

## Caracterización fisicoquímica de una formulación alimentaria a partir de materias primas andinas\*

### Physicochemical characterization of a food formulation from andean raw materials

Alejandra Sanín-Villarreal\*, Laura Sofía Torres-Valenzuela\*\*, Johanna Andrea Serna-Jiménez\*\*\*, Yessica Lorena Díaz-Martínez\*\*\*\*, Nelson Ladino\*\*\*\*\*, Melissa Calderón-Agudelo\*\*\*\*\*

\*Ingeniera Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) saninvilalejandra@miugca.edu.co, Colombia

\*\*Magister en Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) torresvallaura@miugca.edu.co, Colombia

\*\*\*Magister en Diseño y Gestión de Procesos, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) sernajimjohanna@miugca.edu.co, Colombia

\*\*\*\*Ingeniera Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) diazmaryessica@miugca.edu.co, Colombia

\*\*\*\*\*Químico, Sena Agroindustrial Regional del Quindío naladino@misena.edu.co, Colombia

\*\*\*\*\*Ingeniera Agroindustrial, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, Grupo de Investigación para el desarrollo Agroindustrial (GIDA) calderonagumelissa@miugca.edu.co, Colombia

### Resumen

Con el propósito de disminuir las altas cifras de desnutrición y malnutrición que se presentan en Colombia y en el mundo, se ha incursionado en el mercado de alimentos funcionales, los cuales tienen una acción benéfica sobre la salud tanto física como mental del consumidor. Por lo anterior, el objetivo de la investigación fue evaluar el contenido de componentes mayoritarios y la viscosidad de una formulación alimentaria a partir de tres materias primas andinas como la quinua, el amaranto y el sagú. En la determinación realizada mediante los métodos de análisis de la AOAC (2005) y un viscosímetro, se encontró que al desarrollar un suplemento a base de 60% de quinua, 20% de amaranto y 20% de sagú, se obtiene un 7,03%

Artículo derivado del proyecto de investigación denominado: Desarrollo de una formulación nutricional a base de quinua, amaranto y sagú, fortificada con antioxidantes provenientes de la mora, procedente del grupo del Grupo de Investigación para el Desarrollo Agroindustrial (GIDA) de la Universidad La Gran Colombia, cuya financiación fue realizada por la Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia y el Sena Agroindustrial Regional del Quindío.

Doi: <http://10.18634/ugcj.23v.0i.582>

Recibido: 04/11/2016

Revisado: 12/04/2017

Aceptado: 10/12/2017

Correspondencia de autor:  
saninvilalejandra@miugca.edu.co

© 2017 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

### Cómo citar:

Sanín-Villarreal, A., Torres-Valenzuela, L.S., Serna-Jiménez, J.A., Díaz-Martínez, Y.L., Landiño, N., Calderón-Agudelo, M. (2017) caracterización fisicoquímica de una formulación alimentaria a partir de materias primas andinas. *UGCiencia*, 23, 19-25.



de proteína, 5,30% de grasa, 2,05% de fibra, 2,41% de ceniza, 10,45% de agua y 72,76% de carbohidratos, y un comportamiento reológico de un fluido pseudoplástico en el que su viscosidad es independiente del tiempo, pero al aumentar la velocidad esta disminuye. Consecuentemente, es posible generar una formulación alimentaria con potencial como alimento funcional, gracias a sus propiedades nutricionales, digestivas y energéticas.

**Palabras clave:** Amaranto, análisis proximal, quinua, sagú, viscosidad

## Abstract

In order to reduce the high figures of malnutrition that occur in Colombia and around the world, we have entered the market of functional foods, which have a beneficial effect on both the physical and mental health of the consumer. Therefore, the objective of this research was to evaluate the content of major components and the viscosity of a food formulation from three Andean raw materials such as quinoa, amaranth and sago. In the determination, made by the analysis methods of the AOAC (2005) and a viscometer, it was found that when developing a supplement based on 60% quinoa, 20% amaranth and 20% sago, it is obtained 7.03 % protein, 5.30% fat, 2.05% fiber, 2.41% ash, 10.45% water and 72.76% carbohydrates; and a rheological behavior of a pseudoplastic fluid in which its viscosity is independent of time, but that decreases as speed increases. Consequently, it is possible to generate a food formulation with potential as a functional food, thanks to its nutritional, digestive and energetic properties.

