

Acondicionamiento del grano de quinoa (chenopodium quinoa willd.): influencia de distintas variables operativas en sus propiedades de hidratación.

Conditioning of the quinoa grain (chenopodium quinoa willd): influence of different operational variables on its hydration properties.

Florencia Cortizo

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA) Facultad Regional Rosario, UTN. E. Zeballos 1341, Rosario, Argentina.
flor.cortizo.fc@gmail.com

Tomás Farías

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA) Facultad Regional Rosario, UTN. E. Zeballos 1341, Rosario, Argentina.
ftms1999@gmail.com

Camila Lafortiva

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA) Facultad Regional Rosario, UTN. E. Zeballos 1341, Rosario, Argentina.
camila.lafortiva98@gmail.com

Natalia Lenarduzzi

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA) Facultad Regional Rosario, UTN. E. Zeballos 1341, Rosario, Argentina.
natalialenarduzzi99@gmail.com

Lucrecia Pozzo

Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Alimentos (CIDTA) Facultad Regional Rosario, UTN. E. Zeballos 1341, Rosario, Argentina.
lucre.pozzo33@gmail.com

Resumen:

La quinoa es un pseudocereal de gran versatilidad agronómica, destacada por su gran calidad nutritiva debido a su alto contenido en proteínas, lípidos, fibra, vitaminas, minerales y aminoácidos.

En la búsqueda de complementar nuestra alimentación con los beneficios que brinda este alimento y con el objetivo de preservar la vida útil del mismo, se sometió la quinoa a deshidratación y molienda, y la harina obtenida se procesó bajo diferentes tratamientos térmicos, para evaluar cómo se ve afectada su calidad en las distintas condiciones.

Se ensayaron diferentes temperaturas de secado, (40, 60 y 80 °C), para determinar cuál resulta más conservadora de las propiedades de hidratación de la harina, las cuales influyen en el grado de modificación de los almidones de la misma.

Para un análisis completo se contrastaron los resultados a temperatura ambiente y a temperatura de ebullición del agua, simulando las condiciones de cocción. Se logró una mejor conservación de las propiedades analizadas para el tratamiento de secado a 60°C y baño térmico a 85°C.

Palabras clave: quinoa, harina, secado, propiedades de hidratación.

Abstract:

Quinoa is a pseudocereal of great agronomic versatility, noted for its great nutritional quality due to a high content of proteins, lipids, fiber, vitamins, minerals and amino acids.

With the aim of complementing our diet with the benefits provided by this food and preserving its shelf life, quinoa was dehydrated and milled, and the flour obtained was processed under different thermal treatments to evaluate how its quality is affected under diverse conditions.

Different drying temperatures (40, 60 and 80 °C) were tested to determine which is more conservative of the flour's hydration properties, which influence the degree of modification of the starches.

For a complete analysis, the results were contrasted at room temperature and with boiling water temperature, simulating cooking conditions. A better preservation of the analyzed properties was achieved for the 60°C drying and 85°C thermal bath treatment.

Key words: quinoa, flour, drying, hydration properties.

1. Introducción

La quinoa es un pseudocereal con alta calidad nutritiva. Su contenido de proteínas varía entre 12 y 21 % (Comai et al., 2007), siendo rico en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que las proteínas de los cereales son deficientes en estos aminoácidos (Vega-Gálvez et al., 2010). Su contenido de grasa se encuentra entre 2 y 9,5 % (García Parra et al., 2018). Contiene ácidos grasos esenciales como los ácidos grasos insaturados, destacando su alto contenido de ácido linoleico (48,2 - 56 %) y linolénico (3,8 - 8,3 %). Contiene una amplia variedad de compuestos antioxidantes tales como carotenoides, vitamina C y compuestos fenólicos, los cuales ejercen una importante acción antimicrobiana, preventiva y protectora contra el cáncer, alergias, procesos inflamatorios y enfermedades cardiovasculares (Dini et al., 2010). Además tiene un bajo costo de producción, lo cual la hace un producto muy llamativo para su comercialización.

En los últimos años, ha habido un aumento en el número de consumidores de este pseudocereal, debido a su fácil preparación e incorporación en diversas matrices alimentarias. Un ejemplo es la quinoa inflada que se vende en dietéticas. Muchas personas que optan por una alimentación más saludable reemplazan los snacks por este producto logrando el mismo grado de satisfacción.

