



GLOBAL JOURNAL OF MEDICAL RESEARCH: L
NUTRITION & FOOD SCIENCE
Volume 20 Issue 1 Version 1.0 Year 2020
Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal
Publisher: Global Journals Inc. (USA)
Online ISSN: 2249-4618 & Print ISSN: 0975-5888

Prebiotic Beverage from *Smallanthus Sonchifolius* Sweetened with Stevia

By Elizabet Contreras Prado, Paola Purisaca-Salinas, Cesar Moreno-Rojo & Jhoseline Guillén-Sánchez

Abstract- The objective of this study was to develop a prebiotic beverage from yacon and pineapple sweetened with stevia. Nine functional beverage formulations were prepared. The yacon and the pineapple were incorporated in three proportions, P1: 30-70, P2: 50-50 and P3: 70-30, respectively. The selection of the optimal treatment was made by sensory analysis. The physicochemical analyzes of the optimal formulation evaluated were pH, acidity, total soluble solids, instrumental color and % Fructo oligosaccharides (FOS) (1-Kestose and Nystose). For the interpretation of results, a randomized design with a 3 x 3 factorial arrangement was used. Beverages P1 and P2, obtained the highest score on a scale of 9 points ($p > 0,05$); however, the latter had a higher percentage of FOS (0,19%). The beverage presented the following physicochemical characteristics, pH: $3,58 \pm 0,03$, Total soluble solids: $5 \pm 0,01$ ° Brix, Acidity: $0,36 \pm 0,01\%$, Density: $1,02 \pm 0,01$ g / ml, Viscosity: $13,55 \pm 0,15$ cP, Color Index: $-14,03 \pm 1,65$ and FOS (1-Kestose: 0,06% and Nystose: 0,13%).

Keywords: prebiotic beverage; yacon; stevia; fructo-oligosaccharides; sensory analyses.

GJMR-L Classification: NLMC Code: QU 145



PREBIOTIC BEVERAGE FROM SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS SWEETENED WITH STEVIA

Strictly as per the compliance and regulations of:



© 2020. Elizabet Contreras Prado, Paola Purisaca-Salinas, Cesar Moreno-Rojo & Jhoseline Guillén-Sánchez. This is a research/review paper, distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 3.0 Unported License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), permitting all non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Prebiotic Beverage from *Smallanthus Sonchifolius* Sweetened with Stevia

Bebida Prebiótica de *Smallanthus Sonchifolius* Edulcorado Con Stevia

Elizabet Contreras Prado ^α, Paola Purisaca-Salinas ^ο, Cesar Moreno-Rojo ^ρ & Jhoseline Guillén-Sánchez ^ω

Resumen- El objetivo de este estudio fue desarrollar una bebida prebiótica de yacon y piña edulcorada con estevia. Se elaboraron nueve formulaciones de bebidas funcionales. El yacon y la piña fueron incorporadas en tres proporciones, P1:30-70, P2:50-50 y P3:70-30, respectivamente. La selección del tratamiento óptimo, se realizó mediante análisis sensorial. Los análisis fisicoquímicos de la formulación óptima evaluada fueron pH, acidez, sólidos solubles totales, color instrumental y % Fructo oligosacáridos (FOS) (1-Kestose y Nystose). Para la interpretación de resultados se utilizó un diseño aleatorio con arreglo factorial 3 x 3. Las bebidas P1 y P2, obtuvieron la mayor puntuación en una escala de 9 puntos ($p > 0,05$); sin embargo, esta última presentó mayor porcentaje de FOS (0,19%). La bebida presentó las siguientes características fisicoquímicas, pH: $3,58 \pm 0,03$, sólidos solubles totales: $5 \pm 0,01^\circ$ Brix, Acidez: $0,36 \pm 0,01\%$, Densidad: $1,02 \pm 0,01\text{g/ml}$, Viscosidad: $13,55 \pm 0,15$ cP, Índice de color: $-14,03 \pm 1,65$ y FOS (1-Kestose: 0,06% y Nystose: 0,13%).

