

## Elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjada y miel de abeja, mediante el método BEFUYAC.

Preparation and characterization of a functional drink from *Smallanthus sonchifolius*, yacon, orange variety and honey using the BEFUYAC method

Preparação e caracterização de bebida funcional à base de *Smallanthus sonchifolius*, yacon, variedade laranja e mel pelo método BEFUYAC.

**Pareja Matos, Leslie Milagros**<sup>1</sup>

<https://orcid.org/0009-0005-0913-8633>

**Rondan Caldas, Jhony Jorge**<sup>2</sup>

**Cisneros Hilario, César Braulio**<sup>3</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-6158-7250>

**Ramírez Siche, Hugo Nelson**<sup>4</sup>

<https://orcid.org/0000-0002-6023-5114>

Recibido: 12.01.2024

Aceptado: 30.03.2024

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general la elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjado y miel de abeja, mediante el método BEFUYAC. Materiales y métodos: La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, y diseño experimental, donde se caracteriza la materia prima como son las raíces de yacón y miel de abeja, y luego proceder con la formulación de la bebida funcional sometido a los ensayos físicos, químicos, organolépticos, bromatológicos y microbiológicos, antes, durante y al final del proceso empleándose el método innovador BEFUYAC. Resultados. Se llegó a elaborar la bebida funcional a partir de *Smallanthus sonchifolius*, Yacón, variedad anaranjado y miel de abeja, mediante el método BEFUYAC, cumpliendo con los estándares de calidad requeridos. Conclusión: El método BEFUYAC permitió la elaboración y caracterización de una bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjado y miel de abeja

**Palabras clave:** Optimización y caracterización, bebida funcional, *Smallanthus sonchifolius*, miel de abeja, método BEFUYAC.

### ABSTRACT

The general objective of the research was the elaboration and characterization of a functional beverage from *Smallanthus sonchifolius*, yacon, orange variety and honey, using the BEFUYAC method. Materials and methods: The research was of an applied type, with a quantitative approach and experimental design, where the raw material such as yacon roots and honey are characterized, and then proceed with the formulation of the functional beverage subjected to physical, chemical, organoleptic, bromatological and microbiological tests, before, during and at the end of the process using the innovative BEFUYAC method. Results. The functional beverage was elaborated from *Smallanthus sonchifolius*, Yacon, orange variety and honey, using the BEFUYAC method, complying with the required quality standards. Conclusion: The BEFUYAC method allowed the elaboration and characterization of a functional beverage from *Smallanthus sonchifolius*, yacon, orange variety and honey

**Keywords:** Optimization and characterization, functional beverage, *Smallanthus sonchifolius*, honey, BEFUYAC method.

<sup>1</sup> Instituto Superior Carlos Salazar Romero. Chimbote. Perú.

<sup>2</sup> Instituto Superior Carlos Salazar Romero. Chimbote. Perú

<sup>3</sup> Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. [ccisneroshi@ucvvirtual.edu.pe](mailto:ccisneroshi@ucvvirtual.edu.pe)

<sup>4</sup> Instituto Superior Carlos Salazar Romero. Chimbote. Perú. [nelsonramz31@gmail.com](mailto:nelsonramz31@gmail.com)

## RESUMO

O objetivo geral da pesquisa foi determinar o preparo e caracterização de uma bebida funcional à base de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedade laranja e mel, utilizando o método BEFUYAC. Materiais e métodos: Aplicou-se a metodologia utilizada, abordagem quantitativa, e delineamento experimental, onde se caracteriza a matéria-prima como raízes de yacón e mel, para em seguida proceder à formulação da bebida funcional submetida aos testes físicos, químicos, organolépticos, bromatológico e microbiológico, antes, durante e no final do processo utilizando o inovador método BEFUYAC. Resultados. A bebida funcional foi elaborada a partir de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedade laranja e mel, pelo método BEFUYAC, atendendo aos padrões de qualidade exigidos. Conclusão: O método BEFUYAC permitiu a elaboração e caracterização de uma bebida funcional a partir de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedade laranja e mel.

**Palavras-chave:** Otimização e caracterização, bebida funcional, *Smallanthus sonchifolius*, mel de abelha, método BEFUYAC.

## Introducción

Diversos estudios han demostrado las propiedades de frutas y hortalizas de nuestra región; como el yacón, la piña, el maracuyá, la manzana, el membrillo, la cocona, la carambola, maca, el polen, la kiwicha, y la miel de abeja, relacionado con su valor alimenticio, vitamínico, nutritivo, saludable y económico, permitiendo elaborar jugos, refrescos, néctares, jaleas, mermeladas, todas por separadas o mezclados en proporciones adecuadas. La demanda de pulpas y néctares de frutas tropicales a nivel mundial, muestra que el consumo crece continuamente, así por ejemplo en los EE.UU., Holanda, Alemania, Suiza y España, Alemania y Francia, la misma que va creciendo con el transcurrir del tiempo. A nivel latinoamericano el Perú conjuntamente con los países como México; Colombia y Ecuador registran estadísticas que lo identifican como los mayores exportadores a nivel mundial de pulpas y néctares de frutas (Arnao y Cisneros, 2012).

