012). Production, health aspects and potential food uses of dairy prebiotic galactooligosaccharides. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(10), 2020-2028.

Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P. y De Vuyst, L. (2018) Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process. *Food Microbiology*, 73, 351– 361.

Laureys, D., y De Vuyst, L. (2014). Microbial species diversity, community dynamics, and metabolite kinetics of water kefir fermentation. *Applied and environmental microbiology*, 80(8), 2564-2572.

Laureys, D., y De Vuyst, L. (2017). The water kefir grain inoculum determines the characteristics of the resulting water kefir fermentation process. *Journal of applied microbiology*, 122(3), 719-732.

Laureys, D., Van Jean, A., Dumont, J. y De Vuyst, L. (2017) Investigation of the instability and low water kefir grain growth during an industrial water kefir fermentation process. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101, 2811– 2819.

Leal, M. (2016). Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: alimentos funcionales. 1a ed . - Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/est_agr_estudio-panoramico-alimentos-funcionales_0.pdf. Consultado: 4/7/2022

León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2da. ed., 445 pp. San José, IICA

Li, Y., Schoufour, J., Wang, D. D., Dhana, K., Pan, A., Liu, X., ... y Hu, F. B. (2020). Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: prospective cohort study. *bmj*, 368.

Lobo, A.R., Colli, C., Alvares, E.P., Filisetti, T.M., 2007. Effects of fructans-containing yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp and Endl.) flour on caecum mucosal morphometry, calcium and magnesium balance, and bone calcium retention in growing rats. *British Journal of Nutrition* 97 (4), 776–785.

Lu, M., Wang, X., Sun, G., Qin, B., Xiao, J., Yan, S., ... y Wang, Y. (2014). Fine structure of Tibetan kefir grains and their yeast distribution, diversity, and shift. *PLoS One*, 9(6), e101387.

Lutz M. L. (1899a). Recherches biologiques sur la constitution du Tibi. *Bulletin Trimestriel de La Société Mycologique de France* (15) (1899), pp. 68-72. Recuperado de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/148083>

Lutz M. L. (1899b). Nouvelle recherches sur le tibí. Bulletin Trimestriel de La Société Mycologique de France (15) (1899), pp. 157-162. Recuperado de <https://www.biodiversitylibrary.org/item/148083>

Lynch, K. M., Wilkinson, S., Daenen, L., y Arendt, E. K. (2021). An update on water kefir: Microbiology, composition and production. *International Journal of Food Microbiology*, 345, 109128.

Magalhaes, K. T., de M Pereira, G. V., Dias, D. R., y Schwan, R. F. (2010). Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26(7), 1241-1250.

Mahboobi, S., Rahimi, F. y Jafarnejad, S. (2018) Effects of prebiotic and synbiotic supplementation on glycaemia and lipid profile in type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Adv. Pharm. Bull.* 8, 565–574.

Maldonado, R., Pedreira, A., Cristianini, L., Guidi, M., Capato, M., Ávila, P., y col., (2020). Application of soluble fibres in the osmotic dehydration of pineapples and reuse of effluent in a beverage fermented by water kefir. *LWT* 132, 109819.

Maldonado, S., Luna Pizarro, P., Martínez, V., Villatarco, M., y Judith, S. (2008). Producción y comercialización de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en comunidades rurales del Noroeste argentino. *Agroalimentaria*, 13(26), 119-125.

Maldonado, S., y Singh, J. D. C. (2008). Efecto de gelificantes en la formulación de dulce de yacón. *Food Science and Technology*, 28(2), 429-434.

Manrique I., Hermann M., y Bernet T. (2004). Yacon - fact sheet. Lima, Peru: International Potato Center (CIP). Referencia: de Almeida Paula, H. A., Abranches, M. V., y de Luces Fortes Ferreira, C. L. (2015). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a food with multiple functions. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 55(1), 32-40.

Manrique, I. y Párraga, A. (2005). Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). Centro Internacional de La Papa. Lima, Perú.

Manrique, I., Parraga, A. y Harmann, M. (2005). "Yacon Syrup: Principles And Processing". International Potato Center, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Erbacher Foundation, Swiss Agency for Development and Cooperation. Lima 12, Peru.

