

EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Lactobacillus reuteri* CO-ENCAPSULADO.

Krysthel Rodríguez Pérez¹, Ernestina Paz Gamboa², Ma. de los Ángeles Vivar Vera², Adolfo Amador Mendoza¹, Dalis Sofía Sosa Gutierrez¹, Edgar Sánchez Ortega¹.

1. Tecnológico Nacional de México/ I. T. Superior de Juan Rodríguez Clara, Mpio. Juan Rodríguez Clara, Ver. C.P. 95670.

2. Tecnológico Nacional de México/ I. T. Tuxtepec. Av. Dr. Víctor Bravo Ahuja s/n. C.P. 68350. Tuxtepec, Oax. ingmcdockrys@hotmail.com

Palabras clave: Probiótico, Fibra dietaria, polímeros orgánicos.

Introducción. Los probióticos aportan beneficios a la salud en un nivel de viabilidad no menor a 10^6 - 10^7 UFC mL⁻¹ (1), siendo importante su incorporación a nuevos productos alimenticios; sin embargo, existe pérdida de viabilidad en condiciones de procesamiento y almacenamiento (2). Actualmente, la encapsulación múltiple (utilización de biopolímeros e ingredientes funcionales) es la tendencia para mejorar la viabilidad de dichas bacterias.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la termoresistencia de *Lactobacillus reuteri* co-encapsulado.

Metodología. Se utilizó la cepa *L. reuteri* NRRL 14171 (10 Log UFC/mL). Mediante la técnica (3) modificada se obtuvo el extracto de concentrado de fibra dietaria del bagazo de carambola (*Averrhoa carambola* L.) que para fines de este trabajo se expresa como ECFDBC. Los encapsulados se obtuvieron mediante extrusión manual por método de gelificación iónica, utilizando como matriz polimérica alginato de sodio, goma xantana y como recubrimiento quitosano (Sigma Aldrich®) de bajo y medio peso molecular (0.2 y 0.4% de concentración) y un control. Los encapsulados fueron sometidos a temperaturas de 70, 80 y 90 °C durante 10 y 15 min, evaluando su viabilidad (tres repeticiones). Se realizó una comparación de medias agrupadas mediante ANDEVA, utilizando MINITAB® Versión 17 (Minitab Inc., State College, Pennsylvania, USA, 2015).

Resultados. Existió diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las formulaciones, sólo la formulación AlgNa-GX-ECFDBC-QBPM 0.4% presentó mejor estabilidad a 80 °C (Tabla 2) durante 15 d de almacenamiento (7.79 Log UFC/mL), con reducción de un ciclo logarítmico a los 30 d (6.45 Log UFC/mL), asimismo, presentó 7.4 Log UFC/mL a 90 °C hasta los 30 d (Tabla 3), encontrándose en el rango para ser considerado como probiótico. El resto de las formulaciones presentaron una cuenta viable probiótica durante 15 d de almacenamiento a 70 °C por 10 y 15 min de exposición (Tabla 1). Cabe mencionar que *L. reuteri* sin encapsular no presentó resistencia al tratamiento térmico, viéndose favorecida la viabilidad al ser encapsulado. Los resultados mostrados podrían ser atribuidos al posible efecto protector generado por la mezcla de AlgNa-GX ya que, estudios anteriores han demostrado que puede ser una excelente protección

contra ambientes ácidos y temperaturas altas (4) que sumado al uso del quitosano como recubrimiento, mejora la estabilidad química y mecánica de las cápsulas (5).

Tabla 1. Evaluación de la viabilidad de los encapsulados por efecto del tratamiento térmico a 70 °C por 10 y 15 min.

Cápsulas	70 °C por 10 min (Log UFC/mL)			70 °C por 15 min (Log UFC/mL)		
	0 días	15 días	30 días	0 días	15 días	30 días
AlgNa-GX-QBPM 0.2	7.59±0.07 ^a	7.50±0.14 ^a	7.53±0.15 ^{bc}	7.96±0.03 ^{ab}	7.12±0.25 ^c	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM 0.2	7.81±0.03 ^a	7.72±0.12 ^a	7.78±0.81 ^{ab}	7.92±0.03 ^a	7.23±0.28 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM 0.4	7.86±0.04 ^a	7.50±0.19 ^a	6.86±0.45 ^{cd}	8.01±0.01 ^a	7.33±0.57 ^{bc}	6.55±0.82 ^c
AlgNa-GX-QMPM 0.4	7.86±0.04 ^a	7.44±0.16 ^a	6.45±0.33 ^d	7.99±0.01 ^a	7.38±0.19 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.2	7.58±0.05 ^a	7.71±0.04 ^a	7.65±0.25 ^{bc}	8.00±0.01 ^a	7.86±0.15 ^a	6.94±0.07 ^{ab}
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.2	7.53±0.07 ^a	8.26±0.16 ^a	7.88±0.73 ^{ab}	7.97±0.02 ^a	7.44±0.13 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.4	7.57±0.11 ^a	8.29±0.03 ^a	8.30±0.48 ^a	7.99±0.06 ^a	7.92±0.03 ^a	7.21±0.28 ^{bc}
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.4	7.81±0.04 ^a	8.11±0.05 ^a	7.98±0.54 ^a	7.80±0.06 ^a	7.57±0.14 ^{ab}	6.80±0.57 ^{cd}
<i>L. reuteri</i>	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d

*AlgNa: alginato de sodio; GX: goma xantana; QBPM: quitosano de bajo peso molecular; QMPM: quitosano de medio peso molecular; ECFDBC: Extracto de concentrado de fibra dietaria de bagazo de carambola. Los resultados en la tabla son el promedio de tres repeticiones ± la desviación estándar. Letras diferentes comparadas por columna tienen diferencia significativa $p < 0.05$.