Para conservar la quinoa a lo largo de todo el proceso de venta y consumo es necesario realizar una operación de secado que aumente su vida útil. Este proceso modifica las propiedades de hidratación y organolépticas. Resulta necesario determinar la variación de estas propiedades ya que cuanto más alta la temperatura de secado más rápida la operación pero mayor es la pérdida en la calidad nutritiva.

El objetivo de este trabajo fue estudiar las propiedades de hidratación (solubilidad, poder de hinchamiento, índice de absorción de agua y capacidad de retención y absorción de agua) de la harina de quinoa tratada a

diferentes condiciones operativas, así como sus propiedades organolépticas (índice de pardeamiento no enzimático).

2. Metodología

2.1 Quinoa

Se utilizó la variedad de quinoa *Chenopodium Quinoa Willd*, provistos por una dietética de la ciudad de Santa Fe.

2.2 Obtención de la harina

El procedimiento para la obtención de la harina de quinoa se muestra en la Figura 1. Los granos fueron provistos por una dietética de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Se realizó un lavado por inmersión en agua corriente hasta la desaparición de la espuma producida por la presencia de saponinas. A continuación los granos se dispusieron sobre una malla de acero para favorecer la circulación de aire y se secaron a 40, 60 y 80 °C. Luego se realizó la molienda con un molino de cuchillas (IKA, Alemania), en intervalos de 15 segundos. Finalmente se utilizó un tamiz de malla 50 para separar el retenido sobre el cual se realizaron las determinaciones. Las harinas así obtenidas se conservaron en bolsas ziploc con cierre hermético, hasta su utilización en las determinaciones analíticas.

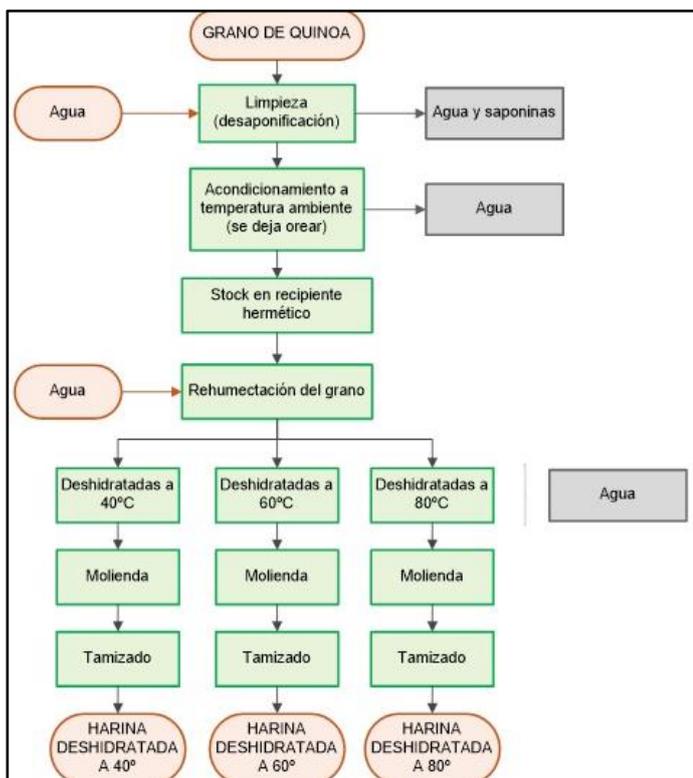


Figura 1: Esquema de obtención de harina de quinoa, variedad *Chenopodium quinoa Willd*

2.3 Determinación de la humedad inicial

Para esta determinación, se empleó la técnica AOAC 945.15 (1990). Se pesaron 2 gramos de harina, se colocó en estufa a 105°C por 24 hs y luego se pesó la cápsula con la harina seca.

Las ecuaciones utilizadas para el cálculo de humedad y el correspondiente desvío fueron:

$$\text{Humedad} = \frac{1 - (\text{harina seca con cápsula} - \text{tara cápsula})}{\text{muestra de harina}} \times 100 \quad ; \quad \text{desvío} = \sqrt{\frac{(v_1 - v_m)^2 + (v_2 - v_m)^2 + (v_3 - v_m)^2}{2}}$$

Siendo v_1, v_2 y v_3 los valores obtenidos por triplicado y v_m el valor promedio.