El Perú, posee el 85% de microclimas que existe en el mundo, a decir, en las tres regiones contamos con el mayor número de especies, variedades y razas de plantas y animales, a pesar de estas condiciones favorables; uno de los problemas que se presenta en la industria de frutas, en especial en la línea de néctares es la producción estacional de las frutas, en determinadas épocas del año hay abundancia de frutas, dando lugar al deterioro de una parte de estas por diversas razones, (el deterioro aproximadamente asciende al 2,4% de la producción mundial) y la consiguiente pérdida para los agricultores así como también creando problemas a las industrias ya existentes limitándolos a la producción estacional. A demás se tiene que el mercado nacional de néctares está creciendo a un 15%.

En la región Chavín el cultivo como: Yacón, manzanas duraznos, papaya, maracuyá y la piña (proviene de la zona norte del país); la cocona, carambola, noni (proviene de la selva) parte de estas frutas son consumidas en frescos y el resto puede ser industrializado, con la finalidad de evitar su pérdida por deterioro y dar mayor valor agregado en su producción.

Las bebidas funcionales de frutas son productos naturales obtenidos de jugo, pulpa o concentrado de frutas, que son fácilmente obtenibles en nuestra región; a los cuales se les añade agua y azúcar. Además, son considerados como opciones saludables debido a su elevado contenido de vitaminas que fortalecen el sistema inmunológico. Los términos alimentos funcionales y nutraceuticos se utilizan indistintamente para referirse a aquellos alimentos que impactan positivamente en la salud, apoyando las funciones esenciales del cuerpo humano. Sin embargo, según las regulaciones de cada nación, se establece una clara distinción entre alimento convencional, alimento funcional, alimento nutraceutico y suplementos dietéticos. En este texto, se entiende que los alimentos funcionales son aquellos a los que se les han incorporado elementos nutraceuticos o se les han eliminado componentes bioactivos perjudiciales o tóxicos para la salud.

Por lo mencionado nos planteamos el siguiente problema ¿Utilizando el método BEFUYAC se podrá llevar a cabo la elaboración y caracterización de la bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjado y miel de abeja?, siendo nuestra hipótesis: Utilizando el método “BEFUYAC” se puede elaborar y caracterizar de la bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjada y miel de abeja, por tanto nuestro objetivo fue elaborar y

caracterizar una bebida funcional a partir de, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjada y miel de abeja, empleando el método BEFUYAC.

### Material y métodos

Las raíces de yacón y la miel de abeja fueron adquiridos del mercado de abastos “Las Flores” de distrito de Chimbote, procedentes de la ciudad, como Moro, empleándose 10 Kg de raíces de yacón y 20 Kg de miel de abeja, teniendo cuidado en los procesos de pasteurización ya que se busca reducir la carga bacteriana, evitando así la fermentación y la precipitación, siendo importante guarda la higiene durante el proceso de elaboración. Por otro lado, se debe de evitar la precipitación de sólidos por este motivo, para es necesario mejorar la apariencia, consistencia y textura se usan sustancias estabilizadoras, como el Carboxi Metil Celulosa (CMC), el cual tiene excelente afinidad con el agua y buena estabilidad durante la pasteurización. Además, tiene la propiedad de aumentar la viscosidad de la solución a la que se aplica (Contreras & Purisaca, 2018).

El procedimiento “BEFUYAC” en un método innovador, que busca elaborar una bebida funcional de alta calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica. Buscando cumplir con los criterios de buena calidad, desde la compra de la fruta hasta el almacenamiento de las bebidas funcionales, manteniendo un estricto control de condiciones de higiene y sanidad de equipos, materiales y del personal. Una alta calidad fisicoquímica se logra cuando se prepara néctares con los mismos valores de sus parámetros básicos como son los grados °Brix, acidez, pH y viscosidad, a partir de materias primas ligeramente diferentes, como es el caso de las características de las pulpas de yacón, que presentan algunas variaciones naturales por ser un material biológico (Contreras & Purisaca, 2018).

La alta calidad sensorial se consigue cuando, en primer lugar, se equilibran las diferencias fisicoquímicas de los componentes mediante un correcto cálculo en la mezcla de ingredientes; y en segundo lugar, cuando los procesos subsecuentes de estabilización y conservación se realizan con tanto esmero que no impactan de manera significativa los diferentes lotes de bebidas funcionales producidas. Por lo tanto, se produce en condiciones óptimas de higiene, utilizando frutas maduras, frescas, limpias y sin residuos de sustancias nocivas. Las etapas de extracción, refinado de pulpa, pasteurización y envasado se llevan a cabo rápidamente debido a que las pulpas se oxidan con facilidad y su sabor se ve alterado. Durante el procedimiento, se supervisan la temperatura y el tiempo de pasteurización, así como la temperatura de enfriamiento.

Para la elaboración de esta bebida funcional, se contó con equipos y aparatos limpios y un ambiente aseado, desinfectado, además del personal con su vestimenta adecuada como buenas prácticas de manufactura; así mismo se realizó el balance de materia que son los cálculos de la materia prima e insumos, necesarios, según el diagrama de bloques se trabajó por etapas. El yacón es sometido a los ensayos físicos, químicos, organolépticos, bromatológicos y microbiológicos, antes, intermedia y finales, y así determinar el proceso a seguir, buscando de esta manera la proporción adecuada.

A continuación, se detalla el proceso de elaboración de la bebida funcional, teniendo en cuenta que cada fruta tiene una línea de tratamiento, antes de llegar a la proporción final de las mismas.

