

Rev. Cienc. Tecnol.  
Año 11 / N° 11 / 2009 / 4–8

## PAN DE FÉCULA DE MANDIOCA CON LECHE. COMPORTAMIENTO FÍSICO AL ADICIONAR UN EMULSIONANTE

Laura B. Milde, Karina G. González, Carolina Valle Urbina, Alexis Rybak

### CASSAVA STARCH BREAD WITH MILK. PHYSICAL BEHAVIOR UPON ADDING AN EMULSIFIER

#### ABSTRACT

The effect of monoglyceride addition to a bakery product based on cassava starch with addition of milk (protein additive) was studied, analysing its physical properties. Two types of bread with cassava starch, corn flour and other additives were prepared, adding Monoglyceride to one of them. In addition, textural properties (elasticity, firmness and recovery of firmness), the specific volume and the percentage of weight loss were measured, in order to establish if these parameters were influenced by the use of such emulsifier. No significant differences were observed in most of the properties tested, except in the recovery of firmness. It was concluded that the emulsifier did not improve the evaluated product characteristics its use being unnecessary. Its use means an increase in the cost of the bread and represents an artificial aggregate not recommended in the diet of people with intestinal disorders, like celiacs.

KEY WORDS: monoglyceride, bakery products, Cassava starch, physical properties celiacs.

#### RESUMEN

Se estudió el efecto del agregado de monoglicérido a un producto panificado a base de fécula de mandioca con la adición de leche (aditivo proteico), analizando las propiedades físicas. Se prepararon dos formulaciones con fécula de mandioca, harina de maíz, leche y otros aditivos, incorporando a uno de ellos un monoglicérido. Se midieron las propiedades texturales (elasticidad, firmeza y recuperación de la firmeza), el volumen específico y el porcentaje de pérdida de peso con el propósito de establecer si se vieron influenciadas con el uso de dicho emulsionante. No se observaron diferencias significativas en la mayoría de las propiedades ensayadas, excepto en la recuperación de la firmeza. Se concluyó que no es necesario el uso del emulsionante, por cuanto el mismo no mejora las características del producto, significa un aumento en el costo del panificado y representa un agregado artificial no recomendable en la dieta de individuos con trastornos intestinales, como las personas celíacas.

PALABRAS CLAVE: monoglicérido, panificados, fécula de mandioca, propiedades físicas, celíacos.

## INTRODUCCIÓN

Una opción para la elaboración de panificados es la utilización de fécula de mandioca proveniente de la raíz de la planta *Manihot esculenta*, también conocida como yuca, tapioca, cassava o comúnmente mandioca. Es uno de los alimentos más importantes cosechados en suelos donde hay baja disponibilidad de nutrientes, siendo capaz de sobrevivir en condiciones de sequía [1]. Su origen se remonta a regiones del noreste, suroeste y centro de Brasil y México, a partir de donde se extendió a regiones tropicales y subtropicales del mundo (África, Caribe, etc.) [2]; también es un producto característico de la zona de Misiones, Argentina. Es excelente porque crece bajo condiciones subóptimas, ofreciendo la posibilidad de usar tierras marginales para aumentar la producción agrícola [3]. La composición de la raíz de mandioca es: humedad 70 %, almidón 24 %, fibras 2 %, proteínas 1 % y otras sustancias, incluidas minerales 3 %, produciendo un 40 % más de carbohidratos que el arroz y un 25 % más que el maíz [4]. Como su costo de

producción es bajo y posee un nivel alto de calorías, es utilizada para la alimentación de humanos y animales. En la provincia de Misiones existen más de 10 fábricas procesadoras de fécula de mandioca y a pesar de ello su uso está escasamente difundido, utilizándose únicamente para recetas regionales, como la elaboración de “chipa”, alimento muy consumido en nuestra región y en Paraguay. A fin de aprovechar la disponibilidad de este ingrediente, se trabajó en la formulación de pan que ampliará la oferta de productos para aquellas personas con problemas de absorción, particularmente celíacos [5, 6]. Los celíacos deben tener una dieta libre de trigo, avena, cebada y centeno (sin TACC) [7, 8, 9] y la mayoría de los panificados existentes en el mercado para ellos es a base de harina de arroz [10, 11, 12, 13]. Desde el punto de vista tecnológico una de las desventajas que presenta la utilización de la fécula de mandioca para elaborar panes, es la ausencia de una red proteica que retenga el gas CO<sub>2</sub> producido durante la fermentación, necesario para un producto panificado. Las propiedades de extensibilidad y elasticidad propias del pan