Palabras claves: bebida prebiótica; yacon; estevia; fructo-oligosacáridos; análisis sensorial.

Abstract- The objective of this study was to develop a prebiotic beverage from yacon and pineapple sweetened with stevia. Nine functional beverage formulations were prepared. The yacon and the pineapple were incorporated in three proportions, P1: 30-70, P2: 50-50 and P3: 70-30, respectively. The selection of the optimal treatment was made by sensory analysis. The physicochemical analyzes of the optimal formulation evaluated were pH, acidity, total soluble solids, instrumental color and % Fructo oligosaccharides (FOS) (1-Kestose and Nystose). For the interpretation of results, a randomized design with a 3 x 3 factorial arrangement was used. Beverages P1 and P2, obtained the highest score on a scale of 9 points ($p > 0,05$); however, the latter had a higher percentage of FOS (0,19%). The beverage presented the following physicochemical characteristics, pH: $3,58 \pm 0,03$, Total soluble solids: $5 \pm 0,01^\circ$ Brix, Acidity: $0,36 \pm 0,01\%$, Density: $1,02 \pm 0,01\text{g/ml}$, Viscosity: $13,55 \pm 0,15$ cP, Color Index: $-14,03 \pm 1,65$ and FOS (1-Kestose: 0,06% and Nystose: 0,13%).

Keywords: prebiotic beverage; yacon; stevia; fructo-oligosaccharides; sensory analyses.

Autora Correspondiente α: Ingeniero Agroindustrial Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agroindustrial y Agrónoma Av. Universitaria s/n Urb. Bella Mar, Nuevo Chimbote, Ancash, Perú. e-mail: elicp1609@gmail.com

Author σ ρ ω: Universidad Nacional del Santa, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Agroindustrial y Agrónoma Av. Universitaria s/n Urb. Bella Mar, Nuevo Chimbote, Ancash, Perú.

e-mails: pao_ps12@hotmail.com, cemorero67@yahoo.es, jhoselineguillen@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5825-268X>

<https://orcid.org/0000-0002-7143-4450>

<https://orcid.org/0000-0002-0899-6725>

I. INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial en la ciencia de la nutrición humana, indica el interés de los consumidores de prevenir enfermedades mediante el consumo de alimentos naturales que van más allá del olor, sabor, textura y/o valor nutricional. Por esta razón, a finales del siglo XX, la industria de alimentos se encargó de innovar y lanzar al mercado, alimentos que cumplan estas características exigidas por el consumidor (Trescastro & Bernabeu, 2015). Hoy en día, estos alimentos se conocen como "Alimentos Funcionales", dentro de los cuales se encuentran las bebidas funcionales (Díaz, 2014). Estas bebidas no presentan alcohol en su composición pero sí, ingredientes nutraceuticos como vitaminas, minerales, aminoácidos, prebióticos y demás compuestos bioactivos que brindan beneficios específicos para la salud humana (Chandra et al., 2014).

Según Fuentes et al. (2015), la producción de alimentos funcionales va cada día en aumento a tasas del 48 % anual y con valores para el mercado mundial de \$167 mil millones (Eggersdorfer & Wiss, 2018). Los alimentos como el yacon y la piña son considerados alimentos funcionales debido al contenido de prebióticos y fitonutrientes, que presentan en su composición. El yacon, contiene fructo oligosacáridos (6-12%), prebióticos que se metabolizan en el organismo como fibra soluble aportando menos cantidad de carbohidratos y evitando la elevación de glucosa en sangre (Lebeer et al., 2010). Por otra parte, la piña contiene bromelina (13%-18%), una enzima digestora de proteína que ayuda a descomponerla en aminoácidos simples para su mejor aprovechamiento en el organismo, además aportan un efecto analgésico, antitrombótico, antifibrinolítico y antiinflamatorio (Caballero-Gutiérrez & Gonzales, 2016; López et al., 1996; Nkudo et al., 2018.). Complementando dicha funcionalidad, el uso de stevia en alimentos adiciona propiedades hipoglucemiantes, vasodilatadoras y antibacterianas (Ghosh et al., 2008; Lemuset al., 2012).