Marangoni, A. L. (2007). Potencialidade de aplicação de farinha de Yacon (*Polymnia sonchifolia*) em produtos à base de cereais. Disertación (Maestría en Tecnología de Alimentos) - Universidad Estadual de Campinas. Facultad de Ingeniería de Alimentos, Campinas, SP. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1328880>. Consultado: 10/6/2022

Marsh, A. J., O'Sullivan, O., Hill, C., Ross, R. P., y Cotter, P. D. (2013). Sequence-based analysis of the microbial composition of water kefir from multiple sources. *FEMS microbiology letters*, 348(1), 79-85.

Mayta, P., Payano, J., Peláez, J., Pérez, M., Pichardo, L. y Puycán, L. (2003). Reducción de la respuesta glicérica posprandial post ingesta de raíz fresca de yacón en sujetos sanos. *Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana* 8: 77-81

McFarlane, C., Ramos, C. I., Johnson, D. W. y Campbell, K. L. (2019) Prebiotic, probiotic, and synbiotic supplementation in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. *J. Ren. Nutr.* 29, 209–220.

Metchnikoff E (1907): Lactic acid as inhibiting intestinal putrefaction. In: *The prolongation of life: Optimistic studies.* W. Heinemann, London: 161-183. Referencia: FAO/OMS, (2006). Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación - Informe de la Consulta de Expertos FAO/OMS sobre Evaluación de las Propiedades Saludables y Nutricionales de los Probióticos en los Alimentos.

Millar R.; Crute, V. y Hargie, O. (1992). *Professional interviewing.* Routledge. Londres, Inglaterra.

Ministerio de Salud de la República Argentina. (2022). Diabetes Mellitus. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/salud/glosario/diabetes>. Consultado: 15/07/22

Ministerio de Salud de la República Argentina. (2022). Sobrepeso y obesidad. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/salud/alimentacion-saludable/obesidad>. Consultado: 15/07/22

Moreira Junior, S., Florindo de Freitas, M. L., Lopes Martins, M., Nascimento Benevenuto, W. C. A., Fiebig Gonçalves, I., Dornelas de Oliveira Martins, A. (2018). Avaliação do efeito de yacon em kefir sabor morango. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, [S.l.]*, v. 73, n. 2, p. 51-61

Moreira, M. E. C., Santos, M. D., Zolini, G. P. P., Wouters, A. T. B., Carvalho, J. C. T., y Schneedorf, J. M. (2008). Anti-inflammatory and cicatrizing activities of a carbohydrate fraction isolated from sugary kefir. *Journal of medicinal food*, 11(2), 356-361.

National Research Council. (1989). *Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation.* National Academies Press.

Naveed, M., Hejazi, V., Abbas, M., Kamboh, A. A., Khan, G. J., Shumzaid, M., ... y XiaoHui, Z. (2018). Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research. *Biomedicine y Pharmacotherapy*, 97, 67-74.

Neve, H., y Heller, K. J. (2002). The microflora of water kefir: a glance by scanning electron microscopy. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 54(4), 337-349.

Neves V, da Silva A (2007) Polyphenol oxidase from Yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*). *J Agric Chem* 55(Suppl 6):2424–243

Nikbakht, E. y col. (2018) Effect of probiotics and synbiotics on blood glucose: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Eur. J. Nutr.* 57, 95–106.

O'Neale, L. M., y Whitaker, T. W. (1947). Embroideries of the early Nazca period and the crop plants depicted on them. *Southwestern Journal of Anthropology*, 3(4), 294-321.

Ohyama T, Ito O, Yasuyoshi S, Ikarashi T, Minamisawa K, Kubota M, Tsukihashi T y T Asami. (1990). Composition of storage carbohydrate in tubers of yacon (*Polymnia sonchifolia*). *Soil Science and Plant Nutrition* 36(1): 167-171.

Oliveira, G. O., Braga, C. P., y Fernandes, A. A. H. (2013). Improvement of biochemical parameters in type 1 diabetic rats after the roots aqueous extract of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. y Endl.)] treatment. *Food and Chemical Toxicology*, 59, 256-260.