**Recepción y selección de materia prima:** La materia prima, el yacón recolectado, fue sometido a un proceso de selección. En esta operación se procede a eliminar aquellos rizomas con magulladuras y que presentaron contaminación por microorganismos.

**Obtención de masa:** se amasó las raíces de yacón, en cada corrida se tuvo en cuenta la madurez, para poder realizar un tratamiento de elaboración se midió cantidad requerida para la elaboración de la bebida funcional, se realizó los ensayos según lo previsto.

**Lavado y desinfección:** Se lavó y desinfectó con una solución de lejía. La solución también se utilizó para la desinfección de los materiales y utensilios que se empleó en todo el proceso, antes y después de cada corrida.

**Pelado:** Se peló los rizomas de yacón teniendo cuidado de no sacar mucha pulpa, y de inmediato se llevó a una solución que contiene ácido cítrico para evitar el pardeamiento, la piña, se descascara y se descorazona para luego ser trozado y separado en un depósito adecuado.

**Escaldado del yacón.** El yacón después de realizado el trozado se introduce a una solución de 1 L de agua con 2g de ácido cítrico. El escaldado se realiza a una temperatura de 40 °C a 50 °C, aquí se ablandan las fibras en forma satisfactoria y así poder continuar con la siguiente etapa.

**Pulpeado:** Operación que consistió en reducir el tamaño de las partículas de la pulpa, otorgándole una apariencia más homogénea. Antes de usar la pulpeadora se lavó, reparó y ensambló para un mejor funcionamiento. Agregamos la cantidad de agua necesaria para el pulpeado, colocando un recipiente grande en la parte inferior para recibir la pulpa del yacón y otro en la parte frontal de la pulpeadora para recepcionar el bagazo que queda. Se repitió el proceso varias veces con la finalidad de obtener la mayor cantidad de pulpa. En esta etapa se realizó un balance de materia para cada fruta.

**Medida del pH:** Se midió la acidez del yacón en proporciones diferentes. Luego se homogenizó, nuevamente se midió el pH de la mezcla y se realizó el ensayo organoléptico para determinar el sabor agradable y verificar la acidez.

**Grados brix:** También se midió los °Brix antes y después de la mezcla de las pulpas de frutas.

**Estandarizado:** Operación en la que se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen la bebida funcional, considerando la dilución de la pulpa y regulación del dulzor.

**Homogenizado:** Esta operación permitió uniformizar la mezcla; y consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

**Pasteurizado:** En la pasteurización se sometió la mezcla de pulpas e ingredientes a una temperatura de 92 °C por un tiempo de 3 minutos. En el pasteurizado se le agregó las proporciones calculadas de miel de abeja. En una mínima porción de miel de abeja se mezcló con CMC de acuerdo a la cantidad de solución, y se adicionó sorbato de Potasio al final de la pasteurización y homogenización adecuada.

**Envasado:** El envasado debe realizarse en caliente, a una temperatura no menor a 85°C. El llenado de la bebida funcional es hasta el tope del contenido de la botella, para evitar la formación de espuma. Inmediatamente se colocó la tapa, la cual se realizó de forma manual en el caso que se emplee “tapa rosca”.

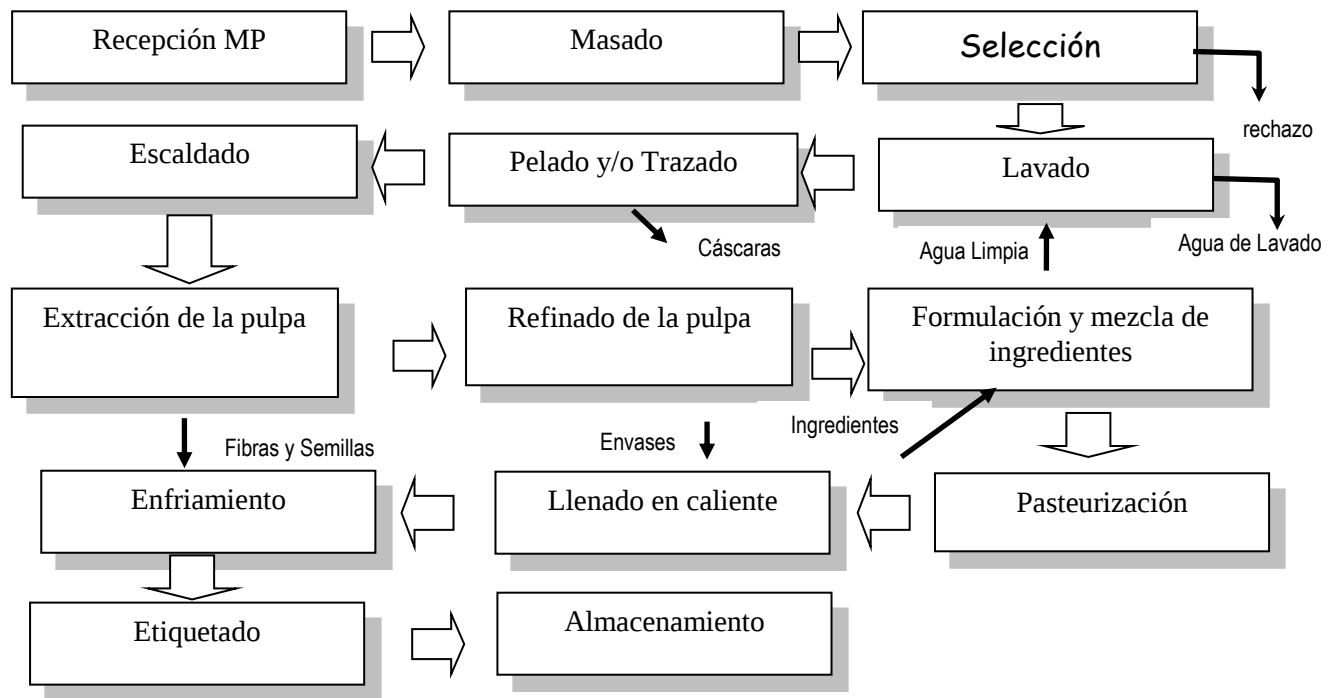
**Enfriado:** El producto ya envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella. Las botellas debidamente selladas se sumergen en un tanque con agua limpia a temperatura ambiente o fría, durante 3-5 minutos. Posteriormente se extienden sobre mesas o estantes para que las bolsas se sequen con el calor que aún conserva el producto.

