



Identificación del Trabajo	
Área:	Ingeniería de Procesos, Biotecnología y Tecnología de Alimentos
Categoría:	Alumno
Regional:	Rosario

Evaluación de la capacidad antioxidante de harina de frutilla (*Fragaria ananassa*) proveniente de las variedades Festival y Benicia

Mercedes CHIPANA, Alberto RAVAGNAN

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

E-mail de autores: mchipana@frro.utn.edu.ar, colombootto@gmail.com,

Este trabajo ha sido realizado bajo la dirección de la Dra. María Cristina Ciappini, en el marco del proyecto "Evaluación de la capacidad antioxidante de harina de frutilla (*Fragaria Ananassa*) proveniente de las variedades Festival y Benicia". (Abril 2018 – Noviembre 2018)

Resumen

Las frutillas poseen actividad antioxidante, útil en la alimentación humana. Considerando la corta vida comercial del fruto fresco se propone su deshidratación. Se establece como objetivo de este estudio determinar el efecto de la temperatura de secado sobre la capacidad antioxidante de la harina de frutilla, mediante los métodos de Folin Ciocalteau y DPPH. Se llevaron a cabo ensayos de secado a 60°, 70° y 80°C. Se encontró que el contenido de fenoles totales estuvo comprendido entre 1402,7 y 1928,8 mg AG/ 100 g harina y los valores de DPPH, entre 459,8 y 722,2 mg Trolox/ 100 g harina. Se observó que la capacidad antioxidante disminuyó con el aumento de la temperatura de tratamiento. Confirmada la capacidad antioxidante de la frutilla deshidratada, resultará necesario optimizar la temperatura de secado de los frutos frescos, evitando el uso de temperaturas elevadas y ensayar aplicaciones de este producto como ingrediente alimentario.

Palabras Claves: Frutilla; Benicia; Festival; Capacidad antioxidante.

1. Introducción

El consumo de frutas y vegetales ha sido asociado por una amplia variedad de estudios epidemiológicos con la disminución en la incidencia de enfermedades crónicas y degenerativas, incluidas algunas formas de cáncer y enfermedades cardiovasculares, entre otras. (Slattery y Caan, 2001). Esos efectos se han atribuido a una amplia variedad de compuestos que se encuentran de forma natural en las frutas y vegetales, entre los cuales se encuentran los polifenoles y los flavonoides, cuya acción ha sido relacionada con la actividad antioxidante que presentan.

La frutilla atrajo la atención de investigadores debido a que posee mayor actividad antioxidante total cuando se la compara con otras frutas, como la naranja, uva roja, kiwi, banana, manzana, pera y melón. Se ha evaluado el contenido de antioxidante por ración de frutos rojos de diferentes familias botánicas y los estudios indican que la actividad antioxidante se relaciona directamente con el tipo de fruto, la especie y la variedad. La frutilla tiene de 2 a 11 veces más antioxidantes (polifenoles, flavonoides y antocianinas) que la manzana o el kiwi.

A pesar de esto, solo el 0,1% de la fruta que se consume en Argentina por año corresponde a la frutilla (Manzoni y Bernasconi, 2017). Lejos está de la fruta número uno en consumo local que

es la naranja. El consumo anual per cápita es de solo 165 gramos de frutilla frente a los 15 kilogramos de naranja (Manzoni, 2016).

1.1. La Frutilla

La Fregaria, llamada comúnmente fresa o frutilla, es un género de plantas rastreras estolóníferas de la familia Rosaceae. Es una fruta primaveral muy popular debido a su sabor peculiar y aroma único.

Contiene 35 kcal cada 100 gramos y su composición química en promedio es de 89,6 % de agua, 7% de hidratos de carbono, 0,7% de proteínas, 0,5% de lípidos y 2,2% de fibra; mientras que el contenido de Selenio y vitaminas C y E es de trazas, 60 mg y 0,2 mg respectivamente (Moreiras et al. 1992).