2.4 Determinaciones analíticas

2.4.1 Índice de solubilidad (IS), Poder de hinchamiento (PH) y Índice de absorción de agua (IAA)

Estos parámetros se obtuvieron pesando aproximadamente 0,35 g de harina (PM) en tubos Falcon, a los cuales se les agregó 12,5 ml de agua destilada. Los tubos se taparon y agitaron en un vórtex, y luego se llevaron a un baño de agua a las temperaturas de 55°C, 75°C y 85°C. Los tubos se enfriaron a temperatura

ambiente y las muestras se centrifugaron a 3000 rpm por 20 minutos. Los sobrenadantes se volcaron en cajas de Petri y fueron llevados a 105°C por 24 hs. Tanto el gel de los tubos Falcon (PG) como las cajas de Petri (PSS) fueron pesadas en la balanza analítica. El ensayo se realizó por duplicado. Estos índices se calcularon de acuerdo a la siguiente fórmula (Ahamed et al. 1996):

$$IS (\%) = \frac{PSS}{PSM} \times 100 \quad ; \quad PH = \frac{PG}{PM - PSS} \quad ; \quad IAA = \frac{PG}{PM}$$

Siendo:

$$\text{➤ } PSM (\text{Peso seco de la muestra}) = \text{Muestra de harina} - \frac{\text{Humedad} \times \text{Muestra de harina}}{100}$$

2.4.2 Capacidad de retención de agua (CRA)

Se evaluó mediante el método descrito por Nelson (2001). Se introdujeron 2 g de materia seca de cada muestra (PM) en tubos Falcon previamente pesados (PR), se añadieron 20 ml de agua destilada a 20 y 100°C y se mantuvieron en reposo durante 24 horas. El sobrenadante se desechó y se pesó el tubo con el sedimento. El ensayo se realizó por triplicado. La capacidad de retención de agua se calculó como:

$$CRA [g \text{ agua}/g \text{ muestra seca}] = \frac{PT - PR}{PM}$$

2.4.3 Capacidad de absorción de agua (CAA)

Se determinó por medio del método de Beuchat (1977). Se pesaron 2 g de materia seca de cada muestra (PM) en tubos Falcon previamente pesados (PR) y se añadieron 20 ml de agua destilada a 20 y 100°C. Los tubos se agitaron en vórtex por 30 segundos, se dejaron reposar por 10 minutos y se volvieron a agitar. A continuación, los tubos fueron centrifugados a 3000 rpm por 25 minutos. Posteriormente, se desechó el sobrenadante y los tubos se colocaron inclinados sin tapón a 15° y se llevaron a estufa a 50°C por 25 minutos. Por último, se pesaron los tubos (PT). El ensayo se realizó por triplicado. La capacidad de absorción de agua se calculó como:

$$CAA [g \text{ agua}/g \text{ muestra seca}] = \frac{PT - PR}{PM}$$

2.4.4 Índice de pardeamiento no enzimático (IPNE)

La metodología para la determinación de compuestos de pardeamiento no enzimático en el agua de rehidratación fue sugerida por Vega-Gálvez et al. (2009). El sobrenadante obtenido mediante la técnica descrita en la sección 2.4.3 se diluyó con un volumen igual de etanol y se centrifugó nuevamente a 3000 rpm por 10 minutos. El INPE de los extractos claros se determinó a 420 nm en un espectrofotómetro (UV-1800, Shimadzu, Japan). El ensayo se realizó por triplicado.

3. Resultados

En la Figura 2 se muestran los valores de humedad para cada una de las 4 harinas. En esta Figura también se puede visualizar las barras de error marcadas sobre las barras de resultados que corresponden al desvío con respecto al valor medio entre los triplicados. Las humedades obtenidas fueron: 10.941 ± 0.160 %, 10.735 ± 0.017 %, 9.428 ± 0.203 % y 10.234 ± 0.104 % para los tratamientos de secado a 40, 60 y 80°C y la harina sin tratar respectivamente.