OMG. (2008). World Gastroenterology Organization. Global Guideline “Probiotics and Prebiotics in Gastroenterology”.

OMS. (10 de noviembre de 2021). Diabetes. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>

OMS. (9 de junio de 2021). Obesidad y sobrepeso. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

Orizano Acuña, V., y Valdizán Espinoza, H. (2021). Aprovechamiento de cáliz de aguaymanto (*Physalis Peruviana*) y cáscara de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) para la producción de bioetanol. Disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6170>. Consultado: 28/7/2022

Otles, S., y Cagindi, O. (2003). Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan journal of nutrition*, 2(2), 54-59.

Ozcelik, F., Akan, E., y Kinik, O. (2021). Use of Cornelian cherry, hawthorn, red plum, roship and pomegranate juices in the production of water kefir beverages. *Food Bioscience*, 42, 101219.

Padilha, V. M., Rolim, P. M., Salgado, S. M., Livera, A. S., Andrade, S. A. C., y Guerra, N. B. (2010). Perfil sensorial de bolos de chocolate formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food Science and Technology*, 30, 735-740.

Pande, S. S. y Rai, B. K. (2021). Effect of Alcoholic Fermentation on FOS Levels and Radical Scavenging Activity of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Root Slices. *Integrating Biological Resources for Prosperity*, 27-291

Paredes, J. L., Escudero-Gilete, M. L., y Vicario, I. M. (2022). A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. *LWT*, 154, 112728.

Park, J.S., Yang, J.S., Hwang, B.Y., Yoo, B.Y., y Han, K. (2009). Hypoglycemic effect of yacon tuber extract and its constituent, chlorogenic acid, in streptozotocin-induced diabetic rats. *Biomolecules y Therapeutics*, 17, 256–262.

Patton, M.Q. (1990). *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Sage Publishing, Inc. Londres, Inglaterra.

Pedreschi, R., Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., y Cisneros-Zevallos, L. (2003). Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(18), 5278-5284.

Pendón, M. D., Bengoa, A. A., Iraporda, C., Medrano, M., Garrote, G. L., y Abraham, A. G. (2021). Water kefir: Factors affecting grain growth and health-promoting properties of the fermented beverage. *Journal of Applied Microbiology*.

Pereira, J. D. A. R., Barcelos, M. D. F. P., Pereira, M. C. D. A., y Ferreira, E. B. (2013). Studies of chemical and enzymatic characteristics of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and its flours. *Food Science and Technology*, 33, 75-83.

Pereira, J. A. R., Teixeira, M. C., Saczk, A. A., Barcelos, M. D. F. P., Oliveira, M. F. D., y Abreu, W. C. D. (2016). Total antioxidant activity of yacon tubers cultivated in Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, 40, 596-605.

Pidoux, M. (1989). The microbial flora of sugary kefir grain (the gingerbeer plant): biosynthesis of the grain from *Lactobacillus hilgardii* producing a polysaccharide gel. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 5, 223–238.

Pidoux, M., Brillouet, J. M., y Quémener, B. (1988). Characterization of the polysaccharides from *Lactobacillus brevis* and from sugary kefir grains. *Biotechnology letters*, 10(6), 415-420.

Pidoux, M., Marshall, V. M., Zanoni, P., y Brooker, B. (1990). *Lactobacilli* isolated from sugary kefir grains capable of polysaccharide production and minicell formation. *Journal of Applied Bacteriology*, 69(3), 311-320.

Pisano, A., D'Arrigo, G., Coppolino, G. y Bolignano, D. (2018) Biotic supplements for renal patients: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients* 10, 1224.

Pokhrel, L. M. (2018). Effects of juice content and pH of must on the quality of yacon (*Smallanthus Sonchifolius*) wine (Tesis doctoral). <http://202.45.146.37:8080/jspui/handle/123456789/96>. Consultado: 11/6/2022

Polreich, S. (2003). Establishment of a classification scheme to structure the past harvest diversity of yacon storage roots (*Smallanthus Sonchifolius*). Thesis. Kassel univ., Peru.