1.2. Acción de antioxidantes en la dieta.

El mecanismo de acción de los antioxidantes está basado en interrumpir las reacciones en cadena de los radicales libres reaccionando con ellos, con la finalidad de contener el daño oxidativo que estén provocando (Avello y Suwalsky, 2006). Así, la disminución de los radicales libres en un organismo podría resultar en una disminución de la tasa de degradación biológica, con un aumento en los años de vida útil y saludable.

Los antioxidantes en la dieta se encuentran en forma de vitaminas, minerales y compuestos no nutritivos, como los polifenoles. Tanto las vitaminas como los minerales se consideran como micronutrientes, ya que se precisan en cantidades pequeñas, y nutrientes esenciales, ya que son imprescindibles para el normal funcionamiento del organismo y deben ser aportados por la dieta, al no ser sintetizados por el organismo.

Las vitaminas C y E no solo actúan como coenzimas y cofactores, sino que además poseen función antioxidante (Kuklinski, 2003).

Refiriéndose a los minerales, estos son sustancias con funciones reguladoras y aquellos que tienen función antioxidante son el Selenio y el Cobre (Kuklinski, 2003).

Se ha demostrado que los compuestos fenólicos poseen potencial anticancerígeno, a partir de constituyentes sencillos purificados encontrados en frutillas bayas (berries) (Higera y Ondarza, 2016). Otros estudios, analizaron los grados de maduración de la fruta en cuestión y su relación con la actividad antioxidante, medido con el método de captura del radical DPPH. Determinaron que la coloración de los frutos es un indicador de la cantidad de antocianina: cuanto más intensa es la coloración, mayor cantidad de este antioxidante tiene la fruta (Peña- Varel et al., 2006). Van de Velde (2012), estudió cómo se afecta el contenido final de antioxidantes en frutillas por el cortado y lavado con ácido per acético.

En cuanto a la utilización industrial de los frutos rojos, Bustos (2014) planteó la corta vida útil de estos frutos como iniciativa para buscar alternativas para su mejor uso. Concluyó que es posible desarrollar pastas de buena calidad tecnológica y alto contenido de antioxidantes a través de la incorporación de harinas de frutos rojos.

1.3. Objetivos

Considerando la baja vida útil de la frutilla, su alto contenido en antioxidantes y los beneficios que estos aportan, es de gran utilidad la búsqueda de una metodología para conservar sus

propiedades por largos períodos, para futuras aplicaciones industriales, como fortificar o enriquecer alimentos. Con este fin, sería factible tecnológicamente deshidratar la frutilla; resultando necesario verificar si la harina obtenida por deshidratación del fruto conserva la capacidad antioxidante.

Por lo tanto, se establece como principal objetivo de este trabajo, determinar la capacidad antioxidante en la harina de frutilla de las variedades Festival y Benicia, deshidratadas a tres temperaturas.

2. Metodología

Se utilizaron frutillas de las variedades Benicia y Festival, provenientes de la región frutillera cercana a la localidad de Coronda en la Provincia de Santa Fe. El material fue entregado por productores y corresponde a la cosecha 2018. Se tomaron cuatro muestras independientes por cada variedad, las que fueron reunidas y de las que se extrajo por cuarteo la muestra a analizar.

2.1. Obtención de la harina de frutilla.

En la Figura 1 se indica el procedimiento puesto en práctica para la obtención de la harina.