**Keywords:** Amaranth, proximal analysis, quinoa, sago, viscosity.

## Introducción

Las altas cifras de desnutrición y malnutrición que se registran en el mundo llegan alrededor de 805 millones de personas, impactando de manera acentuada en los países en vía de desarrollo. Según la (FAO, 2015) en Colombia hay 4,4 millones de personas en estado de desnutrición y los niños son una de las poblaciones más afectadas por la desnutrición proteínico-energética (DPE). Esta es definida por la Organización Mundial de la Salud como: “Desequilibrio entre el suministro de proteína – energía y la demanda del cuerpo para que puedan asegurar el crecimiento y la función óptima” (Kamel, Deraz, Elkabarity, & Ahmed, 2016).

Con el propósito de aminorar esta problemática, se han desarrollado diferentes suplementos y complementos nutricionales incursionando en el mercado de alimentos funcionales (Sarmiento-Rubiano, 2006). Actualmente son diversos los alimentos que se clasifican como funcionales, entre ellos, las frutas, hortalizas, cereales y tubérculos, y aunque no hay todavía una definición normalizada de alimento funcional, un alimento puede ser

considerado como tal si se demuestra satisfactoriamente que aporta una acción benéfica en una o más funciones del organismo, más allá de sus efectos nutricionales, de forma que resulte relevante, ya sea para mejorar el estado de salud y bienestar, o para reducir el riesgo de enfermedades (Sánchez-León, 2012).

La proteína es considerada el más importante macronutriente para los humanos, sin embargo, su valor nutricional difiere sustancialmente dependiendo de la composición de aminoácidos (Han, Chee, & Cho, 2015). Dentro de los productos autóctonos, existen tres materias primas que podrían contener proteína y calorías (asociadas a los carbohidratos), dentro de las cuáles se encuentran la quinua, amaranto y sagú. La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y el amaranto (*Amaranthus hipochondriacus*) son pseudocereales andinos que han ganado popularidad en el mundo por el alto valor nutricional asociado principalmente a la cantidad y calidad de las proteínas, y a que tienen casi todos los minerales en un nivel superior a los cereales, el contenido de hierro, es dos veces más alto que el del trigo, tres veces más alto que el del arroz y llega casi al

nivel del frijol (Avanza & Añón, 2001); adicionalmente tienen capacidad de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas (Arechaga et al., 2011; FAO, 2011; Rizzello, Lorusso, Montemurro, & Gobetti, 2016). El sagú (*Canna edulis*) es una raíz comestible con potencial debido a los bajos requerimientos nutricionales para su producción en campo y el elevado contenido de almidón (70-80%) (Huang et al., 2015), el cual tiene reportada una digestibilidad mayor que otros tipos de almidón (Zhang & Wang, 2013); y por lo tanto, juega un papel significativo en el sistema global de alimentación y podría ser fuente energética de millones de personas en países en desarrollo (Hernández-Medina, Torruco-Uco, Chel-Guerrero, & Betancur-Ancona, 2008).

Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el contenido de componentes mayoritarios y la viscosidad de una formulación alimentaria a partir de materias primas andinas como la quinua, el amaranto y el sagú.

## **Materiales y métodos**

### *Obtención y adecuación de la materia prima*

La quinua, el amaranto y el sagú fueron obtenidos en forma procesada como harinas, en una tienda especializada en Armenia, Quindío (Colombia).

Con base estudios previos realizados en función de los requerimientos nutricionales establecidos por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) para componentes mayoritarios, se preparó una formulación alimentaria con 60% de quinua, 20% de amaranto y 20% de sagú.

### *Propiedades fisicoquímicas*

A la formulación establecida se le realizó un análisis proximal y evaluó la viscosidad, bajo unas condiciones específicas. La determinación del contenido de humedad se realizó siguiendo la norma AOAC 934.01 empleando el método gravimétrico, el contenido de cenizas se realizó siguiendo la norma AOAC 942.01 empleando el método de calcinación a 600°C durante dos horas, el contenido de grasa se realizó siguiendo la norma AOAC 2003.06 empleando el método Randall de la extracción Soxhlet con un disolvente orgánico obteniendo la grasa cruda, la cantidad de fibra bruta se realizó siguiendo la norma AOAC 962.09 empleando el método de pérdida por ignición de residuo seco que queda después de la digestión de la muestra con soluciones de ácido sulfúrico

e hidróxido de sodio en condiciones específicas, y la cantidad de proteína se realizó siguiendo la norma AOAC 955.04 empleando un método que se basa en la destrucción de la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado. El contenido de carbohidratos fue obtenido por diferencia.