El siguiente trabajo tiene por objetivo elaborar una bebida funcional a base de yacon y piña, endulzado con stevia, evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales y así contribuir a la innovación de alimentos funcionales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue realizada en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y en el Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional Del Santa.

a) Materia prima e insumos

i. Obtención del extracto de yacon y de piña

El yacon variedad blanco y la piña variedad española roja, fueron lavadas y desinfectadas con

hipoclorito de sodio a 50 ppm (yacon) y 150 ppm (piña). El pelado y cortado fue realizado manualmente y se utilizó un extractor doméstico marca Nationalstar.

ii. Bebida prebiótica

Los extractos fueron diluidos en agua de acuerdo a la tabla 1. Se prepararon 9 formulaciones, y cada formulación contenía 0,14% de CMC y 0,08% de stevia.

Tabla 1: Bebidas funcionales con diferentes proporciones y diluciones de extractos de yacon y piña.

Formulación	Proporción (P)	Dilución (D)
F1	30%Y-70%P	1:1
F2	50%Y-50%P	1:1
F3	70%Y-30%P	1:1
F4	30%Y-70%P	1:1.5
F5	50%Y-50%P	1:1.5
F6	70%Y-30%P	1:1.5
F7	30%Y-70%P	1:2
F8	50%Y-50%P	1:2
F9	70%Y-30%P	1:2

La pasteurización se realizó en una cocina eléctrica, a 90°C por 2 minutos. Los envases de vidrio y las tapas de metal tipo "twist off 38 mm" fueron esterilizados a 121°C por 15 minutos. Las bebidas fueron envasadas a 85°C y selladas herméticamente. El producto fue enfriado con agua a temperatura ambiente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío, y se almacenaron a 4°C hasta análisis.

b) Análisis físicoquímicos

Se determinó color mediante el Método CIELAB (1986), según CIE L* a* b* (1986), pH mediante Método potenciométrico AOAC 981.12 (2005), índice de Acidez (AI) por el método de AOAC 942.15 (2005) y el contenido de Sólidos solubles (°Brix) fue determinado por el método AOAC 931.12 (2005). La viscosidad fue determinada siguiendo la metodología de Jansen et al.

(1981) y Marquis et al. (1993), la densidad relativa (RD) por método del picnómetro según la NTE INEN 2 150:99. La determinación de Azúcares reductores y vitamina C fueron medidos por el método ácido 3,5 dinitro salicico, según Miller (1959), y el Método 2,6 diclorofenol indofenol, según Ciancaglini (2001), respectivamente. La determinación de Fructo-oligosacáridos (FOS) se realizó el procedimiento señalado por Jaime et al. (2001) con algunas modificaciones.

c) Análisis Sensorial

Se llevó a cabo con 50 panelistas semi-entrenados, bajo condiciones apropiadas. Se evaluaron tres características sensoriales (sabor, color y olor) y la aceptabilidad general utilizando una escala hedónica de 9 puntos (Tabla 2) (Ramírez-Navas, 2012).