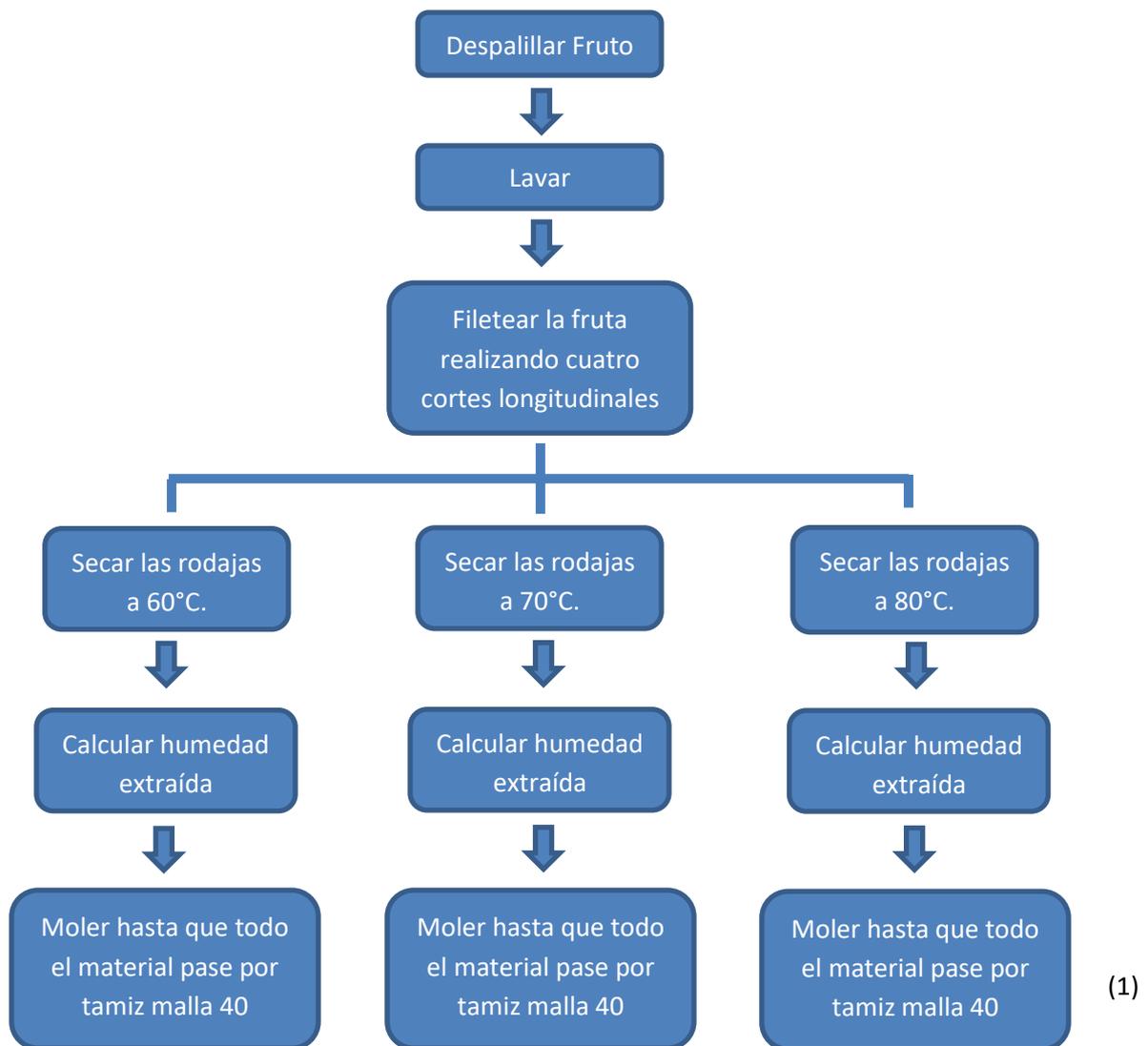


Figura 1. Esquema de obtención de harina de frutilla variedad Benicia y Festival a 60, 70 y 80°C. (1) : El tamaño de tamiz se determinó por ensayos preliminares, teniendo en cuenta una óptima extracción y a su vez una fácil separación del agente extractor.

2.2. Análisis proximal de la harina:

Se determinó materia grasa por el método de Twisseman (AOAC 920.39); proteínas por el método Kjeldahl (AOAC 2001.11); cenizas gravimétricamente según AOAC 923.03 y humedad, AOAC 925.10 (AOAC, 1995).

2.3. Obtención de los extractos a utilizar.

A partir de las harinas obtenidas de acuerdo al esquema indicado en la Figura 1, se prepararon por duplicado los extractos alcohólicos, de acuerdo a lo indicado en el Figura 2.

El disolvente de extracción y su concentración desempeña un papel importante en la extracción de compuestos bioactivos vegetales. Los diferentes disolventes de extracción tienen distintas capacidades para superar las barreras energéticas, que también se conoce como la energía de activación de la extracción (Rakotondramasy-Rabesiaka y col, 2007). Esta energía es necesaria para que el disolvente penetre dentro de las células del vegetal.