Para la medición de la viscosidad se preparó un alimento líquido (colada) empleando 60 g de la formulación y 400 mL de agua. La mezcla se sometió a calentamiento durante 10 min con agitación y se dejaron reposar hasta temperatura ambiente. El análisis de viscosidad se llevó a cabo a 26±1 °C en un viscosímetro rotacional (DV-III Ultra Brookfield, Estados Unidos), empleando la aguja 21.

### *Análisis estadístico y diseño experimental*

Se realizó un diseño unifactorial, donde se evaluó la fuente de alimentación con tres niveles: quinua, amaranto y sagú. Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado, los resultados fueron analizados a través de análisis de varianza a un nivel de significancia del 95% y comparación de medias empleando Tukey, utilizando el software Minitab 15® versión demo.

## **Resultados y discusión**

El análisis proximal realizado a las harinas de quinua, amaranto y sagú, se presenta en la tabla 1. Se encontró que hay diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) en los componentes cuantificados por efecto de la fuente de obtención de la materia prima, excepto en grasa.

La harina de quinua tiene 10,35% de proteína, valor inferior al comparado con la literatura, donde para la semilla de quinua varía de 12 a 23% según Abugoch (2009) y de 12,1 a 14,5% según Mota et al. (2016), lo cual pudo ser debido a que hubo pérdida de este componente por efecto de la transformación de la materia prima a harina, posiblemente el suelo donde se cultivó la quinua no tenía alta biodisponibilidad de nitrógeno para la planta, o también que al ser una harina comercial, hubo adición de otros componentes de los cuales no se conoce su composición; además, contiene un 3,23% de ceniza, este se encuentra en el rango de 3,15-3,65% obtenido por Miranda et al. (2011); así como el contenido de grasa, fibra y carbohidratos.

**Tabla 1.** Composición nutricional para componentes mayoritarios de quinua, amaranto y sagú

Componente	Materias primas			Formulación
	Quinua	Amaranto	Sagú	
Proteína (%)	10,35 <sup>a</sup>	4,08 <sup>b</sup>	0,00 <sup>c</sup>	7,03
Grasa (%)	5,93 <sup>d</sup>	8,97 <sup>d</sup>	0,20 <sup>d</sup>	5,30
Fibra (%)	2,02 <sup>e</sup>	3,41 <sup>f</sup>	0,08 <sup>g</sup>	2,05
Ceniza (%)	3,23 <sup>h</sup>	1,85 <sup>i</sup>	0,54 <sup>j</sup>	2,41
Agua (%)	9,27 <sup>k</sup>	7,29 <sup>l</sup>	17,25 <sup>m</sup>	10,45
Carbohidratos (%)	69,2	74,4	81,93	72,76

Los valores reportados son el promedio de tres mediciones. Letras similares en la misma fila indican que no hay diferencias estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 95%.

En el amaranto se obtuvo un contenido de 8,97% de grasa, superior al recopilado por Álvarez-Jubete, Arendt, and Gallagher (2010) y 3,41% de fibra, inferior a lo reportado Álvarez-Jubete et al. (2010); los valores de proteína fueron inferiores en más de un 7% en comparación con Alvarez-Jubete et al. (2010), Singh and Singh (2011), Abalone, Cassinera, Gastón, and Lara (2004) y Mota et al. (2016); este resultado se pudo deber a los factores nombrados en el análisis de proteína de la quinua.

En la harina de sagú se encontró 81,93% de carbohidratos, contenido superior al reportado por Ramírez, Zuluaga, Urresta, and Gnecco (2011), donde se obtuvo 51,06%; el 30,87% restante pudo ser aportado por otros componentes adicionados en la formulación de la harina comercial.

A partir de lo anterior, se puede decir que al realizar una formulación a partir de estas tres materias primas, se podría generar un suplemento dietario balanceado con potenciales características nutricionales, digestivas y energéticas, atribuidas al contenido proteico y en cenizas aportado principalmente por la quinua, presencia de grasa y fibra, componentes mayoritarios en el amaranto y el contenido en carbohidratos brindado por el sagú.