**Etiquetado:** El etiquetado es la etapa final del proceso de elaboración de néctares. La etiqueta debe incluir toda la información sobre el producto. Se adhiere la etiqueta en el centro del empaque, considerando que quede sin arrugas o desalineada. Tanto el código de producción como la fecha de vencimiento se colocan sobre la etiqueta o en otra etiquetilla en el reverso de la bolsa.

**Almacenamiento:** El producto se almacenó en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su venta.

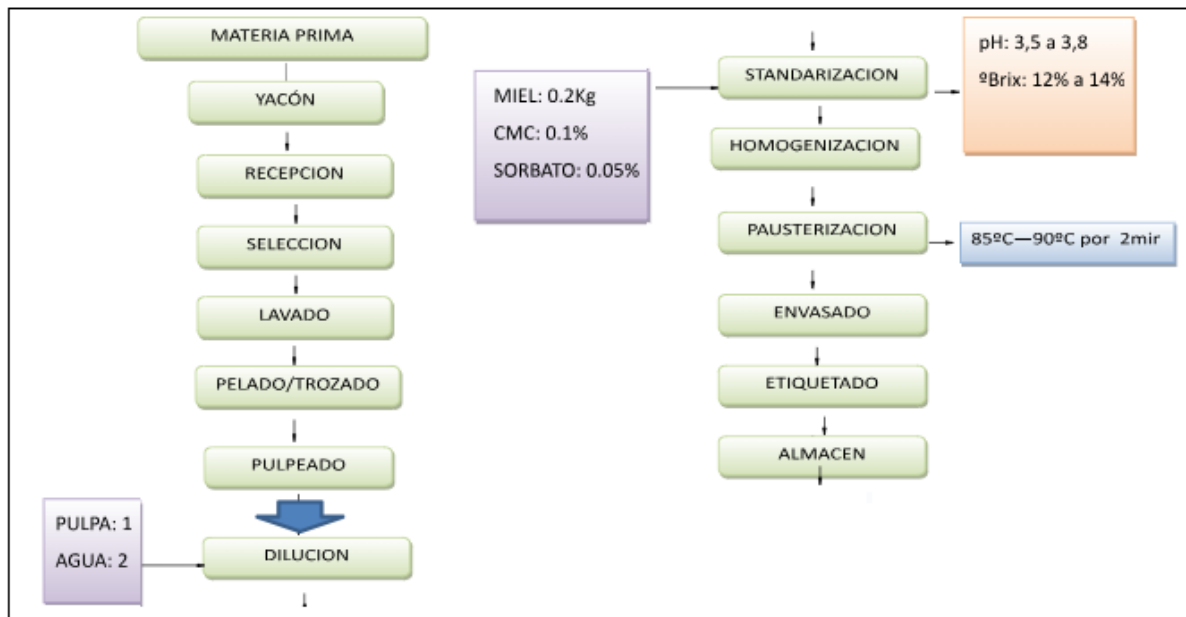
El néctar, como todo alimento destinado al consumo humano, fue elaborado teniendo en cuenta las máximas medidas de higiene, asegurando la calidad y la salud de los consumidores. Por lo tanto, se elaboró en buenas condiciones de sanidad, empleando frutas maduras, frescas, limpias y libres de restos de sustancias tóxicas, manteniendo un pH de 3,4-4, empleando un conservante como el sorbato de potasio 0,05%, con un sabor fresco y maduro, color y olor similar al zumo o pulpa, con una apariencia adecuada.

## Resultados



**Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de bebida funcional de yacón.**

En la figura 1, se muestra el diagrama de flujo según el método innovador BEFUYAC, desde la etapa de selección de materia prima hasta la etapa de almacenamiento, además indica el empleo de ciertas sustancias e insumos, así como las mermas generadas.



**Figura 2. Diagrama de bloques de la elaboración de bebida funcional a base de la pulpa de las raíces de *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad anaranjada; y miel de abeja.**

En la figura 2, se detalla el proceso de elaboración de la bebida funcional, indicando los insumo y parámetros que deben de cumplir por cada proceso.