La extracción con solventes orgánicos es eficiente y sencilla, pero costosa ya que se necesitan grandes cantidades de solventes, también puede ser perjudicial para uso humano debido a trazas de solvente orgánico que pueden quedar en el extracto. Por esta razón, en medicina tradicional se reporta que los vegetales deben macerarse en soluciones hidroetanólicas, debido a su baja toxicidad para consumo humano, considerándose como un procedimiento de extracción seguro y eficiente (Xavier et al. 2015). Por las razones expuestas, en este trabajo se utilizó etanol grado farmacéutico.

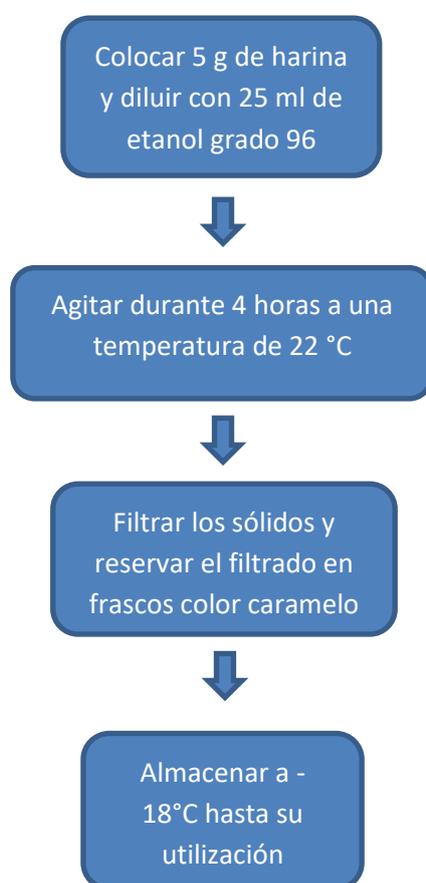


Figura 2. Esquema para la obtención de extractos etanólicos de antioxidantes a partir de frutillas.

2.4. Capacidad antioxidante.

Se obtuvieron seis muestras de cada variedad y temperatura a las que se les determinó compuestos fenólicos totales (CPT) y DPPH.

- CPT: Se basa en la determinación espectrofotométrica a 760 nm del complejo azul (tungsteno-molibdeno) que se forma entre el reactivo de Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1995) con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El reactivo de Folin-Ciocalteu determina reductores totales, no solo antioxidantes. Aun así, es un método útil para aproximar la cantidad total de antioxidantes.
- DPPH: Se basa en la determinación espectrofotométrica a 517 nm del complejo formado entre el radical libre estable 1,1-difenil picril hidracil (DPPH) y el compuesto antioxidante presente en la frutilla.

Para las determinaciones mencionadas, se utilizó un espectrofotómetro Shimadzu UV-1800 (Kyoto, Japón).

2.5. Análisis estadístico.

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el software Microsoft Excel versión 2013. Se obtuvieron diagramas de caja y bigote y se realizó un análisis de varianza sobre las variables dependientes, considerando diferencias significativas si $p \leq 0.05$

3. Resultados

La Tabla I muestra los resultados obtenidos a partir de la fruta fresca para humedad en harina, materia grasa, proteínas totales y % cenizas.

Tabla I. Composición proximal de la harina de frutilla.

Variedad	Secado (°C)	Humedad harina (g/100g)	Materia grasa (g/100g harina)	Proteínas totales	% Cenizas
Benicia	60	21,84 ^a	3,2 (± 0,10)	5,1 (± 0,08)	4,86(± 0,09)
	70	17,89	3,1 (± 0,12)	5,1 (± 0,06)	4,82(± 0,08)
	80	16,48	3,0 (± 0,09)	5,0 (± 0,09)	4,75(± 0,10)
Festival	60	22,55 ^a	3,3 (±0,13)	5,0 (±0,09)	4,92 (±0,05)
	70	18,13	3,0 (±0,11)	5,2 (±0,10)	4,77 (±0,04)
	80	15,7	3,1 (±0,09)	5,1 (±0,08)	4,84 (±0,07)

Se encontró diferencia significativa para el valor de humedad de ambas variedades ($p < 0,05$), cuando el tratamiento de secado se realizó a 60 °C, y resultó mayor que el obtenido para las otras temperaturas.

