



## Caracterización fisicoquímica de un néctar obtenido a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), pera (*Pyrus Communis*) y stevia (*Stevia Rebaudiana*)

### Physicochemical characterization of a nectar obtained from yacon (*Smallanthus Sonchifolius*), pear (*Pyrus Communis*) and stevia (*Stevia Rebaudiana*)

Yaceris Mercedes Castro E<sup>1</sup>., Dialinis Blanco Villadiego., Miller Johannes Claro V., Teresa de Jesus Altamar P., Lisbeth Leticia Olmos B.

Recibo: 15.11.2018 Aceptado: 05.06.2019

Castro Y., Blanco D., Claro M., Altamar T., Olmos L. (2019). Caracterización fisicoquímica de un néctar obtenido a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), pera (*Pyrus Communis*) y stevia (*Stevia Rebaudiana*). *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*. 6(1), 81-94.

#### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar fisicoquímicamente un néctar obtenido a partir del yacón, pera y stevia. Este estudio fue de tipo descriptivo experimental el cual se llevó a cabo en tres fases, la primera consistió en el desarrollo del proceso productivo y de la formulación en donde se ensayaron tres formulaciones diferentes variando en un mayor porcentaje pulpa de yacón, pulpa de pera y stevia teniendo para F1: 37.22%, 37.22%, 6.56%, F2 30.91%, 11.94%, 5.51% y para F3 37.22%, 37.22%, 4.0%. La segunda fase se basó en evaluar las características fisicoquímicas de las tres muestras y la última fase consistió en realizar un panel sensorial. Los resultados arrojaron que la muestra 3, fue la que presentó mejores características fisicoquímicas al obtener 6°Brix para sólidos solubles, 3,4 pH, acidez titulable de 0,5%, grasa 0 g, sodio 6g, azúcares totales 14g, proteína 0,6g, fibra 5g, carbohidratos totales 13mg, calcio 0,10g, hierro 0,1mg, vitamina A 0,8mg y densidad 1,02 g/ml. En el panel sensorial los panelistas evaluaron las tres muestras, desde una escala hedónica de me gusta muchísimo a me disgusta muchísimo, siendo la muestra F3 la que mejor aceptación tuvo. Se concluye que a partir del yacón se puede obtener un néctar con mejores características fisicoquímicas que los que se encuentran actualmente en el mercado rico en fibra y con un bajo poder calórico.

**Palabras clave:** Oyacón, pera, stevia, bebidas saludables, bebidas no tradicionales, fructooligosacáridos.

## Abstract

The objective of the present investigation was to physicochemically characterize a nectar obtained from yacon, pear and stevia. This study was of an experimental descriptive type which was carried out in three phases, the first consisted in the development of the production process and the formulation where three different formulations were tested, varying in a higher percentage of yacon pulp, pear pulp and stevia taking for F1: 37.22%, 37.22%, 6.56%, F2 30.91%, 11.94%, 5.51% and for F3 37.22%, 37.22%, 4.0%. The second phase was based on evaluating the physicochemical characteristics of the three samples and the last phase consisted in making a sensory panel. The results showed that sample 3 was the one with the best physicochemical characteristics when obtaining 6°Brix for soluble solids, 3.4 pH, titrable acidity of 0.5%, fat 0g, sodium 6g, total sugars 14g, protein 0.6g, fiber 5g, total carbohydrates 13mg, calcium 0.10g, iron 0.1mg, vitamin A 0.8mg and density 1.02 g / ml. In the sensory panel, the panelists evaluated the three samples, from a hedonic scale I like very much, I dislike it a lot, being the F3 sample the one that had the best acceptance. It is concluded that from the yacon you can obtain a nectar with better physicochemical characteristics than those that are currently in the market rich in fiber and with a low caloric power.

**Keywords:** Yacón, pear, stevia, healthy drinks, non-traditional drinks, fructooligosacáridos.

## Introducción

Las frutas, tubérculos y vegetales, se caracterizan por contener cantidades significativas de componentes biológicamente activos que proporcionan beneficios para la salud, así mismo entre sus características se encuentran que son fuente importante de antioxidantes, vitaminas, fibra, hidratos de carbono, potasio, hierro, minerales etc. Por lo tanto, una técnica de transformación aplicable para el aprovechamiento de estos alimentos es la preparación de un néctar el cual es un producto sin fermentar que se obtiene a través del zumo o pulpa de fruta y se le adicionan agua, aditivos y edulcorantes. (Hass, Moo, Cruz, Uicab, & Canul, 2010; Ministerio de Salud y Protección, 2013)

Los néctares de frutas deben estar libres de materia y sabores extraños, su color debe ser homogéneo y el olor por lo general es característico al de la respectiva fruta, el contenido de azúcares debe como mínimo estar en 10°Brix, sin embargo, si se hace uso de edulcorantes no calóricos los azúcares tendrán un contenido mucho menor. (Cañizares,

Bonafine, Laverde, Rodriguez, & Mendez, 2009)

El yacón es un tubérculo que se diferencia de los demás porque sus características físicas son muy semejantes a los de una fruta, su principal propiedad es que transforma su contenido de carbohidratos en fructooligosacáridos, los cuales son un tipo de azúcares pertenecientes al grupo de los fructanos que le otorgan la propiedad de ser un alimento con bajo poder calórico y altos niveles de fibra. Debido a estas características, se ha empleado en diferentes investigaciones, tal es el caso de (Caxi, 2013) que evaluó la vida útil de un néctar obtenido a partir del yacón, maracuya amarilla y stevia, reportando un tiempo de vida útil de 45 días y resalto la facilidad que tiene el yacon de mezclarse con otras frutas. Del mismo modo (Sequerios & Castro, 2003) llevaron a cabo la elaboración de un bebida obtenida a partir de este tuberculo demostrando a través de su investigación que es posible obtener una bebida con excelentes características organolépticas y rica en nutrientes mediante la utilización del yacón. Así mismo (Yucailla, 2016) elaboró una bebida hipocalórica apta para diabéticos

determinando que la bebida logra aportar un bajo poder calorico de 29 KJ, suple los minerales necesarios para el organismo y puede ser ingerida por personas que padezcan diabetes, debido al bajo contenido de azúcares que le otorgan los fructoligosacaridos.