**Tabla 1. Ensayo organoléptico de la bebida funcional**

| Descripción | Resultados |         |             |
|-------------|------------|---------|-------------|
|             | Agradable  | Regular | Indiferente |
| aspecto     | 60 %       | 30 %    | 10 %        |
| color       | 65 %       | 20 %    | 15 %        |
| sabor       | 65 %       | 20 %    | 15 %        |
| olor        | 65 %       | 20 %    | 15 %        |
| textura     | 65 %       | 20 %    | 15 %        |

En la tabla 1, se observa, los resultados del ensayo organoléptico de la bebida funcional elaborada, encontrando que referente al aspecto, color, sabor, olor y textura la mayoría refirió que tiene una aceptación de agradable, mayor al 60% de aceptación.

## Discusión

Los alimentos son considerados funcionales si, además de su efecto nutricional, favorecen una o más funciones fisiológicas en el cuerpo humano, mejorando la condición física general y/o reduciendo el riesgo de enfermedad. Un aspecto esencial es que la cantidad y forma de consumo debe ser la habitual en la dieta, por lo que el alimento funcional es ante todo un alimento y no un fármaco. No obstante, los alimentos funcionales pueden contribuir a la prevención y tratamiento de enfermedades en cuyo caso se les denomina nutraceuticos (Contreras & Purisaca, 2018).

Una bebida funcional es una bebida no alcohólica que es formulada con ingredientes nutraceuticos como frutas, hierbas, vitaminas, minerales, aminoácidos y todos los demás compuestos bioactivos que brindan beneficios específicos para la salud humana. Las bebidas funcionales están ganando mayor interés debido a los beneficios asociados a su consumo, considerando la alta demanda de alimentos de calidad y las recientes tendencias como alimentos naturales, funcionales, bajos en calorías, etc., la inclusión de yacón como fuente de prebióticos representa una gran oportunidad de innovación como alimento funcional o como suplemento dietario. De todos los productos funcionales que hoy día se ofrecen en el mercado, las bebidas son las más emergentes de todas las categorías, por su conveniencia y posibilidad de satisfacer las necesidades de los consumidores en términos de contenido, tamaño, forma y apariencia, por su facilidad de distribución y almacenamiento, por su larga vida útil y por la oportunidad de incorporar nutrientes y componentes bioactivos fácilmente. Existen diferentes tipos de productos comerciales como: bebidas lácteas incluyendo bebidas probióticas y bebidas enriquecidas con minerales y omegas, bebidas de frutas y vegetales, y bebidas energizantes y deportivas (Contreras, & Purisaca, 2018).

Jugo o zumo de fruta: De acuerdo al Codex Alimentarius, es el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados. El contenido de sólidos varía desde 8-10 °Brix dependiendo del tipo de fruta utilizada. Por su parte, la resolución 7992 de 1991 lo define como el líquido obtenido al exprimir algunas clases de frutas frescas, maduras y limpias, sin diluir, concentrar o fermentar. También se consideran como jugos a los productos obtenidos a partir de jugos concentrados, clarificados, congelados o deshidratados a los cuales se les ha agregado agua, en cantidad tal que restituya la eliminada en su proceso (Contreras & Purisaca, 2018).

Néctares: Los néctares son mezclas de pulpa de fruta y agua, a los cuales se les aplica un tratamiento térmico para evitar el crecimiento microbiano. Según la resolución 7992 de 1991, néctar de frutas es un producto elaborado de jugo, pulpa o concentrado de frutas adicionado de agua, aditivos e ingredientes permitidos en la resolución. Por su parte, el Codex Alimentarius lo define como es el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes según figuran en la Norma General para los Aditivos Alimentarios (NGAA). Pueden añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimientos físicos (Manrique, 1993).

El yacón es una raíz autóctona ampliamente cultivada en la región andina, que se pela y se come fresca y es muy refrescante por su alto contenido de agua. Es considerado como un alimento nutraceutico o

funcional a consecuencia de sus componentes bioactivos: compuestos fenólicos con propiedades antioxidantes, fructooligosacáridos (FOS) con propiedades prebióticas y compuestos antimicrobianos. Las raíces de yacón pueden pesar entre 200 a 500 g, encontrándose incluso raíces de hasta 2 kg. Cada planta produce un racimo de 2-20 raíces, con un rendimiento de hasta 5 kg por planta. La raíz recién cultivada es insípida, pero después de 3 a 5 días de exposición a la luz solar, se vuelve jugosa y dulce. El sabor del dulce de yacón ha sido descrito similar al de la manzana o sandía frescos (Arnao y Cisneros, 2012).

El yacón cada vez gana más protagonismo en el mercado por su alto contenido de oligosacáridos no digeribles, como los fructooligosacáridos y la inulina, que son un tipo especial de azúcar que aporta pocas calorías y no eleva el nivel de glucosa en la sangre, así como por el contenido de compuestos fenólicos que han sido asociados con la prevención de ciertas enfermedades crónicas como la aterosclerosis y la diabetes; el jarabe de yacón se ha usado como endulzante natural que además permite balancear la flora intestinal, con las hojas se prepara té como parte de dietas bajas en calorías y los pueblos andinos le han atribuido propiedades antidiabéticas a las hojas secas. Además de los prebióticos, el yacón contiene flavonoides, ácidos fenólicos y triptófano, que ejercen actividad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y anticancerígena. Resultado del consumo de fructanos, se ha demostrado que el consumo regular de este tipo de compuestos aumenta la resistencia a infecciones por patógenos intracelulares reduciendo de esta manera alergias en el tracto digestivo (Castañeda et al., 2008).