No fueron encontradas diferencias significativas para los demás parámetros analizados.

La tabla II muestra las medias aritméticas de los datos obtenidos para ambos métodos y variedades a las distintas temperaturas de secado.

Tabla II. Media aritmética para los datos obtenidos por análisis de DPPH y CPT para variedades Festival y Benicia, secadas a 60, 70 y 80°C.

	Festival			Benicia		
Temperatura (°C)	60	70	80	60	70	80
mg AG/ 100 g harina	1928,8 (±64)	1745,5 (±59)	1487,0 (±19)	1861,7 (±113)	1700,8 (±76)	1402,7 (±22)
mg Trolox/ 100g harina	704,5 (±110)	543,8 (± 92)	504,7 (± 94)	722,2 (±101)	533,7 (± 85)	459,8 (±84)

El análisis estadístico de los resultados experimentales obtenidos para CPT y DPPH se muestra en las Figuras 3 y 4 respectivamente.

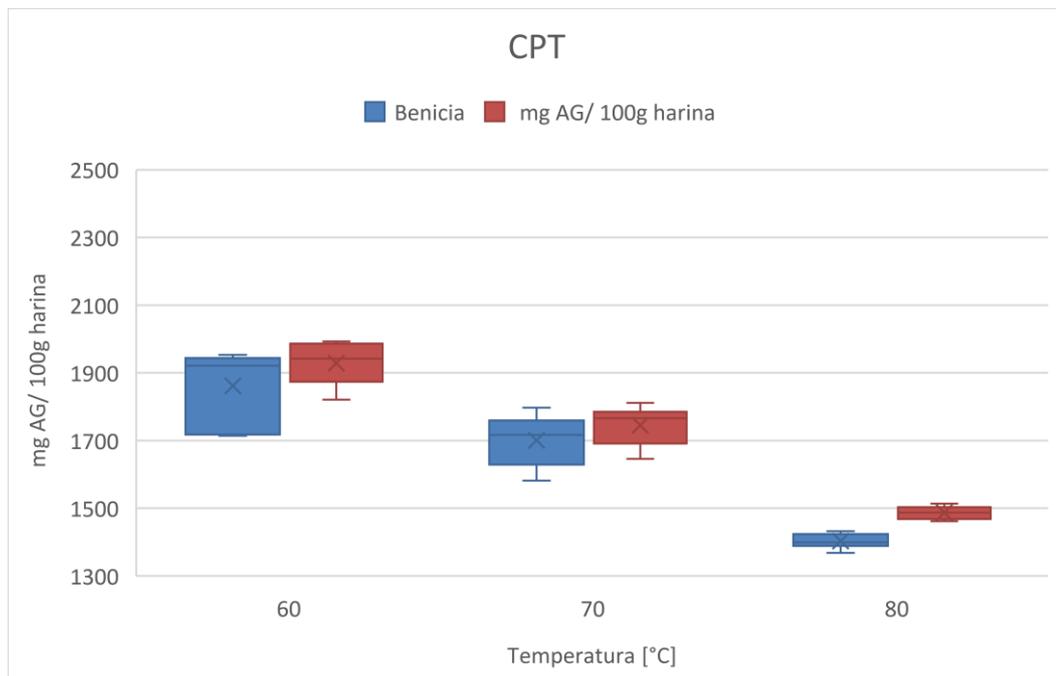


Figura 3. Mediana y dispersión de los valores de CPT de harina de frutilla para las variedades Festival y Benicia secadas a 60°C, 70°C y 80°C.

Teniendo en cuenta la Figura 3, se puede apreciar que los CPT disminuyen con el aumento de la temperatura.

Al comparar el CPT para una misma variedad, ya sea Festival o Benicia, se encontraron diferencias significativas para las tres temperaturas de secado ($p = 0,05$), indicando la influencia de la temperatura en la modificación de los compuestos fenólicos.