Quiñoy, F.; y Espósito, F. (2021). Entrevista en el Marco del Proyecto: Desarrollo de una bebida fermentada con gránulos de kefir de agua a base de extracto de yacón para mejorar la situación nutricional en niños, niñas y adolescentes del municipio de Hurlingham (80020190200007HU). Diciembre 12 de 2021

Ramírez Ramírez, J. C., Rosas Ulloa, P., Velázquez González, M. Y., Ulloa, J. A., y Arce Romero, F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente*, Año 2, 7, ISSN 2007-0713.

Ramos Huallpartupa, D. J. (2019). Efecto de las condiciones ambientales sobre la conservación del contenido de inulina y fructooligosacaridos del yacon fresco (*Smallanthus sonchifolius* [Poepp. y Endl.] H. Robinson) en los andes. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12059>. Consultado: 15/6/2022

Rastall, R. A. (2010). Functional oligosaccharides: application and manufacture. *Annual review of food science and technology*, 1, 305-339.

Reina, L. D., Pérez-Díaz, I. M., Breidt, F., Azcarate-Peril, M. A., Medina, E., & Butz, N. (2015). Characterization of the microbial diversity in yacon spontaneous fermentation at 20 C. *International journal of food microbiology*, 203, 35-40.

Roberfroid, M. B. (2005). Introducing insulin-type fructans. *Br. J. Nutr.* 93:S13–S25.

Rocha-Gomes, A., Escobar, A., Soares, J. S., Silva, A. A. D., Dessimoni-Pinto, N. A. V., y Riul, T. R. (2018). Chemical composition and hypocholesterolemic effect of milk kefir and water kefir in Wistar rats. *Revista de Nutrição*, 31, 137-145.

Rodrigues, F. C. (2011). Avaliação da farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) na modulação das propriedades biomecânicas e na retenção de minerais nos ossos de ratos Wistar. Tesis doctoral - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

Rodrigues, K. L., Araújo, T. H., Schneedorf, J. M., de Souza Ferreira, C., Moraes, G. D. O. I., Coimbra, R. S., y Rodrigues, M. R. (2016). A novel beer fermented by kefir

enhances anti-inflammatory and anti-ulcerogenic activities found isolated in its constituents. *Journal of Functional Foods*, 21, 58-69.

Rodríguez Roldan, C. H., y Tocta Sánchez, J. M. (2020). Determinación de la Concentración de *Lactobacillus acidophilus* y la Dosificación Óptima del Extracto de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en el Proceso de Fermentación del Yogur Natural.

Rodríguez, J. M., Clemente, A., y Requena, T. (2021). Conceptos y características generales de probióticos, prebióticos y otros bióticos. 47-61 En: Rey, Mónica y González-Pinto, Ana y Pérez-Miralles, Francisco. (2021). Documento de consenso sobre la MICROBIOTA y el uso de PROBIÓTICOS/PREBIÓTICOS en patologías neurológicas y psiquiátricas. Madrid, España.

Rolim, P.M. y col. Glycemic profile and prebiotic potential "in vitro" of bread with Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.31, n.2, p.467-474, 2011.

Romero-Luna, H. E., Peredo-Lovillo, A., Hernández-Mendoza, A., Hernández-Sánchez, H., Cauich-Sánchez, P. I., Ribas-Aparicio, R. M., y Dávila-Ortiz, G. (2020). Probiotic potential of *Lactobacillus paracasei* CT12 isolated from water kefir grains (Tibicos). *Current Microbiology*, 77(10), 2584-2592.

Rosa, C.S. y col. (2009). Elaboração de bolo com farinha de Yacon. *Ciência Rural*, v.39, n.6, p.1869-1872.

Rosero-Chasoy, G., Hleap-Zapata, J. I., Ayala-Aponte, A. A., Giraldo-Gomez, G. I., y Serna-Cock, L. (2018). Formulation of frankfurter-type sausages with yacon peel flour as non-conventional linker. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 16(S), 244-250.

Saad, N., Delattre, C., Urdaci, M., Schmitter, J.-M. y Bressollier, P. (2013). An overview of the last advances in probiotic and prebiotic field. *LWT-Food Science and Technology*, 50(1), 1-16.