de trigo son aportadas por las proteínas del gluten [14]. Al cambiar la matriz por una libre de gluten y evitar la utilización de trigo, debido a que también serán destinados a personas que necesitan dietas especiales, es necesario evaluar si la incorporación de un emulsionante mejora sus características físicas y por consiguiente, las propiedades sensoriales. Los emulsionantes tienen como función principal, reforzar la masa haciéndola más tolerante a los esfuerzos a que se somete durante la panificación y por ende mejora su comportamiento, favoreciendo una mejor retención del gas, obteniéndose así productos de mayor volumen, con miga más fina y uniforme [13]. Actúan en diferentes etapas de la panificación: en el amasado, las piezas retienen más aire en las masas, aumentando la extensibilidad; en la etapa de fermentación, aumentan la retención del gas, permitiendo reducir el tiempo de fermentación; también en el horneado mejoran la textura y disminuyen la pérdida de agua [16]. Los Monoglicéridos son productos utilizados como emulsionantes, de síntesis química que se consiguen en el mercado a un costo no muy accesible; se emplean en panadería por su notorio efecto de retardar el endurecimiento [17]. El objetivo del siguiente trabajo es evaluar la influencia del agregado de Monoglicérido en las características físicas: volumen específico (v), porcentaje de pérdida de peso (% PP), y propiedades texturales (firmeza, elasticidad y recuperación de la firmeza) de un pan a base de fécula de mandioca a fin de determinar si es necesaria su incorporación a la formulación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizó como emulsionante Monoglicérido (Multec mono 9402 sfp), por ser de uso común en panificados en nuestra comunidad y porque se obtuvo como donativo de Industrias Puratos S.A.

Se elaboraron dos formulaciones, con la única diferencia del agregado de Monoglicérido a una de ellas. Para la preparación de los panes ensayados se utilizaron los siguientes ingredientes: mezcla de 80% de fécula de mandioca (Ranchito, Misiones, Argentina) sin TACC, y harina de maíz (Indelma, Santa Fé, Argentina); ingredientes básicos del pan: levadura de cerveza (Calsa, Buenos Aires, Argentina) en agua, azúcar (Ledema, Jujuy, Argentina) y sal (Celusal, Tucumán, Argentina). Como aditivos se utilizó huevo, leche (Ilolay, Santa Fé, Argentina) y grasa vegetal (Margadán, Buenos Aires, Argentina) estos últimos sin TACC. La preparación de la masa se realizó de manera artesanal, mezclando los ingredientes y aditivos en un multiprocesador (Philips, Brasil) posteriormente se procedió al amasado manual durante 10 min, hasta la formación de una masa homogénea que fue colocada en moldes para horno, previamente engrasados, dejándose levar durante 20 min a 35 °C. Luego fueron llevados al horno de una cocina domiciliaria con control de temperatura (Whirlpool, Argentina)

durante 20 min a 240 °C, subiendo la temperatura a 280 °C por 10 min en la fase final de cocción y se dejaron enfriar antes de su evaluación. Todos los pasos de manufactura fueron previamente optimizados por el grupo de trabajo.

Se determinaron las propiedades físicas de las muestras ensayadas: volumen específico [18] porcentaje de pérdida de peso [19], y propiedades texturales (firmeza, elasticidad y recuperación de la firmeza) [20]. Se realizaron cuatro repeticiones para cada formulación. Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente a través de un ANOVA SIMPLE y posteriormente evaluados mediante test de Tukey.

El volumen específico del pan se determinó como el cociente entre el volumen del mismo y su peso; el volumen se obtuvo midiendo con una regla graduada, el ancho, el largo y el alto de cada muestra y el peso mediante balanza (Soehnle, Alemania). El porcentaje de pérdida de peso se determinó pesando el pan antes y después de la cocción, lo cual tiene una correspondencia con la pérdida de agua durante la misma.