Tabla 2: Escala hedónica de 9 puntos utilizada para la evaluación sensorial de color, olor, sabor y aceptabilidad general

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

d) *Análisis estadístico*

Los resultados fueron tratados estadísticamente mediante el programa STATGRAPHICS Centurión (versión 2014, USA). El

diseño empleado fue aleatorio con arreglo Factorial 3x3, Para determinar las diferencias significativas entre las formulaciones se utilizó el test de Duncan, $p < 0,05$.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) *Caracterización fisicoquímica de los extractos*

Tabla 3: Características fisicoquímica del extracto de yacon y el extracto de piña

Características	Yacon	Piña
Humedad (%)	89,33± 0,27	92,52± 0,02
Cenizas (%)	0,67 ± 0,04	0,47 ± 0,03
Proteínas (%)	0,34 ± 0,08	0,69± 0,09
pH	6,28± 0,01	3,68 ± 0,01
Acidez (%)	0,31 ± 0,02	0,77± 0,02
Sólidos Solubles (°Brix)	6,97 ± 0,21	10,07 ± 0,06
Color		
L*	38,30± 1,39	39,50 ± 2,48
C*	8,52 ± 1,17	9,68 ± 1,73
IC	-1,90 ± 1,22	-4,62 ± 1,59
Azúcares Reductores (%)	0,41 ± 0,21	0,07± 0,01
Vitamina C (mg/100ml)	9,00± 0,01	7,23 ± 0,04
Fructo-oligosacáridos		
Nystose (%)	0,20	n.d.
1-Kestose (%)	0,39	n.d.

*Resultados expresados en base húmeda y presentados en medias ± desviación estándar (n = 3). n.d. (no determinado)

De acuerdo con la tabla 2, el contenido de humedad, cenizas, acidez y sólidos solubles fueron similares a los obtenidos por Ynouye (2005) y Mejía (2016). El pH del yacon fue de $6,28 \pm 0,01$, encontrándose dentro del rango obtenido por Roberfroid (1993) y por Vilhena et al. (2000). Según Palomino & Ríos (2004), el pH y los sólidos solubles tienen una relación inversamente proporcional con la acidez, durante el proceso de maduración del yacon.

Según Fukay et al. (1995), el contenido de sólidos solubles depende de la actividad de las enzimas de polimerización y despolimerización de las cadenas de fructanos, como las hidrolasas e invertasas presentes en el yacon. El contenido de vitamina C y proteínas fue inferior a lo reportado por Jiménez & Sammán (2014) y Carvalho-Salvador et al. (2012), pudiendo ser debido a las diferencias en las operaciones de cortado, pelado o desestructuración de la materia prima y las condiciones de cultivo.

El parámetro L* de los extractos indican un color opaco, encontrándose en el rango de -2 a +2, indicando un color amarillento. Para el análisis FOS, se

determinó la cantidad de Nystose y 1-Kestose, debido a que el FOS es una combinación de tres moléculas de azúcar: 1-kestose, nystose y nystose fructofuranosyl, siendo las 2 primeras el componente mayoritario cuando la fructosiltransferasa se combina con sacarosa a la posición β (2 \rightarrow 1) (Lewis, 1993). Los valores obtenidos fueron 0,20% de nystose y 0,39% de 1-kestose; valores inferiores a lo reportado por Seminario et al. (2003). Esta diferencia puede ser debido a que nuestros análisis se hicieron en el extracto de yacon y no en el alimento en fresco.

En el extracto de piña, el contenido de cenizas, proteínas y acidez fueron similares a los reportados por Macías-Gancho et al. (2017) y Morais et al. (2017). El valor de pH obtenido fue cercano al obtenido por Siriano-Borges et al. (2011), pH 3, 74.

El CODEX STAN 182-1993, menciona que el contenido mínimo de sólidos solubles totales en la pulpa de piña debe ser 12° Brix; sin embargo, dicho valor fue superior al encontrado en esta investigación, infiriéndose que las frutas fueron cosechadas fuera de temporada (en el invierno) (Macrae et al., 1993).

b) *Análisis sensorial de las bebidas funcionales*

La tabla 4 muestra el análisis sensorial de las formulaciones realizado a 50 panelistas semi-entrenados. Las formulaciones F1 y F2 ($p > 0,05$) obtuvieron mayor puntaje en el análisis sensorial. La

elección de la formulación óptima entre F1 y F2, se definió según la cantidad de FOS presentes en cada una de ellas, con la finalidad de lograr un mayor efecto positivo en la salud del consumidor. La tabla 5 detalla el contenido de FOS de F1 y F2.