Por lo tanto la elaboración de un néctar a base yacón según (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003), no solo representa una gran alternativa para la industria de alimentos ya que permite ampliar y mejorar los conocimientos de los principios activos presentes en vegetales, tubérculos, si no que tambien de acuerdo con (Pazmiño, 2014) tiene efectos beneficiosos en la salud ya que contribuye a reconstituir la microflora intestinal, ayuda a prevenir el estreñimiento, promueve la asimilación del calcio, reducen los niveles de colesterol, fortalece el sistema inmunológico y disminuye el riesgo de desarrollar cáncer del colon. Todas estas propiedades medicinales se le atribuyen debido a su alto contenido en fructooligosacáridos.

En el campo agroindustrial la implemetacion de este tuberculo puede contribuir a fortalecer la industria hortofrutícola y economía del país al incentivar el cultivo del yacón, dando a conocer la gran demanda que genera y el interés de varios países en este cultivo.

El objetivo de este trabajo consistió en caracterizar fisicoquímicamente un néctar obtenido a partir del yacón, pera y stevia determinando parámetros como solidos solubles, acidez titulable, densidad, azúcares totales, pH, fibra dietaria, proteínas y carbohidratos con el fin de determinar los niveles de azúcares, fibra y carbohidratos que el yacón puede aportarle a una bebida.

## Marco Teórico

### Características generales del yacón

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*), es una especie originaria de la región Andina de Sudamérica, es una planta perenne de 1,5 a 3

metros de altura. Está compuesto por raíces reservantes y carnosas que pueden alcanzar hasta un tamaño de 25 cm longitud por 10 cm de diámetro. Normalmente el yacón se consume fresco, por ser una raíz de sabor dulce y tener una consistencia similar a la de la manzana o pera (Castillo, 2014).

### Composición de las raíces de yacón

Las raíces frescas de yacón se caracterizan por que están compuestas en una mayor proporción (85%- 90%) de agua y carbohidratos. Los carbohidratos se encuentran en forma azúcares entre los que se destacan monosacáridos (fructuosa y glucosa) oligosacáridos (sacarosa), fructoligosacáridos y trazas de almidón e inulina. Entre el 40 al 70% del peso seco esta en forma de fructooligosacaridos y del 15 al 40% está formado por azúcares simples como sacarosa, fructosa y glucosa (Muñoz, 2010). En cuanto a sus raíces estas contienen cantidades significantes de potasio, compuestos polifenolicos, derivados del ácido cafeico, sustancias antioxidantes como ácido clorogenico y triptofano y varias fitoalexinas con actividad fungicida. Por lo general el contenido de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales es relativamente bajo (Seminario, Valderrama, & Manrique, 2003).

### Composicion nutricional del yacón

Para la composición nutricional del yacón (Pazmiño, 2014), establece que en 100 g de yacón por lo general se encuentran 54 Kcal de energía; 86,6 g de agua; 10,5 g de carbohidratos; 3,1 g de ácido ascórbico; 23mg de calcio; 21 mg de fosforo; 0,3 mg de hierro; 0,1 mg de tiamina y 0,1 mg de riboflavina. De esta manera se evidencia que el yacón proporciona calorías inferiores al de la sacarosa, por lo tanto por su bajo contenido de cabohidratos y azúcares puede ser empleado para dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos. Asi mismo se evidencia que contiene cantidades considerables de minerales como el fósforo, hierro y calcio y de vitaminas como la tiamina y riboflavina (Pazmiño, 2014)

## Propiedad funcional del yacón

El yacón debido a su alto contenido en fructooligosacaridos mejora la liberación de inulina ejerciendo un efecto hipoglucemiante, así mismo debido al alto contenido de fibra de los fructooligosacaridos y a su capacidad de resistir la digestión intestinal, ser hidrolizados y fermentados por las bacterias del colon le da la capacidad de prevenir el cancer de colon, estimular el sistema inmunológico y promover la absorción  $Ca^{2+}$  y  $PO_4$ . Además su contenido de flavonoides, ácidos fenólicos y triptófano le dan la propiedad de tener actividad antioxidante, antiinflamatoria, antimicrobiana y anticancerígena. De igual manera su contenido de compuestos fenólicos le permite contribuir a la prevención de ciertas enfermedades crónicas como la aterosclerosis y de proteger las biomoléculas, como el ADN, lípidos y proteínas, frente al daño causado por los radicales libres (Jimenez, 2017).

## Materiales y Métodos

### Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos establecidos la presente investigación es de tipo descriptiva –experimental, debido a que en el presente trabajo se determinaron las fases a desarrollar para la elaboración del néctar y se manipularon variables independientes para identificar si estas afectaban a otras variables dependientes (UNAM, 2015).

### Población

La población de estudio del presente proyecto, estuvo conformada por personas de 18 y 60 años, quienes correspondían a estudiantes y docentes del Centro para el desarrollo agroecológico y agroindustrial (CEDAGRO).

### Fases del proceso metodológico

#### Fase I. Proceso de obtención y formulación del néctar de yacón

Para llevar a cabo esta fase primeramente se buscó información relacionada con el tema en investigaciones, tesis, artículos científicos etc. Posteriormente se hizo una recopilación de la información seleccionando aquellas que proporcionaron mayor valor en lo relacionado a aspectos técnicos y nutricionales. Finalmente se determinó la tecnología disponible, mecanismos de control, operaciones del proceso, materias primas y aditivos, para realizar los respectivos ensayos y analizar las variables a controlar.