Los compuestos fenólicos y los flavonoides, aún cuando generan el pardeamiento enzimático, pueden modular la peroxidación lipídica involucrada en la aterogénesis, trombosis y carcinogénesis por medio de su actividad antioxidante frente a los iones superóxido  $O_2^-$ . De otro lado, los compuestos fenólicos podrían alterar el metabolismo de la glucosa y la actividad antihiper glucemiante, actuando como agentes antidiabéticos. Este efecto sobre el metabolismo de la glucosa puede estar mediado por el efecto similar a la insulina o por la mejora del estado antioxidante. En este sentido, los extractos fenólicos de hojas de yacón fueron capaces de reducir la producción de glucosa en hepatocitos de rata mediante el aumento de la expresión de ARNm de glucoquinasa. Los compuestos polifenólicos son de gran importancia por su actividad antioxidante, al proteger las membranas celulares contra el daño por radicales de oxígeno. Además, estos compuestos juegan un papel importante en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y del cáncer (Brand-Williams, 1995).

Los compuestos prebióticos como los FOS se definen como ingredientes alimenticios no digeribles que estimulan el crecimiento y la actividad de un número limitado de bacterias en el intestino del huésped; mientras que los probióticos son definidos como microorganismos adicionados a la dieta que benefician el crecimiento microbiano en el colon. Por el contenido de fructooligosacáridos (FOS) y de inulina, el yacón ha mostrado importantes características prebióticas, estos compuestos resisten la digestión intestinal y son hidrolizados y fermentados por las bacterias del colon, como lactobacillus y bifidobacteria. Igualmente, se ha demostrado que existe sinergia entre prebióticos y probióticos proporcionando beneficios para el tracto intestinal. Las bifidobacterias inhiben el crecimiento de bacterias putrefactivas en el colon (*E. coli* y cocos anaerobios), estimulan el sistema inmunológico y promueven la absorción de  $Ca^{2+}$  y  $PO_4^{3-}$  así como la síntesis de vitamina B. En este sentido, el consumo de raíces de yacón incrementa los niveles de ácidos grasos de cadena corta que protegen el colon contra el cáncer (De Moura et al., 2012).

Los fructooligosacáridos (FOS) reducen de los niveles de glucosa en la sangre y diferentes lípidos séricos en humanos y modelos animales, mejora la liberación de insulina. El consumo de harina de yacón ejerce un efecto hipolipemiante al activar la enzima lipoproteinlipasa e incrementa los niveles de insulina plasmática en ayunas, los sacáridos presentes en el yacón, particularmente ( $\beta$ -2 $\rightarrow$ 1) fructooligosacáridos, pueden modular el síndrome metabólico que ocurre en la diabetes tipo 2 y la dislipidemia, que se consideran factores de riesgo para la aterosclerosis (Cisneros-Zevallos, 2002).

El extracto etéreo de hojas de yacón ha demostrado cumplir funciones antioxidantes y citoprotectora contra hidróperóxido de terc-butilo en un modelo de daño oxidativo en hepatocitos de rata. A nivel clínico se han reportado actividad antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en las hojas de

yacón, actuando en la prevención de enfermedades crónicas, como aterosclerosis, una enfermedad que involucra radicales libres para su desarrollo (Brand-Williams, 1995).

La raíz posee un alto contenido de inulina y fructooligosacáridos (FOS) los cuales no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa, excelentes para las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos. Hay evidencias para considerar los FOS y la inulina como alimentos funcionales: son resistentes a la digestión, pero fermentados por la microflora del colon, lo que conlleva al desarrollo de las funciones colónicas, también tiene efectos fisiológicos sistémicos, estimulan selectivamente el crecimiento de bifidobacterias en el colon, lo que permite clasificarlos como prebióticos; además de su carácter dietético respaldado en su bajo poder calórico (4 kJg – 10 KJ/g) (Cisneros-Zevallos, 2002).

Algunos autores han señalado que la inulina y FOS son importantes en la prevención y/o disminución de los riesgos de algunas enfermedades, tales como: la constipación, debido al volumen fecal y a la movilidad intestinal; inhibición de diarreas, relacionado con el efecto inhibitorio de las bifidobacterias sobre las bacterias patógenas, gram positivas y gram negativas; reducción de riesgos de osteoporosis, debido a un incremento en la biodisponibilidad del calcio; reducción de los riesgos de arteriosclerosis cardiovascular, especialmente la asociada con la hipertrigliceridemia y resistencia a la insulina, relacionadas con dietas hipercalóricas; y reducción de los riesgos de cáncer al colon (De Moura et al., 2012).

Los compuestos bioactivos del yacón han generado amplio interés por su importancia en la vida humana. Las principales sustancias constituyentes son agua y carbohidratos, los cuales son almacenados principalmente en forma de fructooligosacáridos (FOS) y otros azúcares libres como glucosa y fructosa. El porcentaje de agua de las raíces es alrededor del 83 al 90% del peso fresco, 0,4 a 2,2% de proteína, y 20% de azúcares. Debido al alto contenido de agua, el valor energético de la raíz es bajo. Este factor también reduce su vida útil en condiciones ambientales –aproximadamente 7 días- ya que los tejidos internos de las raíces son muy delicados; característica que los predispone a sufrir grietas o romperse fácilmente durante la cosecha, el embalaje y el transporte (Santana & Cardoso, 2008).