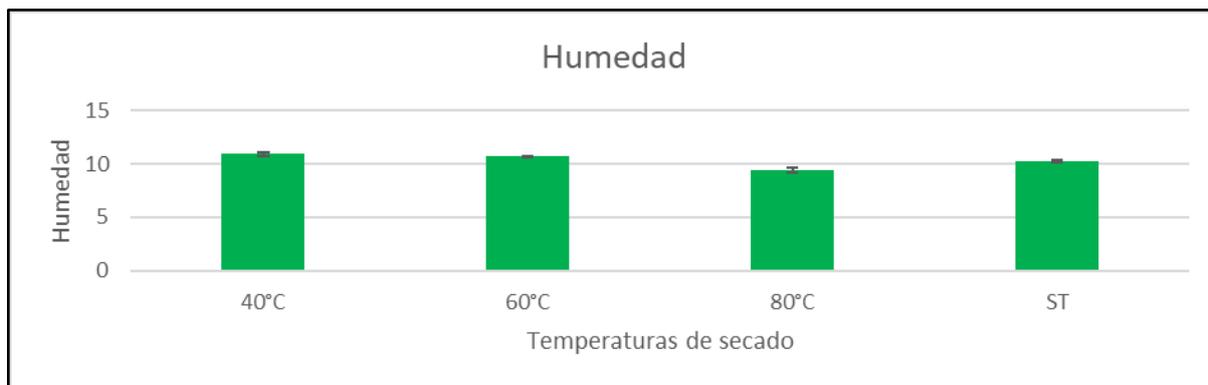


Figura 2: Humedad de las harinas deshidratadas a diferentes temperaturas y sin tratar.

La Figura 3 muestra los resultados comparativos para los valores obtenidos de solubilidad. Se puede observar un valor máximo de este parámetro para la harina deshidratada a 60°C y expuesta al baño térmico de 85°C. Además, se observan valores bajos para la harina sometida a la misma temperatura de baño, pero secada a 80°C.

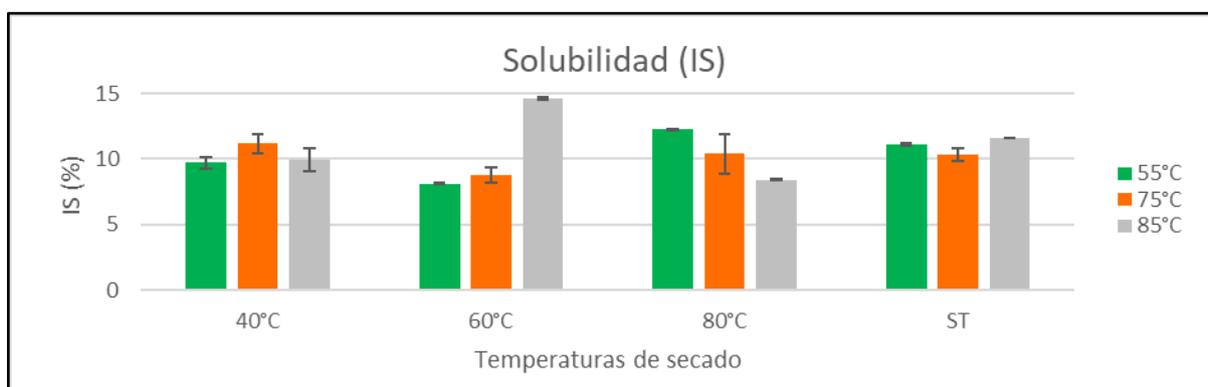


Figura 3: Solubilidad para cada temperatura de secado a su vez para cada temperatura de baño.

La Figura 4 muestra los resultados obtenidos para la determinación del poder de hinchamiento. En la misma pueden observarse valores bajos para la temperatura de baño de 55 °C para cualquier temperatura de secado. Los valores más altos fueron para la harina expuesta al baño de 75°C, siendo el mayor la combinación con el secado a 80°C.

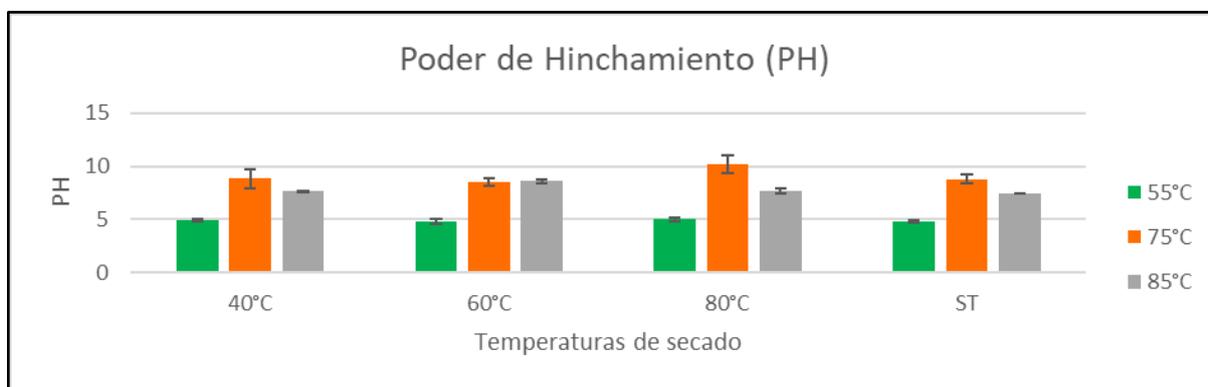


Figura 4: PH para cada temperatura de secado a su vez para cada temperatura de baño.