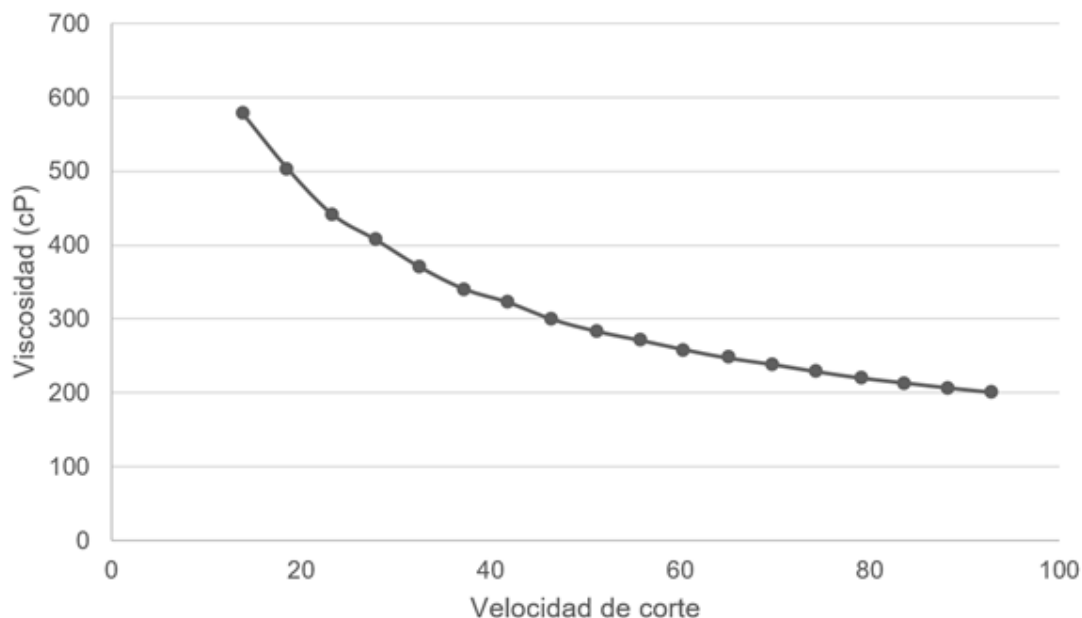
Adicional a la composición de las materias primas para una formulación, el comportamiento reológico es una característica importante en un alimento, ya que la

aceptación sensorial de un producto está relacionada con el comportamiento reológico (Wittern, Brummer, & Godersky, 2001). En el caso de las harinas, en este caso de quinua, amaranto y sagú, el contenido de humedad afecta tal comportamiento (Opaliński, Chutkowski, & Hassanpour, 2016), por lo tanto, la viscosidad es un parámetro fundamental de calidad.

Como se observa en el Gráfico 1, Se encontró que la formulación no presentó variaciones de viscosidad en el tiempo transcurrido a una velocidad constante, por lo tanto es un fluido independiente del tiempo, donde su viscosidad aparente solo depende de la temperatura, de la composición del fluido y del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad aplicado (Quintáns-Riveiro, 2008). Así, al aumentar la velocidad de corte, la viscosidad decreció, con una variación desde 576,7 hasta 200 cP, representando un fluido pseudoplástico descrito por el modelo de ley de potencia (Steffe & Daubert, 2006).

Teniendo en cuenta que en función de la composición del producto, la viscosidad varía, los valores obtenidos fueron altos, lo cual puede ser atribuido al alto contenido de almidón presente en la quinua (60% del peso fresco) y más específicamente a la amilopectina (Abugoch, 2009), componente encargado de formar la estructura de la masa y con características de solubilidad, capacidad para ligar agua, gelatinización y por tanto, viscosidad mayor (Díaz & Hernández, 2012).

**Gráfico 1.** Viscosidad de la formulación nutricional (colada) en función de la velocidad de corte



## Conclusiones

Se estableció que a partir de una formulación producida a partir de materias primas andinas como la quinua, el amaranto y el sagú, es posible desarrollar una formulación alimentaria como suplemento, con propiedades nutricionales, digestivas y energéticas y un comportamiento reológico característico de fluidos pseudoplásticos, siendo un parámetro de calidad de los alimentos.

## Referencias bibliográficas

Abalone, R., Cassinera, A., Gastón, A., & Lara, M.A. (2004). Some Physical Properties of Amaranth Seeds. *Biosystems Engineering* 89(1), 109-117. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.06.012>

Abugoch, Lilian E. (2009). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition, Chemistry, Nutritional, and Functional Properties. *Advances in Food and Nutrition Research*, 58, 1-31. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526\(09\)58001-1](http://dx.doi.org/10.1016/S1043-4526(09)58001-1)

Álvarez-Jubete, L., Arendt, E.K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, 21(2), 106-113. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>

Arechaga, J., Dománico, R., Falabella, C., Mones, R., Murano, M., Ziolo, J., . . . Cordara, M. (2011). Desarrollo de barras de cereal: un alimento funcional. *INTI- Agroalimentos*, 1-2. <https://www.inti.gob.ar/tecnointi2013/CD/info/pdf/655.pdf>

Avanza, M & A. (2001). Propiedades funcionales de proteínas de amaranto: Capacidad de gelificación. 5. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/8-Exactas/E-045.pdf>

Díaz, R & Hernández, M. (2012). Propiedades reológicas y de textura de formulaciones para panificación con inclusión de quinua. *Vitae*, 19(1), S270-S272.