#### Proceso para la elaboración del néctar

Para la elaboración del néctar se definieron las etapas que se deben llevar a cabo para el proceso de obtención y se ensayaron tres formulaciones distintas para obtener a través de estas la formulación ideal. El diagrama de flujo descrito en la figura 1, permite observar el proceso requerido para la elaboración del néctar de pera con yacón, en él se logran

Identificar las respectivas etapas que deben llevarse a cabo para el desarrollo del producto.



Figura 1. Diagrama del Flujo del Néctar de Pera con Yacón. Elaboración propia.

### Descripción del Proceso

**Recepción de materia prima:** se inicia el proceso con la recepción del Yacón y Pera el cual se obtiene del supermercado Jumbo. Posteriormente fue trasladada a las instalaciones del laboratorio del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial CEDAGRO, ubicado en el municipio de Sabanalarga, Atlántico.

**Clasificación y selección:** se clasifica la materia prima que se encuentre en mejor estado seleccionando aquellas que estén libres de magulladuras y golpes. Posteriormente se procede a remover cualquier partícula de suciedad.

**Lavado:** se realiza una solución de agua con Hipoclorito de sodio a 40ppm, se sumergen el Yacón y Pera para retirar toda suciedad de tierra.

**Pelado y troceado:** se retira la piel del yacón y de la pera y luego son troceados en cubos 2cm x 2cm y sumergidos en una solución de ácido ascórbico al 0,02%.

**Escaldado:** este procedimiento para el yacón se efectúa a 100°C por 10 minutos y para la Pera se lleva a cabo a 95°C durante 5 minutos. Se utilizan estas temperaturas para evitar el pardeamiento de la pulpa.

**Despulpado:** Después del escaldado el yacón y la pera son llevados a la despulpadora, para la extracción de la su pulpa.

**Filtrado:** la pulpa obtenida es pasada por

mallas finas 0.020 mm a 0.027 mm

**Pesado:** Obtenidas las pulpas se proceden a pesar, así como igualmente se realiza el pesado del agua, stevia, CMC, ácido cítrico y ácido ascórbico provenientes de almacenes Juliao.

**Mezclado:** en esta etapa se mezclan todos los ingredientes, primeramente, se calienta el agua a 70°C y seguidamente se adicionan el CMC, stevia, ácido cítrico y ácido ascórbico, para al final adicionar la pulpa de pera y yacón.

**Pasteurización:** se realiza llevando la mezcla a un proceso de calentamiento hasta alcanzar los 74°C durante un tiempo aproximado de 2 minutos.

**Llenado:** se realiza en caliente a una temperatura de 50°C y en botellas de vidrio de 250 ml.

**Enfriamiento:** se deja reposar la bebida a temperatura ambiente.

**Almacenamiento:** se almacena el producto a una temperatura de 4°C.

### Determinación de la formulación

Para el desarrollo del prototipo se creó un diseño factorial 34, el tres de la base indica que cada factor toma sólo tres valores, es decir se utilizan solo seis tratamientos y el cuatro del exponente indica que se estudiaran cuatro factores los cuales fueron concentración del endulzante, acidez, concentración de pulpa de yacón y pulpa de pera, como se visualiza en la tabla 1.

Tabla 1. Factores de estudio

Tratamiento	Concentración de endulzante %	Acidez % de ácido cítrico	Concentración de pulpa de yacón %	Concentración de pulpa de pera %	Grado de aceptabilidad (%)
T1	6,56	0,50	37,22	37,22	36
T2	5,51	0,40	11,94	30,91	68
T3	4,00	0,50	37,22	37,22	76
T4	5,51	0,50	37,22	37,22	33
T5	4,00	0,40	11,94	37,22	28
T6	6,56	0,50	37,22	30,91	21

Fuente: Autores

## **Fase II. Caracterización fisicoquímica del néctar de yacón**

En esta fase se evaluó fisicoquímicamente el néctar de yacón teniendo en cuenta los métodos propuestos por el CODEX STAN 247, la cual es la norma general para la determinación de estos parámetros en zumos (jugos) y néctares de frutas.

Sólidos solubles (°Brix): se determinó por el método de la AOC 983.17 de 1996. (CODEX STAN 247, 2005)

Acidez titulable expresada en % m/m de ácido cítrico: se determinó por el método IFU N°3 de 1968. (Comisión del codex alimentarius;FAO;OMS, 2004)

Densidad (a 20°C, g/ml): se utilizó la metodología IFU N°1 de 1989. (CODEX STAN 247, 2005)

Hierro y calcio (mg/100g de muestra): se llevó a cabo por el método IFU N°33 de 1984. (CODEX STAN 247, 2005)

Valor del pH: se realizó mediante la metodología IFU N°11 de 1989. (CODEX STAN 247, 2005)

Azúcares totales (g/100g): se determinaron por el método IFU N°67 de 1996. (Comisión del codex alimentarius;FAO;OMS, 2004)

Fibra dietética (g/100g): se calculó según el método de prosky avalado por la AOAC 985,29. (Comisión del codex alimentarius;FAO;OMS, 2004)

Proteínas (mg/100 g de muestra): se halló mediante el método de Kjeldahl. (Comisión del codex alimentarius;FAO;OMS, 2004)

Carbohidratos totales (g/100g): se determinó mediante el método de fenol-sulfúrico

Grasa %m/m, min: Se realizó mediante el método de extracción de soxhlet (Verdini, 2017).

Sodio (mg/100 g de muestra): se llevó a cabo por el método IFU N°33 de 1984 (CODEX STAN 247, 2005).

Vitamina A (mg/100 g de muestra): se halló a través del método de cromatografía líquida de alta resolución (Rodríguez, Suárez, & Izquierdo, 2009).

Colesterol (mg/100 g de muestra): se determinó

mediante el método de cromatografía de gases (Castro, 2005).