Tabla 2. Evaluación de la viabilidad de los encapsulados por efecto del tratamiento térmico a 80 °C por 10 y 15 min.

Cápsulas	80 °C por 10 min (Log UFC/mL)			80 °C por 15 min (Log UFC/mL)		
	0 días	15 días	30 días	0 días	15 días	30 días
AlgNa-GX-QBPM 0.2	7.69±0.00 ^b	7.25±0.07 ^b	6.98±0.65 ^c	0.00±0.00 ^d	7.38±0.20 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM 0.2	7.69±0.06 ^b	6.75±0.50 ^c	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM 0.4	7.43±0.06 ^b	7.16±0.53 ^{cd}	0.00±0.00 ^d	7.75±0.06 ^a	7.37±0.28 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM 0.4	7.57±0.07 ^b	7.49±0.12 ^b	0.00±0.00 ^d	7.62±0.18 ^b	7.09±0.19 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.2	0.00±0.00 ^d	7.47±0.06 ^b	7.76±1.01 ^a	7.61±0.06 ^b	7.61±0.31 ^{ab}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.2	7.41±0.08 ^b	7.34±0.22 ^b	7.65±1.09 ^a	0.00±0.00 ^d	7.27±0.54 ^{cd}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.4	7.83±0.08 ^a	7.99±0.19 ^a	7.61±0.71 ^a	7.53±0.07 ^{bc}	7.92±0.11 ^a	6.45±0.52 ^c
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.4	7.46±0.05 ^b	7.37±0.11 ^b	0.00±0.00 ^d	7.49±0.03 ^b	7.41±0.16 ^{bc}	0.00±0.00 ^d
<i>L. reuteri</i>	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d

Tabla 3. Evaluación de la viabilidad de los encapsulados por efecto del tratamiento térmico a 90 °C por 10 y 15 min.

Cápsulas	90 °C por 10 min (Log UFC/mL)			90 °C por 15 min (Log UFC/mL)		
	0 días	15 días	30 días	0 días	15 días	30 días
AlgNa-GX-QBPM 0.2	7.21±0.10 ^{bc}	6.46±0.18 ^c	0.00±0.00 ^d	7.47±0.00 ^a	6.38±0.08 ^c	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM 0.2	7.63±0.26 ^a	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	7.28±0.18 ^{ab}	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM 0.4	7.50±0.04 ^{ab}	7.60±0.22 ^{ab}	0.00±0.00 ^d	7.56±0.10 ^{ab}	6.71±0.08 ^c	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM 0.4	7.89±0.09 ^a	7.86±0.28 ^a	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.2	7.09±0.43 ^c	7.65±0.16 ^{ab}	0.00±0.00 ^d	7.52±0.06 ^{ab}	7.36±0.09 ^{ab}	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.2	7.76±0.03 ^a	7.48±0.14 ^b	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	6.95±0.20 ^b	0.00±0.00 ^d
AlgNa-GX-QBPM-ECFDBC 0.4	7.13±0.27 ^c	7.70±0.07 ^a	7.20±0.87 ^a	7.34±0.08 ^a	7.42±0.15 ^a	7.42±0.03 ^a
AlgNa-GX-QMPM-ECFDBC 0.4	7.74±0.06 ^a	7.43±0.08 ^b	0.00±0.00 ^d	7.55±0.06 ^a	7.30±0.09 ^a	0.00±0.00 ^d
<i>L. reuteri</i>	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d

Conclusiones. La utilización del multi-compuesto biopolimérico formulado con ECFDBC permitió la termoresistencia de *L. reuteri* por lo que podría ser utilizado para adicionarse en alimentos donde las condiciones de temperatura en el proceso son extremas.

Agradecimientos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo y las facilidades que proporcionaron para la realización de esta investigación.

Bibliografía. 1. Kamalian N., et al. (2014). Carbohydrate Polymers. 111: 700-706. 2. Pantaleón-Velasco M.R., et al (2014). International Journal of Food Science & Technology. Pp. 1-10. 3. Amorós-López, D. (2013). Universidad de Oviedo. Máster Universitario en Biotecnología Alimentaria. 4. Fareez I.M., et al (2015). Int. Journal of Biological Macromolecules 72: 1419-1428. 5. Krasaekoopt W., Bhandari B. & Deeth H. (2004). International Dairy Journal. 14: 737-743.