Si se comparan los CPT entre una variedad y otra, no se encontraron diferencias significativas para temperaturas de secado de 60 °C y 70 °C (ANOVA, $p > 0,05$). En cambio, se encontraron diferencias significativas para temperaturas de secado de 80 °C ($p = 0,05$), siendo mayor el CPT para la variedad Festival.

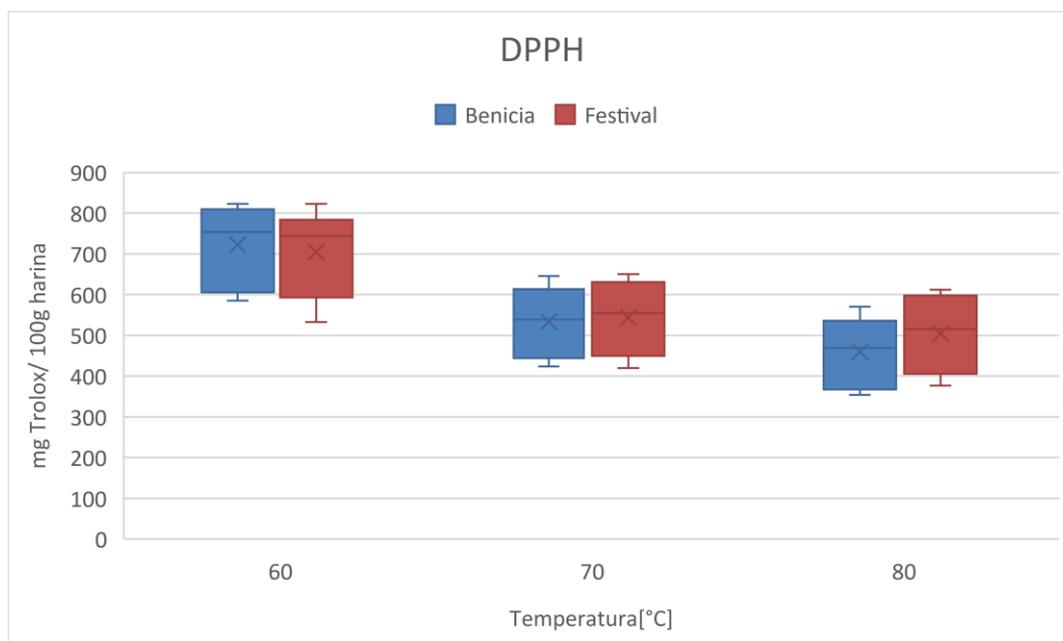


Figura 4. Mediana y dispersión de los valores de DPPH de harina de frutilla para las variedades Festival y Benicia, secadas a 60, 70 y 80°C.

En la Figura 4 se observa para DPPH el mismo comportamiento que para CPT en relación a la temperatura.

El análisis estadístico (ANOVA) de los resultados, no permitió encontrar diferencias significativas ($p > 0,05$) para las tres temperaturas de secado, si se compara una variedad con otra. En cambio, se encontraron diferencias significativas en el valor de DPPH, cuando se comparó una misma variedad secada a 60 °C, respecto a las otras temperaturas de trabajo. Esto indicaría que la temperatura puede afectar el contenido de DPPH, independientemente de la variedad de frutilla.

4. Discusión

Existen publicaciones referidas al contenido de CPT en frutilla fresca. Hernanz (2007) reportó valores comprendidos entre 455,03 y 1138,62 mg AGE/100 g fruta fresca, para cinco variedades frescas de frutillas; Wang (2000), por su parte, encontró un contenido de 103 mg AGE/100 g de frutilla fresca y Rekika et al. (2005) informó entre 629,9 y 937,1 μg AGE/g de fruta fresca, para nueve variedades de frutillas.

Según las determinaciones de Hernanz (2007) el contenido de polifenoles totales oscila entre 455,03 y 1138,62 mg AGE/100 g de frutilla fresca. En consecuencia, se habrían perdido por secado en promedio, aproximadamente, el 70% de los polifenoles presentes.

El secado es más efectivo a mayor temperatura, como lo indica la humedad residual de la harina; sin embargo, hay un mayor deterioro en la capacidad antioxidante.