## **Fase III. Evaluación microbiológica del néctar**

En esta fase se evaluó microbiológicamente el néctar de yacón, pera y stevia, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la NTC 3929, para descartar cualquier tipo de contaminación microbiana y garantizar que la bebida cumpla con los criterios reglamentados en la normatividad.

## **Fase IV. Análisis sensorial al néctar de yacón**

En esta fase se analizó el grado de aceptación del néctar de yacón, pera y stevia, se evaluaron sus características organolépticas como: olor, color, textura y sabor. Se llevó a cabo a través de una prueba hedónica en donde se les preguntó a 25 panelistas que valoraran las tres muestras del néctar de yacón codificadas con los números 121, 212, 313, en una escala de me gusta muchísimo a me disgusta muchísimo. Los resultados obtenidos serán sometidos a un análisis cuantitativo mediante el programa estadístico SPSS.

## **Discusión**

### **Formulación del néctar**

Para la formulación del néctar se seleccionaron los tres tratamientos que presentaron mejores características de acidez, textura y sabor. Siendo los tratamientos elegidos los que se observan en la tabla 2, en donde se visualiza que para la formulación 1 y 3, se variaron únicamente las concentraciones de stevia, ácido ascórbico, ácido cítrico, benzoato de sodio y sorbato de potasio mientras que para los demás ingredientes no se evidencian variaciones.

**Tabla 2.** Porcentaje de materia prima utilizado en cada ensayo

Materia Prima	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
<b>Pulpa de pera</b>	37, 220%	30,910%	37, 220%
<b>Pulpa de yacón</b>	37,220%	11,940%	37,220%
<b>Agua</b>	18,960%	51,580%	18,960%
<b>Stevia</b>	6,560%	5,510%	4,000%
<b>CMC</b>	0,010%	0,023%	0,010%
<b>Ácido ascórbico</b>	0,010%	0,015%	0,050%
<b>Ácido cítrico</b>	0,010%	0,015%	0,020%
<b>Benzoato de sodio</b>	0,005%	0,0035%	0,008%
<b>Sorbato de potasio</b>	0,005%	0,0035%	0,008%
<b>Total</b>	100,000%	100,000%	100,00%

Fuente: Autores

### Análisis fisicoquímico del néctar

Las muestras uno, dos y tres fueron sometidas a un análisis fisicoquímico y comparada con los

parámetros exigidos por la Resolución 3929, con el fin de determinar cuál de las tres muestras cumplía con mejores criterios.

**Tabla 3.** Análisis fisicoquímicos del néctar de pera y yacón

	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Resolución 3929
Solidos solubles a 20°C (Brix)	6°Brix	6°Brix	6°Brix	Mín. 10°Brix
pH	3,4	3,6	3,4	Min. 2,5- Máx. 4,6
Acidez titulable expresada en % m/m de ácido cítrico	0,5%	0,4%	0,5%	Min. 0,2%
Densidad a 20°C,gr/ml	1,01	1,01	1,02	
Grasa %m/m, min	0 gr	0 gr	0 gr	
Sodio (g/100g de muestra)	6 gr	4,8 gr	6 gr	
Azúcares totales (g/100g de muestra )	14 gr	12 gr	14 gr	
Proteína (g/100g de muestra)	0,96 gr	0,78 gr	1 gr	
Fibra dietaría (g/100g de muestra)	5 gr	3 gr	5 gr	
Carbohidratos totales (g/100g de muestra)	23 gr	20 gr	24 gr	
Calcio (mg/100g de muestra)	12 mg	10 mg	13 mg	
Hierro (g/100g de muestra)	0,1 gr	0,06 gr	0,1 gr	
Vitamina A (mg/100g de muestra)	0,8 mg	0,8 mg	0,8 mg	
Colesterol (mg/100g de muestra)	0 mg	0 mg	0 mg	

Fuente: Autores

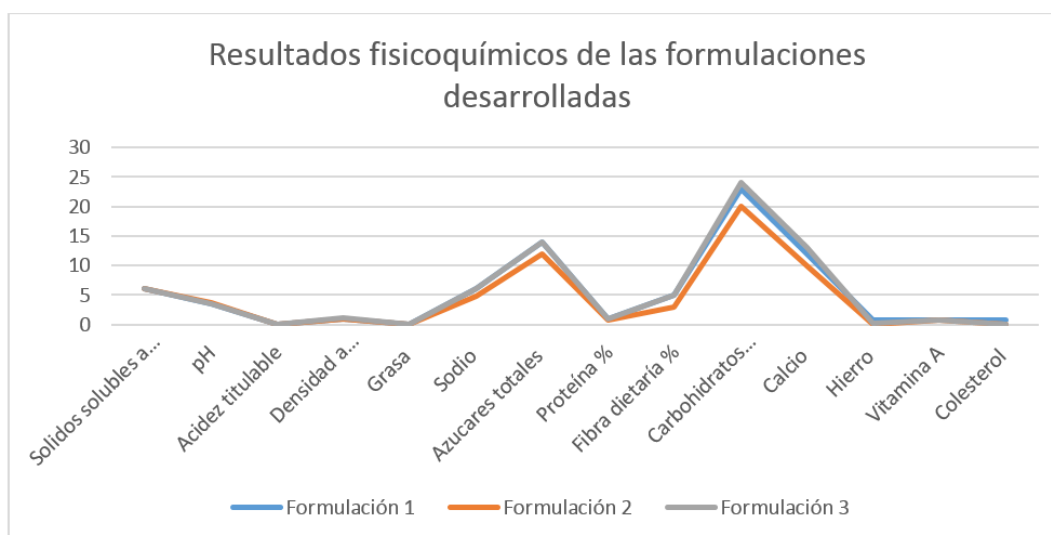


Figura 2. Resultados fisicoquímicos de las formulaciones desarrolladas. Elaboración propia.