Se realizó la determinación de la textura a través de ensayos de doble compresión, llevando la compresión hasta un 50 % de la altura del producto; se utilizó una Máquina Universal de Testeo Instron (Adamel Lhomargy, modelo DY32), con una celda de carga de 1000 N, provisto de placas de compresión de 20 cm x 20 cm; utilizando una velocidad de compresión de 100 cm/min; las muestras evaluadas fueron de igual medida. Se obtuvieron perfiles de textura (Figura 1) que representan la carga de compresión aplicada en función de la longitud de compresión. De dicho perfil se extrajeron los parámetros mecánicos que describen objetivamente la textura: firmeza, elasticidad y recuperación de la firmeza, mediante los siguientes cálculos:

$$\text{Firmeza} = Y$$

$$\text{Elasticidad} = A/B \times 100$$

$$\text{Recuperación de la Firmeza} = X/Y \times 100.$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados promedios de las determinaciones del volumen específico y el porcentaje de pérdida de peso se resumen en la Tabla siguiente:

**Tabla 1.** Efecto de la adición de monoglicérido en el volumen específico y el porcentaje de pérdida de peso de un producto panificado a base de fécula de mandioca y leche.

Propiedades	Pan con Monoglicérido	Pan sin Monoglicérido
Volumen específico (cm <sup>3</sup> /g)	2,22	2,29
Porcentaje de pérdida de peso (% g/g)	13,75	14,07

En la Figura 2 se grafican los resultados estadísticos.

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas respecto al volumen específico ( $p = 0,2151$ ) y el porcentaje de pérdida de peso ( $p = 0,6016$ ) entre el pan con monoglicérido y el pan sin monoglicérido.

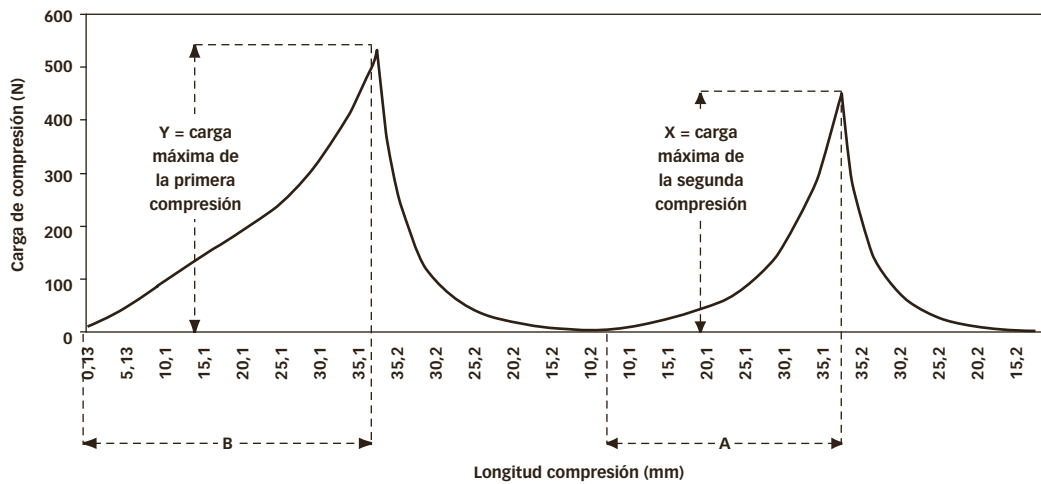


FIGURA 1. Perfil gráfico de textura.