El nivel de azúcar de las raíces de yacón puede variar dependiendo de factores como la localización, temporada de crecimiento, condiciones y manejo post-cosecha. En Brasil, los carbohidratos del yacón están compuestos de 34-55% de FOS, 7-9% de glucosa, 13-14% de fructosa y 10-13% de sucrosa. Sin embargo, en Perú, los investigadores han encontrado raíces con carbohidratos compuestos de 40-70% de FOS, 5-15% de sucrosa, 5-15% de fructosa y menos del 5% de glucosa (en base seca) (Choque Delgado et al., 2013).

El yacón está compuesto por  $\beta$ -oligosacáridos de baja polimerización, inulina, pequeñas cantidades de vitaminas y minerales y no contiene almidón. Los minerales más abundantes del yacón son calcio y potasio. Los compuestos bioactivos importantes del yacón son compuestos fenólicos, derivados de éster, metil ésteres y glucósidos. Además, el jugo de yacón es rico en aminoácidos esenciales libres, contiene 850 ppm de compuestos polifenólicos como ácido clorogénico, el cual es considerado el principal antioxidante del yacón, además del triptófano y de los derivados del ácido cafeico. Los ácidos fenólicos parecen ser los responsables de algunas de las actividades funcionales del yacón, incluyendo sus efectos antihiperlipidémicos y citoprotectores así como de eliminación de residuos (Campos et al., 2008).

El yacón se presenta en tres variedades principales: la blanca, la anaranjada y la morada, tienen una mayor variabilidad, dependiendo de las condiciones ambientales donde éstas son cultivadas, en el presente trabajo de investigación se selecciona el yacón anaranjado, *Smallanthus sonchifolius*, yacón, variedad. *Aello llajumo*, Actualmente existe en el mercado, una gran variedad de productos derivados de las raíces de yacón, como jugos, purés, endulzantes tipo jarabe con alto contenido de FOS, harina, productos deshidratados, snacks tipo rodajas e inclusive té a partir de las hojas secas. Considerando el alto contenido de fructooligosacáridos (FOS), las raíces de yacón pueden llegar a ser una alternativa importante para la obtención de FOS frente a fuentes tradicionales como la alcachofa o las raíces de achicoria (Arnao y Cisneros, 2012).

Las bebidas funcionales, deben estar libres de materias y sabores extraños, que los desvíen de los propios de las materias primas empleadas. Deben poseer color uniforme y olor semejante a la materia prima. Entre las características fisicoquímicas a considerar se menciona: Los sólidos solubles o grados Brix, medidos mediante lectura refractométrica a 20 °C en porcentaje m/m no debe ser inferior a 10%; su pH leído también a 20 °C no debe ser inferior a 2,5 y la acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en porcentaje no debe ser inferior a 0,2 (Contreras & Purisaca, 2018).

El yacón, es una planta arbustiva nativa de los andes peruanos, domesticada y bastante consumida por la población del Tahuantinsuyo, quienes exponían sus raíces al sol durante algunos días para aumentar su dulzura y así consumirla como fruta fresca. Entre sus principales cualidades del Yacón, es la presencia de fructosa, edulcorante natural está presente en grandes cantidades en el yacón, desaloja del torrente sanguíneo a la glucosa. Razón por lo cual se puede elaborar suero a partir de este tipo de azúcar natural, evitando riesgos de hiperglucemia (nivel elevado del azúcar en la sangre). EL yacón, es uno de los 11 tubérculos y raíces andinas mantenidas en custodia en el banco genético del Centro Internacional de la Papa. El yacón en el Perú se desarrolla en costa, sierra y selva alta. Lo hace de manera silvestre entre los 2 500 y 3 000 msnm, y de forma cultivada desde el nivel del mar hasta los 3 600 metros de altitud (Dou et al., 2010).

La inulina y fructooligosacáridos no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa, excelentes para las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos, tiene función de fibra dietética, hipolipemiente e hipoglicemiante, laxante, modula flora intestinal actuando como prebiótico, ya que el consumo de 4 g de inulina diarios son efectivas para incrementar el número de bacterias beneficiosas en el colon. El aporte calórico reducido (máximo de 1,5 kcal/g), atribuibles a la resistencia a la digestión y posterior hidrólisis y fermentación por la flora intestinal selectiva del intestino grueso. Solo los ácidos grasos de cadena corta obtenidos como producto metabólico de la actividad bacteriana en el intestino grueso contribuyen a proveer energía al individuo, además incrementa la absorción de calcio, magnesio y otros minerales favoreciendo la densidad ósea debido al consumo de 8 g/día de inulina durante 8 semanas. (Gutiérrez, 2011; Valentová et al., 2005).