Tabla 4: Puntuaciones medias obtenidas por formulación de bebida.

Formulación	Proporción (P)	Dilución (D)	Puntaje
F1	30%Y-70%P	1:1	6,63±0,25 ^a
F2	50%Y-50%P	1:1	6,70±0,55 ^a
F3	70%Y-30%P	1:1	6,38±0,55 ^b
F4	30%Y-70%P	1:1.5	6,01±0,32 ^b
F5	50%Y-50%P	1:1.5	6,33±0,41 ^b
F6	70%Y-30%P	1:1.5	6,16±0,42 ^b
F7	30%Y-70%P	1:2	6,17±0,18 ^b
F8	50%Y-50%P	1:2	6,25±0,23 ^b
F9	70%Y-30%P	1:2	5,90±0,20 ^b

*Resultados en medias ± desviación estándar (n = 3).

Tabla 5: Contenido de FOS de las formulaciones F1 y F2

Formulación	1-Kestose (%)	Nystose (%)	Total FOS (%)
F1	0,05± 0,01 ^a	0,10± 0,01 ^a	0,15± 0,01 ^a
F2	0,06± 0,01 ^a	0,13± 0,0 ^a	0,19± 0,01 ^a

*Letras iguales significan que no hay diferencia significativa ($p > 0,05$) entre las formulaciones para el contenido de FOS. Contenido de FOS de las bebidas funcionales con formulación F1 y F2.

c) *Caracterización fisicoquímica y composición nutricional de F2*

Tabla 6: Características fisicoquímicas de la formulación óptima F2

Composición	Valores
pH	3,58 ± 0,03
Acidez (%)	0,36 ± 0,01
Densidad (g/ml)	1,02 ± 0,01
Sólidos Solubles (°Brix)	5,00 ± 0,01
Viscosidad (cP)	13,55 ± 0,15
Color	
L*	31,83 ± 0,25
C*	2,56 ± 0,56
IC	-14,03 ± 1,65

*Resultados expresados en base húmeda y presentada en medias ± desviación estándar (n = 3).

Según la Norma Técnica Peruana NTP 203.110:2009, establece que las bebidas de frutas deben estar dentro de un rango de pH de 3,3 – 4,2, por lo que el pH de la bebida funcional se encuentra dentro de lo especificado. Asimismo, según AAPP (2004) la bebida funcional obtenida estaría categorizada dentro de los alimentos con alta acidez (pH < 4,5), encontrándose dentro del rango especificado por el CODEX STAN 192-1995. Los valores de densidad fueron similares a los reportados por Guzmán (2015) y Santander et al. (2017), en bebidas mixtas.

La cantidad de sólidos solubles obtenidos fue inferior a lo establecido por la norma NTP 203.110:2009, la cual establece valores entre 12-18°Brix. Esto puede ser debido al uso de stevia como endulzante, el cual es considerado como "light" por su bajo aporte de sólidos

y calorías, adquiriendo un poder edulcorante mucho mayor que los azúcares comunes, sacarosa y glucosa. Es por ello que Guzmán (2015) reportó también valores bajos de sólidos solubles (3°Brix), en una bebida de mango endulzada con stevia.

La viscosidad fue de $13,55 \pm 0,15$ cP, encontrándose dentro del rango de alimentos de viscosidad fina tales como agua y bebidas en general 1-50 Cp (García et al., 2016). Estos valores de viscosidad permiten que las bebidas sean ingeridas con facilidad, a diferencia de los néctares que presentan alta concentración de sólidos solubles y viscosidad (Chinet et al., 2009). El IC indica que los colores van del verde profundo al verde amarillento. La Tabla 7, muestra la composición nutricional de F2.