Safford, W. E. (1917). Food plants and textiles of ancient America. In *Proceedings, Nineteenth International Congress of Americanists* (Washington, 1915) (pp. 12-30).

Sánchez, S. y S. Genta. (2007). C-13 yacón: Un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 5, 162-164.

Santana, I., y Cardoso, M.H. (2008). Yacon tuberous root (*Smallanthus sonchifolius*): cultivation potentialities, technological and nutritional aspects. *Ciência Rural*, 38, 898–905

Sarikkha, P., Boonyarattanakalin, S. y Nitorisavut, R., (2014). Use of wastewater as a substrate for sugary kefir growth and value-added products formation. En: Conference paper at the 9th GMSARN International Conference on Connectivity and Sustainability in GMS: Energy, Environmental and Social Issues, pp. 119–124 Ho Chi Minh City, Vietnam.

Sarkar, S. (2007). Potential of kefir as a dietetic beverage—a review. *British Food Journal*. *Br. Food J.*, 109 (2007), pp. 280-290.

Satoh, H., Audrey Nguyen, M.T., Kudoh, A. y Watanabe, T. (2013). Yacon diet (*Smallanthus sonchifolius*, asteraceae) improves hepatic insulin resistance via reducing Trb3 expression in Zucker fa/fa rats. *Nutr. Diabetes*3, e70.

Scheid, M.M.A. (2013) Avaliação dos efeitos do consumo de yacon liofilizado em idosos. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas,

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Referencia: Gusso, A. P., Mattanna, P., y Richards, N. 2015. Yacon: Health benefits and technological applications. *Ciência Rural*, 45(5), 912-919.

Seminario J. (2004). Origen de las raíces andinas, pp. 1-38. Referencia: Seminario, J. (2004). Raíces andinas: Contribuciones al conocimiento ya la capacitación. International Potato Center.

Seminario, J., M. Valderrama y I. Manrique. (2003). El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa(CIP), Universidad Nacional de Cajamarca. Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú. 60 pp.

Sharpton, S. R., Maraj, B., Harding-Theobald, E., Vittinghoff, E. y Terrault, N. A. (2019) Gut microbiome-targeted therapies in nonalcoholic fatty liver disease: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Am. J. Clin. Nutr.* 110, 139–149.

Shrestha, D. R. (2015). Preparation and quality analyses of yacon ready-to-serve Beverage (RTS) and wine [Unpublished B.Tech (Food) thesis]. Tribhuvan University. Referencia: Pande, S. S. y Rai, B. K. (2021). Effect of Alcoholic Fermentation on FOS Levels and Radical Scavenging Activity of Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Root Slices. *Integrating Biological Resources for Prosperity*, 27-291

Silva K.R., Rodrigues A.S., Filho L.X., Lima Á.S.(2009) Antimicrobial activity of broth fermented with kefir grains *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 152 , pp. 316-325

Silva, A. S. S. D. (2007). A raiz da yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepping y Endlicher) como fonte de fibras alimentares, sua caracterização físico-química, uso na panificação e sua influência na glicemia pós-prandial.

Silva, D. S. O. (2021). Desenvolvimento de revestimento com potencial prebiótico e antioxidante e sua aplicação em melão minimamente processado. Tesis doctoral – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

Silva, M. de F. G. da; Dionísio, A. P.; Carioca, A. A. F.; Adriano, L. S.; Pinto, C. O.; Abreu, F. A. Pinto de; Wurlitzer, N. J.; Araújo, I. M.; Garruti, D. dos S.; Pontes, D. F. (2017). Yacon syrup: Food applications and impact on satiety in healthy volunteers. *Food Research International*, v. 100, p. 460–467.

Simanca-Sotelo, M., De Paula, C., Domínguez-Anaya, Y., Pastrana-Puche, Y., y Álvarez-Badel, B. (2021). Physico-chemical and sensory characterization of sweet biscuits made with Yacon flour (*Smallanthus sonchifolius*). *NFS Journal*, 22, 14-19.