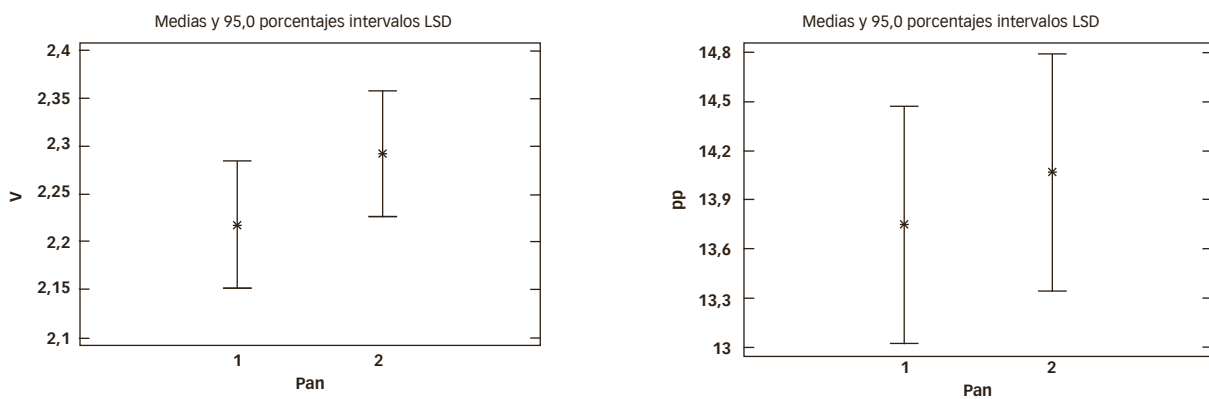


FIGURA 2. Test de Tuckey de volumen específico "v" y porcentaje de pérdida de peso "pp". 1: pan con monoglicérido; 2: pan sin monoglicérido.

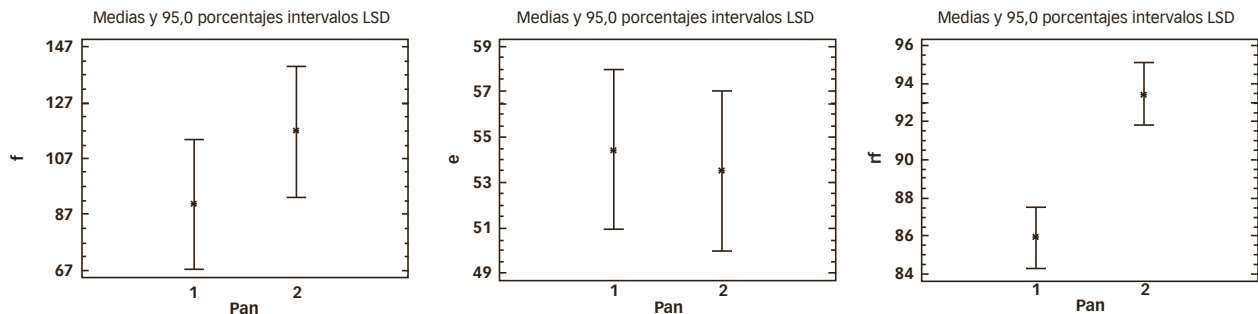


FIGURA 3. Test de Tuckey de firmeza "f", elasticidad "e" y recuperación de la firmeza "rf". 1: pan con monoglicérido; 2: pan sin monoglicérido.

Respecto al análisis de textura, los resultados promedios se resumen en la Tabla 2:

Tabla 2. Efecto de la adición de monoglicérido en las propiedades texturales de un producto panificado a base de fécula de mandioca y leche.

Propiedades	Pan con Monoglicérido	Pan sin Monoglicérido
Elasticidad % (mm/mm)	54,46	53,48
Firmeza (N)	90,75	116,90
Rec. de la firmeza % (N/N)	85,92	93,46

En la Figura 3 se presentan los resultados estadísticos de la firmeza, elasticidad y recuperación de la firmeza.

Estadísticamente se encontró que, únicamente para la recuperación de la firmeza ( $p = 0,01$ ) hay una diferencia

significativa entre el pan con y sin monoglicérido. La recuperación de la firmeza fue inferior para el pan con monoglicérido, por lo que se podría deducir que sólo la masticabilidad se ve levemente mejorada con el agregado del mismo. La elasticidad ( $p = 0,6180$ ) y la firmeza ( $p = 0,1373$ ) no se vieron influenciadas por el aditivo.

Tampoco se observaron diferencias en el aspecto de ambos productos, como se muestra en la Figura 4.

De los resultados se desprende que el uso de monoglicérido no modifica apreciablemente las características físicas de los panes ensayados; el no agregado del mismo, implicaría una reducción del costo y la obtención de un panificado más natural. Esto último redundaría en un beneficio para una población en particular, los celíacos, potenciales consumidores de dicho producto.