Con respecto al cáncer, se demuestra que la administración de prebióticos (inulina y oligofructosa) disminuye el crecimiento de cáncer de colon en ratas. El mecanismo aún no está claro, pero los resultados parecen señalar como responsable a la acción combinada de dos factores: el aumento de los ácidos grasos de cadena corta (producto de la fermentación de los prebióticos) y la disminución de la proliferación de las enzimas envueltas en la patogénesis del cáncer. Se observa la inhibición del cáncer mamario en ratas cuya dieta fue suplementada con inulina. También ha sido reportado un efecto antimelanoma por el consumo de inulina. Estos efectos positivos en la salud han originado que se recomiende la inulina como factor adyuvante en las terapias de cáncer (De Moura et al, 2012)

La inulina junto con otro carbohidrato no digerible, el galacto oligosacárido, logra cumplir una función muy importante en el mejoramiento de las formulaciones alimenticias infantiles. La leche materna contiene una mezcla compleja de carbohidratos no digeribles que cumplen con la función de prebiótico, lo cual justifica la adición de oligosacáridos a fórmulas lácteas que se administran a los niños. Existen otras funciones promisorias de la inulina que aún están en estudio, entre ellas el aumento a la resistencia a infecciones intestinales, atenuación de enfermedades inflamatorias del intestino, estimulación del sistema inmune, con la consecuente resistencia a las infecciones. Sin embargo, es importante considerar que estudios en seres humanos han demostrado que dosis mayores a 30g/día de inulina y oligofructosa ocasionan efectos gastrointestinales adversos. Los importantes beneficios de la inulina y derivados han sido ampliamente explotados en el mercado e incluso utilizados para alegaciones contundentes en las campañas de mercadeo. Un reporte de las FAO señala la necesidad de una regulación internacional que estandarice las condiciones bajo las cuales se pueden usar las alegaciones en nutrición y salud, ya que existen algunas que aún no han sido sólidamente comprobadas a nivel científico (Polanco, 2011).

## Conclusiones

La bebida funcional elaborada en base de *Smallanthus sonchifolius* (yacón), variedad anaranjada y miel de abeja; encontrando que presenta características organolépticas deseables. Siendo la proporción adecuada para este fin de 1 yacón y con 2 partes de agua se procesa satisfactoriamente.

Los resultados microbiológicos muestran cumplir con la calidad sanitaria del producto, mientras que los ensayos organolépticos lograron una aceptación del 65 % relacionado al color, olor, sabor y textura.

Se demostró que la metodología “BEFUYAC”, es una técnica adecuada para el procesamiento de la bebida funcional a partir del yacón y miel de abeja, con características organolépticas agradable y de buena calidad, nutricional y económica.

## Referencias[1]

Arnao, I., Suárez, S., Cisneros, R., & Trabucco, J. (2012). Evaluación de la capacidad antioxidante de los extractos acuosos de la raíz y las hojas de *Smallanthus sonchifolius* (yacón). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 78(2), 120–125.

Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. (1995) Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol* 1995; 28 (1): 25-30.

Castañeda, C. B., Ramos, L. L. E., & Ibáñez, V. L. (2008). Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Médico*, 8(1), 56–72.

Campos, D., Betalleluz-Pallardel, I., Chirinos, R., Aguilar-Galvez, A., Noratto, G., & Pedreschi, R. (2012). Prebiotic effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl), a source of fructooligosaccharides and phenolic compounds with antioxidant activity. *Food Chemistry*, 135(3), 1592–1599. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.088>

Choque Delgado, G. T., Tamashiro, W. M. C., Maróstica Junior, M. R., & Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): A functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68(3), 222–228. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0362-0>

Cisneros-Zevallos, L. (2002). *Characterization and evaluation of fructooligosaccharides on yacon roots (Smallanthus sonchifolius Poepp. & Endl.) during storage* [Unpublished doctoral dissertation]. Department of Horticulture.

Contreras, E., & Purisaca, J. P. (2018). *Elaboración y evaluación de una bebida funcional a partir de yacón (Smallanthus sonchifolius) y piña (Ananas comosus) endulzado con stevia* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3060>

De Moura, N. A., Caetano, B. F. R., Sivieri, K., Urbano, L. H., Cabello, C., Rodrigues, M. A. M., & Barbisan, L. F. (2012). Protective effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) intake on experimental colon carcinogenesis. *Food and Chemical Toxicology*, 50(8), 2902–2910. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.006>

Dou, D. Q., Tian, F., Qiu, Y. K., Xiang, Z., Xu, B. X., Kang, T. G., & Dong, F. (2010). Studies on chemical constituents of the leaves of *Smallanthus sonchifolius* (yacón): Structures of two new diterpenes. *Natural Product Research*, 24(1), 40–47. <https://doi.org/10.1080/14786410802268697>

Gutiérrez, L. (2011). *Evaluación del uso de recubrimientos lipídicos, poliméricos y refrigeración para prolongar la vida útil del yacón* [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle].

Manrique, I. (1993). *Jarabe de yacón: Principios y procesamiento*. Centro Internacional de la Papa (CIP).

Polanco, M. F. (2011). *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la ecorregión Eje Cafetero de Colombia* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].

Santana, I., & Cardoso, M. H. (2008). Raiz tuberosa de yacón (*Smallanthus sonchifolius*): Potencialidades de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. *Ciência Rural*, 38, 898–905.

Valentová, K., Sersen, F., & Ulrichová, J. (2005). Radical scavenging and anti-lipoperoxidative activities of *Smallanthus sonchifolius* leaf extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(14), 5577–5582. <https://doi.org/10.1021/jf050304c>