Tabla 7: Composición nutricional la formulación óptima en 100 ml de bebida

Composición	Valores
Humedad (%)	$91,33 \pm 0,01$
Cenizas (%)	$0,67 \pm 0,04$
Proteínas (%)	$0,31 \pm 0,07$
Vitamina C (mg/100ml)	$2,97 \pm 0,01$
Fructooligosacáridos	
Nystose (%)	0,06
1-Kestose (%)	0,13

*Resultados expresados en base húmeda y presentada en medias \pm desviación estándar (n = 3).

El contenido de vitamina C fue inferior a lo reportado por Valencia & Guevara(2013) en néctar de zarzamora (3,87 mg/100g). Según Rossi & Pighín (2010), el contenido de vitamina C puede ser muy variable debido a causas genotípicas como el manejo pre y pos cosecha. Además, la vitamina C puede degradarse fácilmente por exposición al calor y por oxidación (Ravani & Joshi, 2011). El contenido de fructooligosacáridos fue de 0,19 % (0,06% de Nystose, 0,13% de 1-Kestose), valor inferior a lo reportado en la investigación de Chimbor & Espinoza (2010) para un néctar de melocotón-yacon, el cual obtuvo 1,30% de FOS.

De acuerdo con Seminario et al.(2003), el consumo diario de FOS no debe exceder de 0,3 y 0,4 g/Kg peso corporal en hombres y mujeres, respectivamente. Dosis superiores a 20 g de FOS al día pueden producir flatulencia y presión abdominal, y dosis por encima de 50 g frecuentemente ocasionan diarrea.

IV. CONCLUSIONES

La formulación óptima fue la conformada por 50% extracto de yacon y 50% extracto de piña, ya que obtuvo buena aceptación por el consumidor.

Los parámetros fisicoquímicos tales como acidez y pH de la formulación óptima se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Técnica Peruana para Jugos, Néctares y Bebidas de frutas.

La cantidad de fructo oligosacáridos presentes en la bebida fue 0,19%, de los cuales 0,06 % fue 1-Kestose y 0,13% fue Nystose. Asimismo, el aporte de stevia otorgó un producto con bajo valor calórico y fibra dietética, lo que constituye la funcionalidad de la bebida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AAPP (2004). Introducción a La Tecnología de Alimentos (2nd ed.). México: Editorial Limusa, S.A.
2. AOAC - Association of Official Analytical Chemists. (2005). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (18th ed.).
3. Caballero-Gutiérrez, L., & Gonzáles, G.F. Alimentos con efecto antiinflamatorio. Acta Médica del Perú, 33 (1), 50-64, 2016.
4. Chandra, N., Hegde, K., Dhillon, G. S., & Sarma, S. J. (2014). Chapter: Fruit-based functional Beverages: Properties and Health Benefits. In book: Agricultural Research Updates.