En la tabla 3 y figura 2, se logra visualizar los resultados fisicoquímicos obtenidos de las tres formulaciones. Se determinó que las formulaciones 1 y 3 reportaron los mismos valores para sólidos solubles 6°Brix, pH 3,4, sodio 6 g, azúcares totales 14 g, fibra dietaria 5 g, hierro 0,1 g y vitamina A 0,8 mg., presentándose pequeñas variaciones en el contenido de densidad, proteína, carbohidratos y calcio. La similitud en los resultados de estas dos formulaciones se debe a que fueron pocos los parámetros y cantidades que se variaron. Mientras que para la formulación 2 los resultados estuvieron más alejados de las anteriores formulaciones reportándose para los sólidos solubles 6°Brix, pH 3,6, acidez 0,4%, sodio 4,8 g, azúcares 12 g, proteína 0,78 g, fibra 3 g, carbohidratos 20 g, calcio 10 mg y hierro 0,6 g. La variación en estos resultados es consecuencia de la modificación en los porcentajes utilizados de cada una de las materias primas empleadas. En base a estos resultados se determinó que a pesar que la formulación 1 y 3, obtuvieron los mismos resultados para sólidos solubles, pH y acidez, la formulación 3 tuvo mejores características en cuanto a su densidad, proteína, carbohidratos y fibra, destacándose esta por sus mejores criterios fisicoquímicos.

Por lo tanto comparando estos resultados con

lo de un néctar comercial los cuales contienen generalmente 0% de grasa, 20 mg de sodio, 23 g de carbohidratos totales, 0% de proteínas, 22 g de azúcares, 0% de fibra dietaria y 0% de vitaminas. Se evidencia que el néctar de yacón contiene niveles más bajos de azúcares (14g) y un mayor contenido de fibra (5g), proteínas(1g) y carbohidratos (24g), estos valores se atribuyen al alto contenido de fructooligosacáridos presentes en el yacón. Así mismo representa una fuente significativa vitamina A, hierro y calcio. De acuerdo con estos resultados el néctar de yacón proporciona mejores características fisicoquímicas y por ende sus propiedades

### Evaluación microbiológica

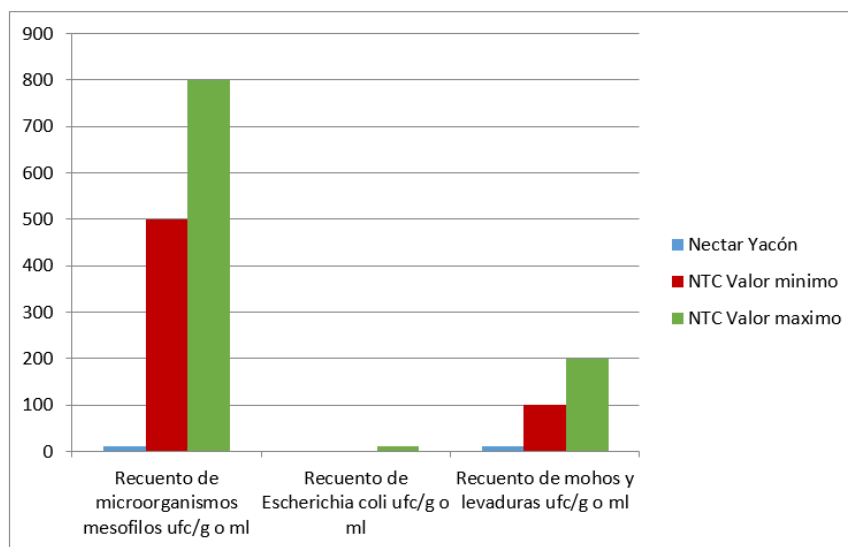
El análisis microbiológico realizado al néctar de yacón Además, como un valor adicional se evaluó el néctar microbiológicamente para descartar cualquier tipo de contaminación microbiana, en la tabla 4, se logra observar que la bebida estuvo dentro los parámetros establecidos por la NTC 3929.



**Tabla 4.** Análisis microbiológicos del néctar de pera y yacón

Requisito	Resultado	NTC 3929
Recuento de microorganismos mesofilos ufc/g o ml	<10	500 - 800
Recuento de <i>Escherichia coli</i> ufc/g o ml	0	<10
Recuento de mohos y levaduras ufc/g o ml	<10	100- 200

Fuente: Autores



*Figura 3. Comparación del análisis microbiológico del néctar de yacón y los parámetros establecidos por la NTC 3929. Elaboración propia.*

En la figura 3, se analiza que los valores para el recuento de mesofilos, *Escherichia coli* y levaduras determinados en el néctar de yacón estuvieron por debajo de los valores estipulados en la NTC 3929, observándose que para mesofilos la norma establece un valor mínimo de 500 ufc/g o ml y máximo de 800 ufc/g o ml, obteniéndose en la bebida un valor <10 ufc/g o ml. En el recuento de mohos la NTC fija valores entre 100 y 200 ufc/g o ml, siendo el resultado obtenido por el néctar de yacón <10 ufc/g o ml y por último el recuento de *Escherichia coli* reporto 0 <10 ufc/g o ml. Estos datos obtenidos dejan evidenciar que microbiológicamente el néctar estuvo dentro de los parámetros establecidos por la NTC 3929, garantizando de esta manera que el producto se encuentra libre de cualquier tipo de contaminación microbiana.

El panel sensorial se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de microbiología del Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial, CEDAGRO, participaron 25 panelistas los cuales fueron los encargados de evaluar el producto. Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente en el programa estadístico Statgraphics Centurión XVII y realizó un análisis de varianza ANOVA para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos.

En la figura 4, se observa que para la muestra 1, estuvo con un 48% dentro del rango de ni me gusta ni me disgusta por lo que se puede concluir que no fue de total desagrado para las personas ya que a un 36% le gusto la muestra.