- FAO. (2011). La Quinoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Retrieved Febrero, 2016, from [http://www.fao.org/fileadmin/templates/aig2013/res/es/cultivo\\_quinoa\\_es.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/aig2013/res/es/cultivo_quinoa_es.pdf)
- (2015). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Retrieved Marzo, 2016, from <http://www.fao.org/hunger/es/>
- Han, Sung-Wook, Chee, Kyu-Man, & Cho, Seong-Jun. (2015). Nutritional quality of rice bran protein in comparison to animal and vegetable protein. *Food Chemistry*, 172, 766-769. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.127>
- Hernández-Medina, Marilyn, Torruco-Uco, Juan Gabriel, Chel-Guerrero, Luis, & Betancur-Ancona, David. (2008). Caracterización Físicoquímica de Almidones de Tubérculos Cultivados en la Península de Yucatán, México. *Food Science and Technology (Campinas)*, 28(3), 718-726. <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>
- Huang, Jun, Zhao, Lingxiao, Man, Jianmin, Wang, Juan, Zhou, Weidong, Huai, Huyin, & Wei, Cunxu. (2015). Comparison of physicochemical properties of B-type nontraditional starches from different sources. *International Journal of Biological Macromolecules*, 78, 165-172. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.04.006>
- Kamel, T; Deraz, T, Elkabarity, R & Ahmed, R. (2016). Protein energy malnutrition associates with different types of hearing impairments in toddlers: Anemia increases cochlear dysfunction. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 85, 27-31. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.03.018>
- Miranda, M, Vega-Gálvez, A, Uribe, E, López, Jessica, Martínez, Enrique, Rodríguez, María José, . . . Scala, Karina Di. (2011). Physico-chemical analysis, antioxidant capacity and vitamins of six ecotypes of chilean quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*). *Procedia Food Science*, 1, 1439-1446. doi: doi:10.1016/j.profoo.2011.09.213
- Mota, C; Santos, M, Mauro, R, Samman, N, Matos, A, Torres, Duarte, & Castanheira, I. (2016). Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food Chemistry*, 193, 55-61. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.043>
- Opaliński, I., Chutkowski, M., & Hassanpour, Ali. (2016). Rheology of moist food powders as affected by moisture content. *Powder Technology*, 294, 315-322. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.02.049>
- Quintáns-Riveiro, L.(2008). *Reología de productos alimentarios*. (Tesis de Doctorado): Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Ramírez, A; Zuluaga, M, Urresta, J & Gnecco, C. (2011). Análisis próximo de la harina de sagú, de guayaba y de plátano cachaco. *Ciencia en Desarrollo*, 3(2), 193-202. [http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencia\\_en\\_desarrollo/article/view/289/293](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/289/293)
- Rizzello, C, Lorusso, A, Montemurro, M, & Gobetti, M.(2016). Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. *Food Microbiology*, 56, 1-13. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2015.11.018>
- Sánchez-León, D. (2012). *Estudio del potencial antioxidante de la mora (*Rubus glaucus Benth*) y sus cambios en función del proceso de maduración y bajo diferentes temperaturas de almacenamiento* (Tesis de Maestría), Universidad Nacional de Colombia, Bogota D.C.
- Sarmiento-Rubiano, L.A. (2006). Alimentos funcionales, una nueva alternativa de alimentación. *Orinoquia*, 10(1), 16-23.
- Singh, Narpinder, & Singh, Prabhjeet. (2011). Amaranth: Potential Source for Flour Enrichment. In V. R. Preedy, R. R. Watson & V. B. Patel (Eds.), *Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention* (pp. 101-111). USA: Academic Press: Elsevier.

- Steffe, J., & Daubert, C. (2006). *Ductos y Tuberías para Bioprocesos: Reología y Análisis*. USA: Freeman Press.
- Wittern, K, Brummer, R, & Godersky, S. (2001). Rheology Studies to Investigate Sensorial Aspects of Emulsions. *Studies in surface science and catalysis*, 132, 1031-1036. doi: 10.1016/S0167-2991(01)82259-X
- Zhang, J & Wang, Zheng-Wu. (2013). Soluble dietary fiber from *Canna edulis* Ker by-product and its physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 92(1), 289-296. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.067>