En la Figura 5 se resumen los resultados para la determinación del índice de absorción de agua. Se obtuvo el menor valor de este parámetro para la harina sometida a una temperatura de baño térmico de 55°C. Por el contrario, éste aumenta para el baño a 75°C, siendo mayor para la harina deshidratada a 80°C.

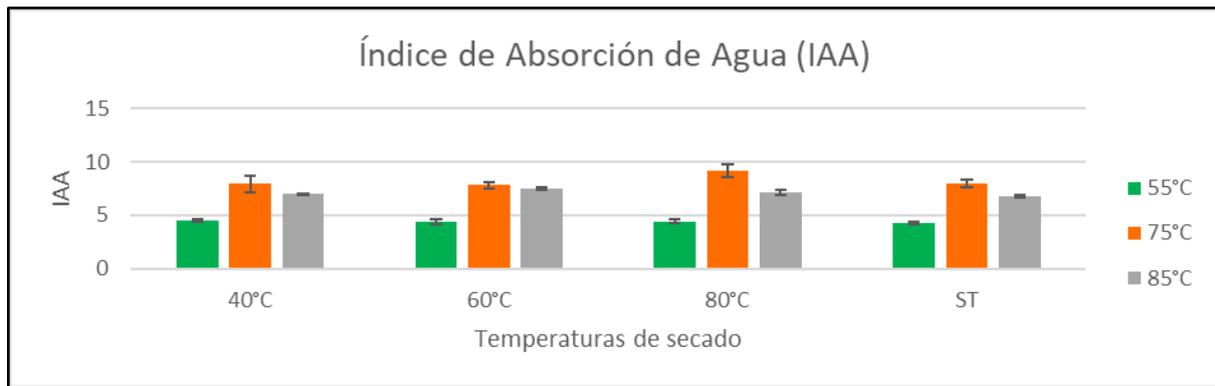


Figura 5: IAA para cada temperatura de secado a su vez para cada temperatura de baño.

En la Figura 6 se muestran los resultados de capacidad de retención de agua y capacidad de absorción de agua para los tratamientos ensayados.

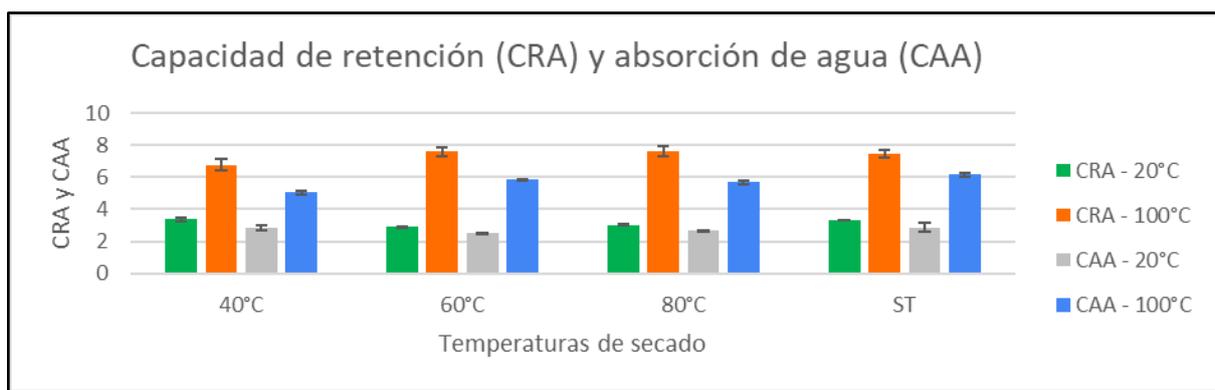


Figura 6: CRA y CAA para cada temperatura de secado a su vez para cada temperatura de extracción.

En la Figura 7 se muestran los resultados del índice de pardeamiento no enzimático evaluado a temperatura ambiente (20°C) y de ebullición del agua (100°C) para cada una de las harinas obtenidas.