### Panel sensorial

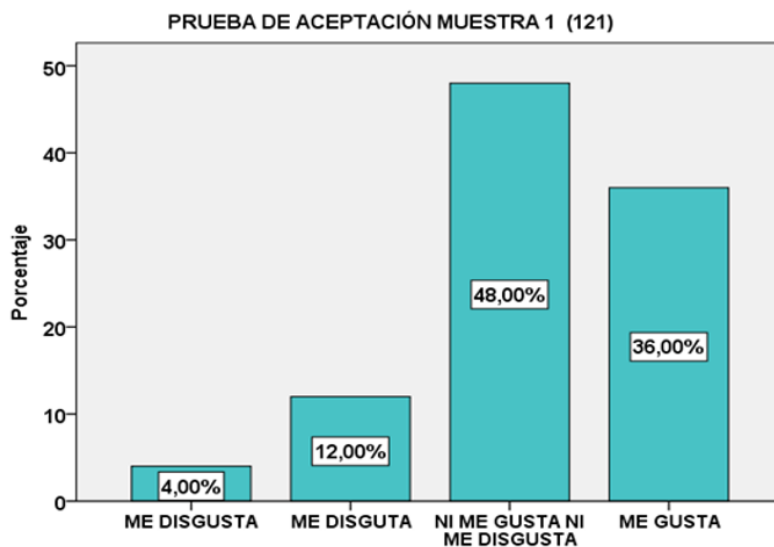


Figura 4. Prueba de aceptación muestra 1. Elaboración propia.

En la figura 5, se analiza que la muestra 2 tuvo una mejor aceptación en comparación con la muestra 1 ya que un 60% la calificaron como me gusta, por lo que se puede concluir

que sus características fueron de mayor agrado para los panelistas, posicionándose en un rango aceptable.

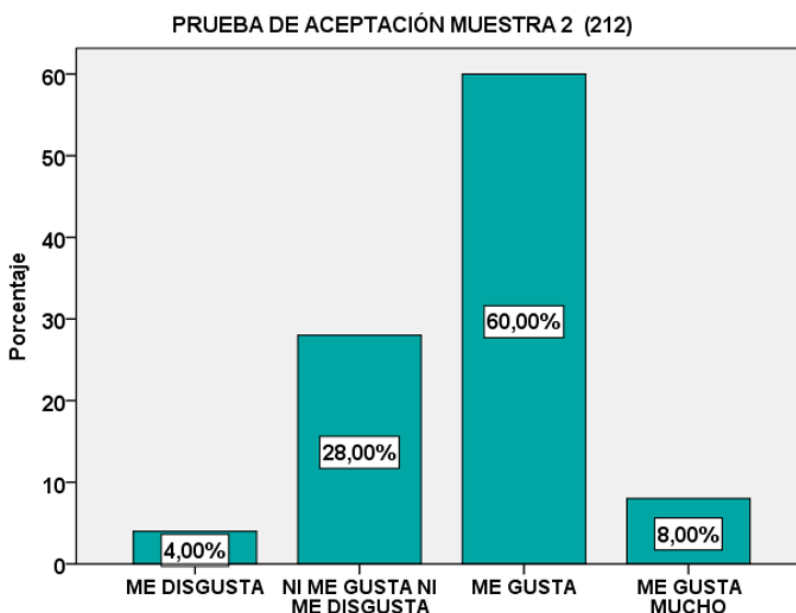


Figura 5. Prueba de aceptación muestra 2. Elaboración propia.

Se logra evidenciar en la figura 6, que esta muestra tuvo una mejor aceptación, debido a que a un 48% la valoraron en la escala de me gusta y un 28% consideraron que les gustaba

mucho, por lo según el panel realizado esta sería la bebida que más gusto y la que mejor podría competir en el mercado.

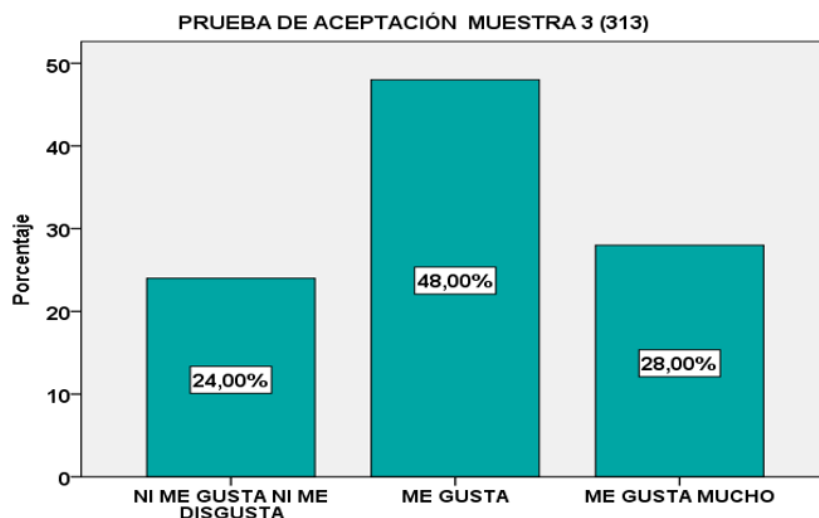


Figura 6. Prueba de aceptación muestra 3. Elaboración propia.

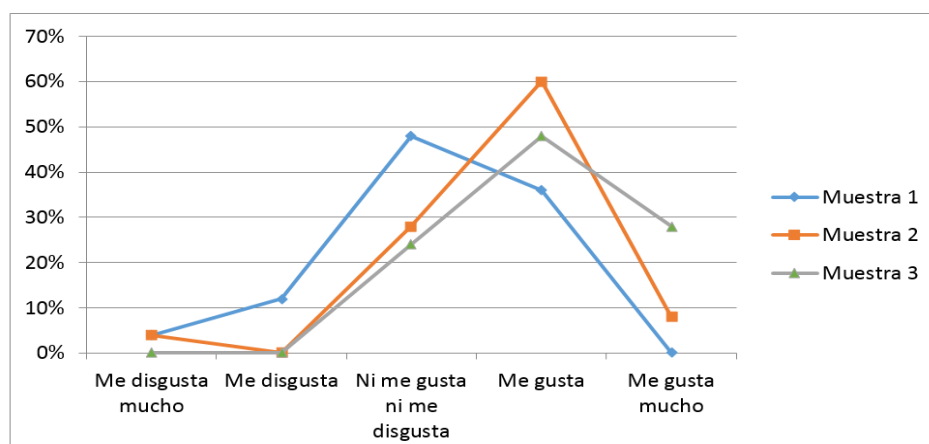


Figura 7. Comparación del panel sensorial de las muestras del néctar yacón. Elaboración propia.