5. Carvalho-Salvador, A., De Souza-Dantas, M.I., Mileib-Vasconcelos, C., Dantas Vanetti, M.C., Rocha-Ribeiro, S., Nery-Enes, B., Nelson, J., & Duarte-Martino H. (2012). Desarrollo de jalea de yacón de reducido valor calórico: caracterización físico-química, microbiológica y sensorial. *Revista Chile Nutricion*, 39 (3), p. 72-77.
6. Caxi, S. (2013). Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (*smallanthus sonchifolius*), maracuyá amarillo (*passifloraedulis*) y stevia (*stevia rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales (Tesis de grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, Perú.
7. Ciancaglini, P. (2001). Usando el metodo clasico de cuantificacion de vitamina C. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 29 (1), 110-114.
8. C.I.E. (1986). *Colorimetric* (2nd ed.). Viena: Central Bureau of the Comisión Internationale de L'Eclairage.
9. CODEX STAN 182-1993 (2011). Norma para la piña. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>. Accessed 12 march 2019.
10. CODEX STAN 192-1995 (2011). Norma general para los aditivos alimentarios. http://www.fao.org/gsfonline/docs/CXS_192s.pdf. Accessed 12 march 2019.
11. Chimbor, V.M., & Espinoza, L.V. (2010). Formulación y elaboración de una bebida prebiótica a base de melocotón (*Prunus Persica*) y yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Perú.
12. Chin, N.L., Chan, S.M., Yusof, Y.A., Chuah, T.G., & Talib, R.A. (2009). Modelling of rheological behaviour of pummelo juice concentrates using master-curve. *Journal of Food Engineering*, 93, 134-140.
13. Díaz, L. (2014). Investigación de mercados y propuesta de un plan de negocios ara la industrialización y comercialización de una bebida a base de yacon (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
14. Eggersdorfer, M., & Wyss, A. (2018). Carotenoids in human nutrition and health. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 652, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2018.06.001>
15. Fuentes, L., Acevedo, D., & Gelvez, V. (2015). Alimentos funcionales: impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13 (2), 140-149. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
16. Fukay, K., Ohno, S., Goto, K., & Hara, Y. (1995). Seasonal growth and fluctuation of sugar content in yacon (*Polymnia Sonchifolia*) during growth and dormancy. *Japanese Journal Soil Science Plant Nutrition*, 66, 233-37.
17. García, L., García, J., Raventós, M., & Alba, M. (2016). Viscosidad en la dieta de pacientes diagnosticados de disfagia orofaríngea. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 50 (1): 45-60.
18. Ghosh, S., Subudhi, E., & Nayak, S. (2008). Antimicrobial assay of *Stevia rebaudiana* Bertoni leaf extracts against 10 pathogens. *International Journal of Integrative Biology*, 2 (1), 27-31.
19. Guzmán, E.A. (2015). Determinación de los parámetros óptimos para la obtención de néctar a partir del mango ciruelo (*Spondiascytherea*) edulcorado con stevia (*Rebaudiana Bertoni*) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
20. Jaime, L., Martín-Cabrejas, M., Mollá, E., López-Andréu, F., & Esteban, R. (2001). Effect of storage on Fructan and Fructooligosaccharide of Onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 982 – 988.
21. Jansen, B.R., O'Deen, L., Tribelhom, R.E., & Harper, J.M. (1981). The calorie densities of gruels made from extruded comsoy blends. *Food and Nutrition Bulletin*, 3, 39-44.
22. Jiménez, M.E., & Sammán, N. (2014). Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad anti radical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 64 (2), 131-138.
23. Lebeer, S., Vanderleyden, D.E., & Keersmaecker, S.C. (2010). Host interactions of probiotic bacterial surface molecules: comparison with commensals and pathogens. *Nature Reviews Microbiology*, 8 (3), 171-184.
24. Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). *Stevia Rebaudiana Bertoni*, source of a high potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and funtional aspects. *Food Chemistry*, 132, 1121-1132.
25. Lewis, D. H. Nomenclature and diagrammatic representation of oligomericfructans. A paper for discussion. (1993). *New Phytologist*, 124, 583-594.
26. López Lago, I., Diaz Varela, J., & Merino De Caceres, F. (1996). La bromelina: una proteasa de interés comercial. *Journal of Food*, 1 (2), 17-22. DOI: 10.1080/11358129609487552.
27. Macías-Ganchozo, E.R., Bello-Moreira, I.P., Trueba-Macías, S.L., Anchundia-Muentes, X.E., Anchundia-Muentes, M.E., & Bravo-Moreira, C.D. (2017). Diseño, desarrollo y desempeño de un secador solar para el secado de frutos de piña (*Ananas comosus*L.) Merr.), mamey (*Mammea americana* L.) y banano (*Musa paradisiaca* L.). *Acta Agronomica*. 67 (1), 38-39.