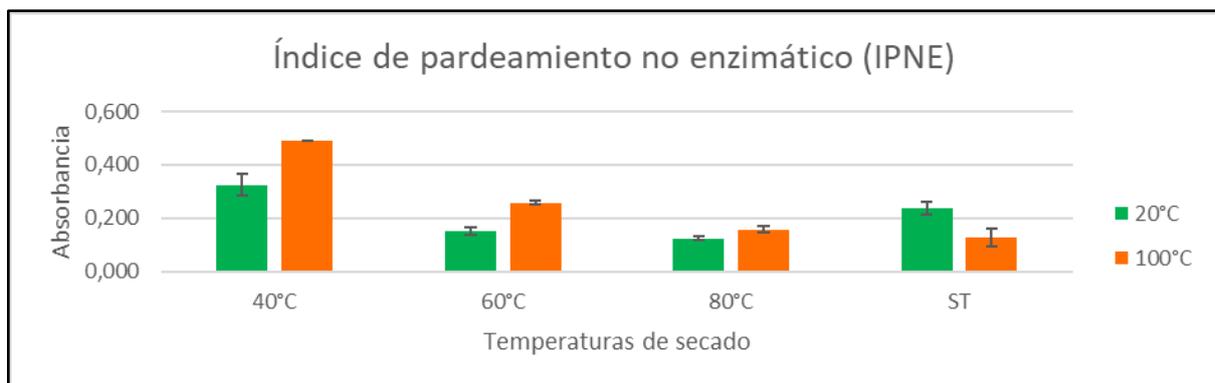


Figura 7: IPNE para cada temperatura de secado a su vez para cada temperatura de extracción.

4. Conclusión

No se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el IS con respecto a las temperaturas del baño térmico. Mientras que el PH y IAA si presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las temperaturas del baño. Ninguna de las propiedades estudiadas presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) respecto al tratamiento térmico aplicado. Los valores de PH e IAA fueron significativamente mayores ($p < 0,05$) para los geles formados a 75 °C. No se hallaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la CAA para las harinas obtenidas

bajo los diferentes tratamientos térmicos aplicados. Mientras que, la CRA fue significativamente mayor ($p < 0,05$) para la harina deshidratada a 40 °C. Para el caso de IPNE si se hallaron diferencias significativas para la harina secada a 40°C ($p < 0,05$).

El aumento de la capacidad de retención de agua y capacidad de absorción de agua para la temperatura de ebullición indica una mayor capacidad de aglomeración en condiciones de cocción.

Se logró una mejor conservación de las propiedades de hidratación analizadas para el baño de 85°C y la harina deshidratada a 60°C. Por otro lado, esta harina presentó el menor valor de IPNE, indicando una baja formación de productos de la reacción de Maillard.

Como trabajo futuro se propone continuar con las determinaciones analíticas de color y capacidad antioxidante de las harinas obtenidas.

5. Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de las doctoras Florencia Balzarini y Julia Luisetti, así como también a la Universidad Tecnológica Nacional, Regional Rosario, por financiar este proyecto y facilitar las instalaciones del CIDTA para los ensayos.

6. Referencias bibliográficas

- [1] Comai, S., Bertazzo, A., Bailoni, L., Zancato, M., Costa, C. V. L., Allegri, G. (2007). "The Content of Proteic and Nonproteic (Free and Protein-Bound) Tryptophan in Quinoa and Cereal Flours", *Food Chemistry*, 100 (4), 1350-1355.
- [2] Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., Perez-Won, M. (2009). "Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian)", *Food Chemistry*, 117 (4), 647-653.
- [3] García-Parra, M., Plazas Leguizamón, N. Z., Carvajal Rodríguez, D. C., Ferreira Torrado, S. K., Parra, J. D. (2018). "Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en relación con el suelo y el clima: una revisión", *Informador Técnico*, 82 (2), 241-249
- [4] Dini, I., Tenore, G. C., Dini, A. (2010). "Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds", *LWT - Food Science and Technology*, 43 (3), 447–451.
- [5] Beuchat, L.R. (1977). "Functional and Electrophoretic Characteristics of Succinylated Peanut Flour Protein", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 25 (2), 258-261.
- [6] Ahamed, N. T., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R., Pal, M. (1996). "Physicochemical and functional properties of *Chenopodium quinoa* starch", *Carbohydrate Polymers*, 31 (1–2), 99-103.
- [7] Nelson, A.L. (2001). "Properties of high-fiber ingredients", *Cereal Foods World*, 46 (3), 93-97.