Simonelli N., Gagliarini N., Medrano M., Piermaria J.A., Abraham A.G. (2021) Kefiran. Chapter 1. J. Oliveira, H. Radhouani, R.L. Reis (Eds.), *Polysaccharides of Microbial Origin*, Springer, Switzerland (2021), pp. 1-19, 10.1007/978-3-030-35734-4_6-1

Simonovska B, Vovk I, Andresek S, Valentová K, Ulrichová J (2003) Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *J Chromatogr A* 1016:89–98

Skonieczna-Zydecka, K. y col. (2018) A systematic review, meta-analysis, and meta-regression evaluating the efficacy and mechanisms of action of probiotics and synbiotics in the prevention of surgical site infections and surgery-related complications. *J. Clin. Med.* 7, 556.

Socol, C. R., de Souza Vandenberghe, L. P., De Dea Lindner, J., Thomaz-Socol, V., Yamaguishi, C. T., Spier, M. R., ... y Medeiros, A. B. P. (2010). The potential of probiotics: a review. *Food Technol. Biotechnol.*, 48 (2010), pp. 413-434.

Souza, D. H., Fernandes, M., Kempka, A. P., Magalhães, M. D. L. B., Trevisan, V., y Skoronski, E. (2022). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) peel as a promising peroxidase source for the treatment of phenolic wastewater. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 39, 102254.

Swain, M. R., Anandharaj, M., Ray, R. C. y Parveen Rani, R. (2014). Fermented fruits and vegetables of Asia: a potential source of probiotics. *Biotechnology Research International*, 2014.

Swanson, K. S., Gibson, G. R., Hutkins, R., Reimer, R. A., Reid, G., Verbeke, K., Scott K. P., Holscher H. D., Azad M. B., Delzenne N. M. y Sanders, M. E. (2020). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of synbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology y Hepatology*, 17(11), 687-701.

Sybesma, W. y Hugenholz, J. (2004). Food fermentation by lactic acid bacteria for the prevention of cardiovascular disease *Functional Foods, Cardiovascular Disease and Diabetes* (pp. 448-474): Elsevier.

Takasugi M y T Masuda. (1996). Three 4'-hydroxyacetophenone-related phytoalexins from *Polymnia sonchifolia*. *Phytochemistry* 43(5): 1019-1021.

Takenaka M, Yan X, Ono H, Yoshida M, Nagata T y T Nakanishi. (2003). Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 793-796.

Taylor, S.J., y Bogdam, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de Investigación*. Paidós, Barcelona. ISBN 84-7509-816-9. 343 p.

Teixeira, J.T. (2011). *Elaboração de apesuntado formulado com farinha e extrato de yacon (Smallanthus sonchifolius)*. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Referencia: Gusso, A. P., Mattanna, P., y Richards, N. 2015. Yacon: Health benefits and technological applications. *Ciência Rural*, 45(5), 912-919.

Terefe, N. S. (2022). Recent developments in fermentation technology: toward the next revolution in food production. *Food Engineering Innovations Across the Food Supply Chain*, 89-106.

Terpou, A. y Mantzourani, I. (2019). Vinegars made with kefir. In: Bekatorou, Argyro (Ed.), *Advances in Vinegar Production*. CRC Press, pp. 249–264

Valentová, K., y Ulrichová, J. (2003). *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii*-prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases. *Biomedical Papers*, 147(2), 119-130.

Valles, M.S. (1997). *Técnicas cualitativas de investigación social: reflexión, metodológica y práctica profesional*. Editorial Síntesis. Madrid, España.

Vasconcelos, C. M., Silva, C. O., Teixeira, L. J. Q., Chaves, J. B. P. and Martino, H. S. D. (2010). Determinação da fração da fibra alimentar solúvel em raiz e farinha de yacon

(*Smallanthus sonchifolius*) pelo método enzimático-gravimétrico e cromatografia líquida de alta eficiência. Rev Inst Adolfo Lutz. 2010; 69(2):188-93

Vasconcelos, C.M. (2010). Caracterização físico-química e sensorial de iogurte “light” com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). Disertación (Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos) - Universidad Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil. <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/2878>. Consultado: 14/6/2022

Veek, I. D. A., Freitas, A. P., Pereira, E. V., Ugalde, M. L., y Ziegler, V. (2018). Bebida fermentada de kefir de água e yacon. In Conference Paper at the 6° Simpósio de Segurança Alimentar (pp. 172-177).