En la figura 7, se hace una comparación de los resultados obtenidos por las tres muestras del néctar de yacón en el panel sensorial, se analiza que una pequeña proporción de los panelistas consideraron que las tres muestras les disgustaron mucho, sin embargo este parámetro fue ascendiendo hasta la escala de me gusta donde se registraron los mayores valores siendo la muestra 2 la que mayor gusto en un 60%, seguida de la muestra 3 la cual gusto en un 48%, mientras que la muestra 1 fue la que menor valor tuvo al gustar solo en un 36%. Así mismo se analiza que en la escala de me gusta mucho la que obtuvo un mayor porcentaje correspondió a la muestra 3 con un 28%, mientras que la muestra 2 decayó considerablemente al obtener solo un 8% en esta escala. Por lo que deja

evidenciar que la muestra 3, fue la que tuvo mejores valores de aceptación y la muestra 1, fue la menos aceptada por los panelistas.

Los resultados del panel sensorial fueron sometidos a un análisis de varianza ANNOVA, para considerar significativos los valores a un porcentaje del 5% los valores de F calculados deben ser superiores a los F tabulados. Por lo tanto como se observa en la tabla 5, la F calculada para el tratamiento es mayor que la tabulada por ende existen diferencias significativas para los tres tratamientos. Caso contrario para los panelistas en que el F tabulado es mayor que el calculado. Por lo anterior es necesaria una prueba adicional que permita comparar las diferencias entre todos los pares de medias respecto a los valores de amplitud calculados.

Tabla 5. Análisis estadístico ANNOVA

FUENTE DE VARIACION	GL	SC	CM	RELACION F	
				CALCULADA	TABULADA (p≤0,05)
TOTAL(T)	74	56,19			
TRATAMIENTO (Tr)	2	6,59	3,29	5,91	3,403
PANELISTA(P)	24	22,85	0,95	1,71	3,443
ERROR €	48	26,75	0,56		

Fuente: Autores

Para calcular estas diferencias se aplicó la prueba de Duncan, se hicieron las operaciones correspondientes para así poder hallar los valores de Q y finalmente la amplitud, utilizando la ecuación 1.

$$Amplitud = Q \sqrt{\frac{[CM (E)]}{t}} \quad \text{Ecuacion 1.}$$

Valor Q para 3 medias: 2,991; Valor Q para dos medias: 2,843.

$$Amplitud = Q \sqrt{\frac{0,56}{25}} \Rightarrow Amplitud = Q \sqrt{0,0224} \Rightarrow Amplitud = Q (0,149)$$

Como resultado se obtuvo que la muestra 3 fue significativamente más aceptada que las otras muestras, seguida de la muestra 2 y la que menos aceptación tuvo fue la muestra 1.

Para el néctar de yacón, pera y stevia, se diseñaron tres formulaciones diferentes de: pulpa de yacón, pulpa de pera, agua, stevia, CMC, ácido ascórbico, ácido cítrico, benzoato de sodio y sorbato de potasio (F1: 37,22%, 37,22%, 18,96%, 6,56%, 0,010%, 0,010%, 0,010%, 0,005% y 0,005%; F2: 11,94%, 30,91%, 51,58%, 5,51%, 0,023%, 0,015%, 0,015%, 0,0035% y 0,0035%; F3 37,22%, 37,22%, 18,96%, 4,00%, 0,010%, 0,050%, 0,020%, 0,008% y 0,008%) respectivamente. Presentando mejores características

fisicoquímicas la F3 al reportar 6°Brix, pH 3,4, acidez 0,5%, densidad 1,02, proteína 1 g, fibra 5, carbohidratos 24 g y calcio 13 mg es 0,829 % de cenizas; 0,185% de fibra; 0,17% de grasa; 0,764% de proteína; 6,21% de azúcares totales; 5,06% de azúcares reductores; 166 mg de calcio y 3,35 mg de hierro. Resultados similares reporto (Yucailla, 2016) en su investigación sobre el desarrollo una bebida hipocalórica a partir del zumo de yacón, infusión de Jamaica e infusión de stevia, siendo F1:70%, 27% y 3%; F2:75%, 20% y 5% y F3:60%, 35% y 5% respectivamente, siendo la F2 la de mejores características fisicoquímicas al contener 0,829 % de cenizas; 0,185% de fibra; 0,17% de grasa; 0,764% de proteína; 6,21% de azúcares totales; 5,06% de azúcares reductores; 166 mg de calcio y 3,35 mg de hierro. La similitud en estos resultados deja evidenciar el alto valor nutricional que puede proporcionar el yacón a una bebida ya que es mínima la diferencia reportada en cada uno de los parámetros evaluados.