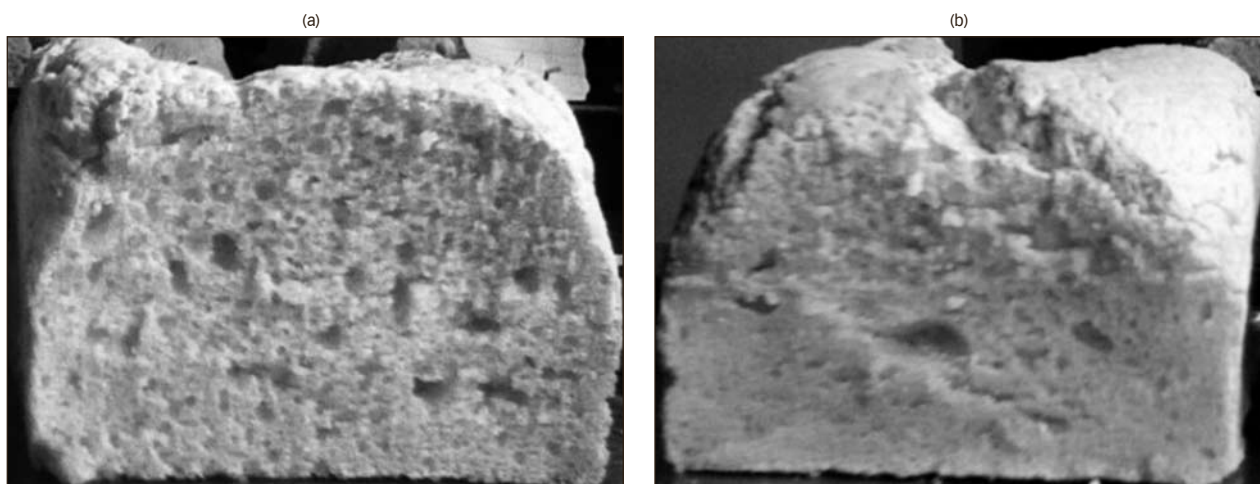


FIGURA 4. Aspecto general a) pan con monoglicérido; b) pan sin monoglicérido.

## CONCLUSIÓN

El agregado de monoglicérido a los productos panificados a base de fécula de mandioca ensayados, no modifica de manera apreciable las características físicas: volumen específico, porcentaje de pérdida de peso y propiedades texturales (firmeza, elasticidad y recuperación de la firmeza), por lo que no se justifica su utilización.

Este trabajo es novedoso debido a que no se encontraron antecedentes en la literatura de la combinación de elevadas cantidades de fécula con otras harinas, en condiciones similares a este trabajo, mostrándose una alternativa interesante para el aprovechamiento de esta materia prima regional.

## AGRADECIMIENTOS

Auxiliar de Investigación: Carlos Héctor Oliveira  
Industrias Puratos S.A. Buenos Aires. Argentina.