Velázquez-Quiñones, S. E., Moreno-Jiménez, M. R., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Álvarez, S. A., Rosales-Villarreal, M. C., ... y Rocha-Guzmán, N. E. (2021). Apple Tepache fermented with tibicos: Changes in chemical profiles, antioxidant activity and inhibition of digestive enzymes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(7), e15597.

Velez, C. A. C., y Peláez, Á. M. L. (2015). Capacidad antifúngica de sobrenadantes libres de células obtenidos de la fermentación de un sustrato de “panela” con gránulos de kefir de agua. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 17(2), 22-32.

Verce, M., De Vuyst, L., y Weckx, S. (2019). Shotgun metagenomics of a water kefir fermentation ecosystem reveals a novel *Oenococcus* species. *Frontiers in microbiology*, 10, 479.

Vilhena, S. M. C., Camara, F. L. A. y Kakihara, S. T. (2000). O cultivo de yacon no Brasil. *Horticultura Brasileira* 18:5–8.

Vitali, M.S. (2014). Revisión sistemática, análisis cladístico y biogeográfico del género *Smallanthus* Mack. (Asteraceae, Millerieae). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 189 pp.

Vitali, M.S. y J.N. Viera Barreto. (2014). Phylogenetic studies in *Smallanthus* (Millerieae, Asteraceae): a contribution from morphology. *Phytotaxa*. 159, 77-94.

Vitali, M.S., G. Sancho y L. Katinas. (2015). A revision of *Smallanthus* (Asteraceae, Millerieae), the “yacón” genus. *Phytotaxa*. 214, 1-84.

Volpi, G., Ginepro, M., Tafur, J., y Zelano, V. (2019). Pollution abatement of heavy metals in different conditions by water kefir grains as a protective tool against toxicity. *J. Chem. special issue* 2019, 1–10.

Waldherr, F.W., Doll, V.M., Meißner, D., Vogel, R.F., 2010. Identification and characterization of a glucan-producing enzyme from *Lactobacillus hilgardii* TMW 1.828 involved in granule formation of water kefir. *Food Microbiol.* 27 (5), 672–678

Ward, H. M. (1892). V. the ginger-beer plant, and the organisms composing it: a contribution to the study of fermentation-yeasts and bacteria. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.(B.)*, (183), 125-197.

Wu, C., Wang, P. y Lin, K. (2018). Quality of semi-dry fermented sausage containing sugary kefir grains. *Food Sci. Technol. Res.* 24, 707–715.

Yacovleff, E. (1933). La Jiquima, raíz comestible extinguida en el Perú. *Revista Mus. Nac.(Lima)*, 2(1), 51-66.

Yan X., Suzuki M., Ohnishi-Kameyama M., Sada Y., Nakanishi T. y Nagata T.. (1999). Extraction and identification of antioxidants in the root of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 4711-4713

Yıldız, S. (2011). The metabolism of fructooligosaccharides and fructooligosaccharide-related compounds in plants. *Food Rev. Int.* 27:16–50

Zamperi, N. R., Abu, N., Mohamed, N. E., Nordin, N., Keong, Y. S., Beh, B. K., Zakaria, Z. A. B., Nik Abdul Rahman, N. M. A., y Alitheen, N. B. (2016). The antimetastatic and antiangiogenesis effects of kefir water on murine breast cancer cells. *Integr. Cancer Ther.*, 15, 1–14.

Zardini, E. Ethnobotanical notes on “Yacon” *Polymnia sonchifolia* (Asteraceae). *Econ Bot* 45, 72–85 (1991).

Zavala, L., Golowczyc, M. A., Van Hoorde, K., Medrano, M., Huys, G., Vandamme, P., y Abraham, A. G. (2016). Selected *Lactobacillus* strains isolated from sugary and milk kefir reduce *Salmonella* infection of epithelial cells in vitro. *Beneficial microbes*, 7(4), 585-595.

Zhou, J., Liu, X., Jiang, H., y Dong, M. (2009). Analysis of the microflora in Tibetan kefir grains using denaturing gradient gel electrophoresis. *Food microbiology*, 26(8), 770-775.