En cuanto al análisis microbiológico para el néctar de yacón este arroja que la bebida está ausente de microorganismos mesófilos, *Escherichia coli* y levaduras, así mismo reporto un alto nivel de aceptación al gustar a un 48% de los panelistas. Resultados que se asemejan a los reportados por (Sequerios & Castro, 2003), los cuales al elaborar una bebida a partir de

yacon reportaron en su análisis microbiológico que no hay presencia de coliformes, hongos y levaduras en la bebida y el análisis organoléptico arroja valores altos de aceptación. Así mismo (Caxi, 2013), en su investigación sobre la elaboración de un néctar a base de yacón, maracuyá amarilla y stevia evidencio la inocuidad de su productos al no reportarse ningún valor significativo en los análisis microbiológicos, de igual manera el panel sensorial reporto altos valores de aceptabilidad. Por lo tanto estos resultados muestran la alta capacidad que pueden tener las bebidas elaboradas a partir de yacón para competir en el mercado, teniendo en cuenta que en diversos estudios su grado de aceptabilidad ha sido bastante aceptable.

## Conclusiones

Se concluye que los mejores parámetros fisicoquímicos, los presento la formulación 3, al obtener para solidos solubles 6°Brix, pH 3,4, acidez 0,5%, densidad 1,02, proteína 1 g, fibra 5, carbohidratos 24 g y calcio 13 mg.

Se resalta que la bebida de yacón en cuanto a solidos solubles, pH y acidez titulable estuvo dentro de los parámetros establecidos por la NTC 3929.

Se destaca que durante el panel sensorial la muestra que más agrado a los panelistas fue la perteneciente a la formulación 3, ya que gusto en un 48% y un 28% consideraron que les gustaba mucho.

Se concluye que es posible obtener un néctar de yacón con un alto valor nutricional al obtener una bebida con un contenido de fibra 5gr, carbohidratos 24 gr, proteínas 1 gr y azucares 14 gr (fructooligosacáridos).

Así mismo su bajo contenido de azucares y la presencia de fructooligosacáridos le da la capacidad de ser una bebida que pueda ser consumida por personas diabéticas o aquellas que estén interesadas en cuidarse.

Microbiológicamente se logró determinar que la bebida cumplió con los parámetros

establecidos según la normatividad vigente.

## Referencias

Cañizares, A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodriguez, R., & Mendez, J. (2009). Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. *Revista UDO Agrícola*, 9(1). Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09011>

Castillo, J. (2014). Analisis y perspectivas del yacon. (F. d. economicas, Ed.) Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1129/72.pdf?sequence=1>

Castro, E. (2005). Validación de un método de cuantificación de colesterol total en leche semidescremada en Zamorano usando cromatografía de gases . Zamorano, Honduras: Facultad de ingenieria agroindustrial .

Caxi, M. (2013). Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), maracuyá amarilla (*Passiflora edulis*) y stevia (*Stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales. (F. d. Agropecuarias, Ed.) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de [http://200.37.105.196:8080/bitstream/handle/unjbg/293/177\\_2013\\_Caxi\\_Sua%C3%B1a\\_MO\\_FCA\\_G\\_Alimentarias\\_2013.pdf?sequence=2](http://200.37.105.196:8080/bitstream/handle/unjbg/293/177_2013_Caxi_Sua%C3%B1a_MO_FCA_G_Alimentarias_2013.pdf?sequence=2)

CODEX STAN 247. (2005). Norma general del codex para zumos (jugos) y néctares de frutas.

Comisión del codex alimentarius;FAO;OMS. (2004). Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias grupo de acción intergubernamental especial del codex sobre zumos (jugos) de frutas y hortalizas. Obtenido de [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/TFFJ/ccfvj4/fj04\\_03s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/TFFJ/ccfvj4/fj04_03s.pdf)

- Hass, L., Moo, M., Cruz, M., Uicab, L., & Canul, M. (2010). Caracterización fisicoquímica y organoléptica del néctar a base de piñuela (*Bromelia Pinguin*). Yucatan, Mexico: Universidad Tecnológica del poniente. Obtenido de [http://www.utponiente.edu.mx/cuerpoacademico/pal\\_articulo\\_1.pdf](http://www.utponiente.edu.mx/cuerpoacademico/pal_articulo_1.pdf)
- Jimenez, L. (2017). Escalamiento de la Producción de Bebidas Funcionales a partir de Productos Vegetales No Tradicionales. Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/57202/7/LuisE.Jim%C3%A9nezCucaita.2017.pdf>
- Ministerio de Salud y Protección. (02 de Octubre de 2013). Resolución 3929 de 2013. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-3929-de-2013.pdf>
- Muñoz, A. (2010). Desarrollo de monografías para cinco cultivos peruanos del Proyecto Perubiodiverso. Peru. Obtenido de [http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1374/Monografia\\_yacon\\_2010\\_keyword\\_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.promperu.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1374/Monografia_yacon_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Pazmiño, M. (2014). Aprovechamiento de los principios activos del Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), para la elaboración de yogurt rico en FOS (Fructooligosacáridos). Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7198/1/PAZMI%C3%91O.pdf>
- Rodríguez, Y., Suárez, Y., & Izquierdo, A. (2009). Validación del método por cromatografía líquida de alta resolución para ácido ascórbico en tabletas de producción nacional. *Revista Cubana de Farmacia*, 43(3).
- Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). el yacon fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP); Universidad Nacional de Cajamarca; Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación (COSUDE). Obtenido de [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon\\_Fundamentos\\_password.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf)
- Sequerios, N., & Castro, A. (2003). Elaboración de una bebida nutritiva obtenida a partir del yacón (*Smallanthus Sonchifolius*). Peru: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Obtenido de <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01040700203.pdf>
- UNAM. (2015). Métodos de investigación. Obtenido de <http://www.psicol.unam.mx/Investigacion2/pdf/METO2F.pdf>
- Verdini, R. (2017). Análisis de grasas en los alimentos. Obtenido de [https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/145787/mod\\_resource/content/1/QA-2017-LIPIDOS-METODOS.pdf](https://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/145787/mod_resource/content/1/QA-2017-LIPIDOS-METODOS.pdf)
- Yucailla, S. (2016). Desarrollo y evaluación de una bebida hipocalórica apta para diabéticos a base de zumo de Jicama (*Smallanthus sonchifolius*). Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4896/1/56T00618%20UDCTFC.pdf>