PROCyP. Programa de Celulosa y Papel de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNAM. Misiones. Argentina.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Burrell, M. M. *Starch: the need for improved quality or quantity an overview*. Journal of Experimental Botany, vol. 54, N° 382, p. 451–456, 2003.
2. <http://www.botanical-online.com/mandioca.htm> (casava, tapioca, yuca, mandioca) Propiedades de la yuca. Características de la mandioca (=aypi o pan de tierra caliente).
3. Cock, J. H. *Cassava: a basic energy source in the tropics*. Science, vol. 218, N° 4574, p. 755–762, 1982.
4. Tonukari, N. J. *Cassava and the future of starch*. Biotechnology issues for developing countries. Valparaíso, Chile. Vol. 7, N° 1, p. 5–8, 2004.
5. Cacho Acosta, G.; Espinel Díez, J.; Fraga Rivas, E.; Lledó Navarro. *Enfermedad celíaca*. Medicine Serie V. 2, p. 139–147, 1993.
6. De Rosa, S.; Pini, A. S.; Ruiz, J. A.; Guastavino, E. *Enfermedad Celíaca. Epidemiología y clínica*. Acta Gastroenterología Latinoamericana. Vol 21, p. 158, 1991.
7. Cruchet, S. M.; Verbeke, S. P. *Dieta libre de Gluten y disminución del riesgo de asociación de enfermedades autoinmunes en paciente celíaco*. Revista Chilena de Nutrición, Vol. 30, N° 2. Santiago, 2003.
8. Silva Rodríguez, J.; Cátedra Cerón, M.; Domínguez Hierro, T.; Castilla Bonete, A.; Sierra Camerino, I.; Balsera, M.; Sánchez, M. *Estudio de la relación tiempo/grado de respuesta tras la supresión del gluten de cereales en la dieta de celíacos adultos*. Nutrición Hospitalaria. Vol. 19, suppl. 1. Madrid, 2004.
9. Casellas, F.; López Vivancos, J.; Malagelada, J. R. *Epidemiología actual y accesibilidad al seguimiento de la dieta en la enfermedad celíaca del adulto*. Revista especialista enfermedades digestivas, Vol. 98 (6), p. 420–8, 2006.
10. Tafarel, J.; Revertido, S.; Larrivey, M. *Tapas para empanadas aptas para celíacos*. Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Bromatología. Trabajos de cátedra tecnología alimentaria, 2000.
11. Martínez, L.; Vasallo, D. *Pan dulce apto para celíacos*. Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Bromatología. Trabajos de cátedra tecnología alimentaria, 2000.
12. Fernández, V.; Mainarde, G. *Tallarines secos de soja*. Universidad Nacional de Entre Ríos: Facultad de Bromatología. Trabajos de cátedra tecnología alimentaria, 2002.
13. Specher Sierra, M. A. *Desarrollo de un producto de panificación apto para ser consumido por personas con esprue celíaco*. Universidad del Valle de Guatemala. Tesis. p. 12–13, 2005.
14. Wieser, H.; Seilmeier, W.; Belitz, H. D. *Use of RP–HPLC for a better understanding of the structure and functionality of wheat gluten proteins in High Performance Liquid Chromatography of Cereal and Legume Proteins*. American Association of Cereal Chemist. Minesota USA. p. 235–272, 1994.

15. **Badui, S.** Química de los alimentos. 3° ed. Ed. Longman de México S. A. México. 648 p, 1999.

16. **Eskin, M.** Biochemistry of foods. 2° ed. Ed. Academic Press. USA. 349 p. 1990.

17. **Reyes Aguilar M.; de Palomo, P., Bressani, R.** *Desarrollo de un producto de panificación apto para adulto mayor a base de harina de trigo y arroz.* Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Vol. 54, N° 3, p. 27, 2004.

18. **Da Mota Zanella, V.; Mireles Mendoza, C.; Camarena Aguilar, E.; Justo, M.** *Efecto del uso de masas congeladas sobre las características y textura en pan blanco.* Revista Salud Pública y Nutrición. Ed. especial N° 13. p. 49, 2005

19. **Calderón, G.; Jiménez, E.; Farrera, R.** *Efecto de la adición de diferentes niveles de Ingredientes sobre la calidad en pan dulce (bizcocho).* Información Tecnológica. Vol. 6 N°1. p. 57–63, 1995.

Recibido: 03/07/08.

Aprobado: 22/09/08.

• Karina Grissel González<sup>1</sup>

Alumna de 3er. año de la Carrera de Bioquímica. Se desempeña como Investigador Auxiliar desde el año 2003 en diferentes proyectos relacionados con desarrollo tecnológico dentro del tema de alimentos para celíacos. Posee numerosas presentaciones orales y escritas en Congresos y Jornadas.

• Alexis Moisés Rybak<sup>1</sup>

Alumno de 3er. año de la Carrera de Bioquímica. Se desempeña como Investigador Auxiliar desde el año 2004 en diferentes proyectos relacionados con desarrollo tecnológico dentro del tema de alimentos para celíacos. Ha presentado trabajos en Congresos y Jornadas. Es Auxiliar de Segunda en la Cátedra Química Biológica (Bioquímica y Farmacia).

• Carolina Valle Urbina<sup>2</sup>

Ingeniera Química, Becaria del programa del Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), Provincia de Misiones desde el año 2007.

• Laura Beatriz Milde<sup>1</sup>

Bioquímica. Magister en Tecnología de los Alimentos basado en la formulación y análisis físicos de panes con fécula de mandioca. Es Profesor Regular de la Cátedra Química Biológica (Bioquímica y Farmacia) de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales–UNaM.

1– Cátedra de Química Biológica Bioquímica y Farmacia, Departamento Química. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM. Misiones, Argentina. (lauramilde@hotmail.com).

2- Becaria del Comité Ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica (CEDIT), Provincia de Misiones.