28. Macrae, R., Robinson, R., & Sadler, R. (1993). Encyclopedia of FoodScience, foodtechnology and nutrition. New York: Academic Press.
29. Mejía, F. (2016). Formulación y elaboración de productos de panificación con yacón *Smallanthus sonchifolius* como endulzante, para la población con deficiencias en el metabolismo de los disacáridos. *Revista Especializada de Ingeniería*, 11 (1), 127-139.
30. Marquis, G.S., Lopez, T., Peerson, J.M., & Brown, K.H. (1993). Effect of dietary viscosity on energy intake by breast-fed and non breast-fed children during and after acute diarrhea. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 57, 218-223.
31. Miller, G. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, 31, 426-428.
32. Morais, D., Rotta, E., Sargi, S., Bonafe, E., Suzuki, R., Souza, N., Matsushita, M., & Visentainer, J. (2017). Proximate Composition, Mineral Contents and Fatty Acid Composition of the Different Parts and Dried Peels of Tropical Fruits Cultivated in Brazil. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 28 (2), 308-318.
33. Nkudo, J., Maina, R., Muchina, R., & Kibitok, S. (2018). Application of chia (*Salvia hispanica*) seeds as a functional component in the fortification of pineapple jam. *Food Science & Nutrition*, 6, 2344-2349. DOI: 10.1002/fsn3.819
34. NTP 203.110. (2009). Jugos, néctares y bebidas de fruta – Requisitos (Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias). Lima: INDECOPI.
35. Palomino, R. G. Q., & Rios, A. C. (2004). Obtención y caracterización fisicoquímica de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (Tesis de grado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.
36. Ramírez-Navas, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Revista ReCiTeIA*, 12 (1), 83-102.
37. Ravani, A., & Joshi, D. (2011). Standardization of processing parameters for the production of Ready To-Serve unripe Mango beverage (Pana). *Journal of Dairying, Foods & Home Sciences*, 30(2), 94-98.
38. Roberfroid, M. (1993). Dietary Fiber, Inulin, and Oligofructose: A Review Comparing their Physiological Effects. *Critical Review Food Science and Nutrition*, 33 (2), 103 -148.
39. Vilhena, S. M. C., Câmara, F. L. A., & Kakhara, S. T. O. (2000). Cultivo de Yacón no Brasil. *Horticultura Brasileira*, 18 (1), 5-8.
40. Rossi, R. A., & Pighín, A. (2010). Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: contenido de vitamina c pre y post cocción. *Revista Chilena de Nutrición*, 37 (2), 201-207.
41. Santander-M, M., Osorio, O., & Mejía-España, D. (2017). Evaluación de propiedades antioxidantes y fisicoquímicas de una bebida mixta durante almacenamiento refrigerado. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1), 84-97.
42. Seminario, J., Valderrama, M. Y., & Manrique I. (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.
43. Siriano-Borges, P.R., Nunes-Carvalho, E.E., Vilas-Boas, E.V., Pinto De Lima, J., & Ferreira-Rodrigues, L. S. (2011). Study of the psycho-chemical stability of 'Pérola' pineapple juice. *Ciência Agrotecnia Lavras*, 35 (4), 742-750.
44. Valencia, C., & Guevara, A. (2013). Elaboración de néctar de zarzamora (*Rubusfruticosus* L.) Elaboration of wild blackberry (*Rubusfruticosus* L.) néctar. *Scientia Agropecuaria*, 4, 101 – 109.
45. Trescastro, E., & Bernabeu, J. (2015). Alimentos funcionales: ¿necesidad o lujo?. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 19 (1), 1-3. <https://doi.org/10.14306/renhyd.19.1.153>
46. Ynouye, F. (2005). Determinación del contenido de carbohidratos de reserva, la actividad enzimática de la polifenol oxidasa y la concentración de polifenoles en raíces reservantes de Yacón (*SmallanthusSonchifolius*) (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. Perú.