5. Conclusiones

Confirmada la capacidad antioxidante de la harina de frutilla, se propone esta forma de conservación que da otras posibilidades de uso para esta fruta de corta vida útil.

Se recomienda optimizar la operación de secado y probar diferentes alternativas de realizar esta operación unitaria.

Reconocimientos

Agradecemos la colaboración de los ingenieros Fernando Stoppani y Emiliano Bonaldi, como también a la Universidad Tecnológica Nacional, facultad regional Rosario, por financiar este proyecto y prestar las instalaciones.

Bibliografía

AOAC (1995), *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL*, 16th Edition. AOAC, Maryland.

Avello, M., Suwalsky, M., (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, (494), 161-172.

Bustos, M. C., Perez, G. T., Leon, A. E., (2014). Elaboración de pastas con incorporación de frutos rojos. Conicet, Argentina.

Hernanz, D., Recamales, A., Melendez -Martinez, A., Gonzalez-Miret, ML., Heredia, FJ. (2007) Assessment of the differences in the phenolic composition of five strawberry cultivars (*Fragaria ananassa*) grown in two different soilless systems. *J. Agric Food Chem.* 55,1846-52.

Kuklinski, C. (2003). *Nutrición y bromatología*. Barcelona: Omega.

Losada, M. A. (1998). *Antioxidantes y nutrición*. Natura Medicatrix N°50

Manzoni, C. y Bernasconi, P. (2017). Frutilla, una delicia que busca crecer. *La Nación, Economía*.

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, I. (2006). *Tablas de composición de alimentos*. Madrid: Pirámide.

Manzoni, C. (2016). La naranja en el podio de las frutas. *La Nación, Economía*.

Ondarza Beneitez, M. A. y Ciapara Higuera, I. (2016). Importancia biotecnológica de las frutillas de berries en la salud humana. En:

https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_Ondarza/publication/293825805_Importancia_biotecnologica_de_Frutillas_de_Berries_en_la_Salud_Humana_Biotechnological_importance_of_Berry_fruits_on_Human_Health/links/56bc8c0308ae08d7a6bbf407.pdf (10/06/2018)

Peña-Varela, G., Salinas-Moreno, Y., y Ríos-Sánchez, R. (2006). Contenido de antocianinas totales y actividad antioxidante en frutos de frambuesa (*Rubus idaeus* L.) con diferente grado de maduración. *Chapingo Serie Horticultura*, 2, 12.

Rakotondramasky-Rabesiaka, L., J.-L. Havet, C. Porte, et al. (2007). Solid-liquid extraction of protopine from *Fumaria-officinalis* L. Analysis determination, kinetic reaction and model building. *Separation and Purification Technology* 54:253-261.

Rekika, D., Khanizadeh, S., Deschenes, M., Lévasseur, A. y Charles, M.T. (2005). Antioxidant Capacity and Phenolic Content of Selected Strawberry Genotypes. *HortScience* 40 (6), 1777-81.

Singelton V, Orthofer R, Lamuela-Raventos R. (1999). Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of the Folin-Ciocalteu reagent. *Meth. Enzymol.* 299:152-178

Slattery ML, Caan BJ. (2001). Nutrition and Colon Cancer. En: Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. San Diego: Academic Press.

Slattery ML, Caan BJ. (2001). The biochemistry and medical significance of the flavonoids. Pharmacol Ther. 2002, 96, 67-202.

Wang, SY., Lin H. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. J Agric Food Chem. 48,140-6.

Van de Velde, F. (2014). Cambios en el potencial saludable y la calidad nutricional y sensorial de frutillas mínimamente procesadas como consecuencia de las condiciones de procesamiento, la temperatura y el tiempo de almacenamiento. Tesis para la obtención del grado académico de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional del Litoral.

Xavier, L.; Freire, M.S.; Vidal-Tato, I.; González-Álvarez, J. (2015). Application of aqueous two phase systems based on polyethylene glycol and sodium citrate for the recovery of phenolic compounds from Eucalyptus wood. Maderas. Ciencia y Tecnología 17(2):345-354.