



#### RESUMEN

En los últimos años los microorganismos (m.o.) probióticos han cobrado importancia, ya que su consumo tiene efectos en la salud del sistema digestivo. Por esta razón, la industria está buscando procesos para que estos microorganismos no pierdan su viabilidad y cumplan su función, por lo que se ha recurrido a la encapsulación como un método de protección frente a las condiciones ambientales como la humedad o temperatura que puedan disminuir su viabilidad. Los probióticos necesitan de sustancias prebióticas para mantener su viabilidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes concentraciones de dos prebióticos (almidón de arroz e inulina) como material de pared en la viabilidad de un microorganismo probiótico (*Lactobacillus rhamnosus*). Para determinar las condiciones del proceso, se realizó un diseño experimental factorial  $2^3$  para cada uno de los agentes encapsulantes, estimándose como variable de respuesta la eficiencia de la encapsulación, manifestada como el número de microorganismos viables en Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g). Se evaluó la aplicación como agente encapsulante de manera individual, para lo cual se prepararon suspensiones de los prebióticos al 10,15 y 20% (p/p), las cuales fueron inoculadas con  $1 \times 10^9$  UFC/g de *L. rhamnosus*. Cada suspensión fue sometida al proceso de secado por aspersión empleando una velocidad de flujo de 14 g/min y temperaturas de entrada de 135 y 155 °C, evaluando una suspensión al 15% y 145°C como punto central. A los polvos obtenidos se les determinó el porcentaje de humedad, actividad de agua ( $a_w$ ), densidad de bulto, tamaño de partícula, fermentabilidad, morfología y la distribución de los lactobacilos en los agentes encapsulantes. También, se evaluó la viabilidad a dos temperaturas de almacenamiento durante 4 semanas (32 días): ambiente (25°C) y refrigeración (4°C), observándose que la menor reducción de ciclos logarítmicos se obtuvo en las condiciones de: almidón al 20%, temperatura de entrada de 135°C y temperatura de salida de 65°C, mismas que al término del almacenamiento no presentaron diferencias significativas en comparación con otras concentraciones de almidón, pero si con los encapsulados de inulina. Los resultados muestran que la formación de microcápsulas de aglomerados porosos con el almidón de arroz protegieron de manera efectiva a los microorganismos indistintamente de la temperatura a la que fueron almacenados, y las UFC/g obtenidas al final de esta prueba están dentro de los parámetros establecidos para que sea considerado como un producto funcional ( $5.83 \times 10^8$  UFC/g). Los polvos con inulina presentaron



reducciones logarítmicas mayores a la temperatura de 25°C, por lo que la temperatura de refrigeración fue más adecuada para este agente al tener una menor reducción. Los valores de humedad y la  $a_w$  obtenidos para los polvos durante éste proceso fueron bajos y considerados apropiados. Se observó también un tamaño de partícula homogéneo para ambos agentes (5–6  $\mu\text{m}$ ) durante el proceso de encapsulación. A los polvos que presentaron mejor viabilidad durante el proceso de estabilidad se les determinó la capacidad fermentativa (prebiótica), observándose que ambos encapsulantes fueron utilizados por el microorganismo (en diferente proporción) reflejándose como un aumento en la producción de ácido láctico (disminución del pH) y el crecimiento del m.o. en el medio MRS modificado.

#### ABSTRACT

In recent years, probiotics have become increasingly important. Final their consumption has effects on the human digestive system. For this reason, the industry is looking for processes which preserve the viability of these types of microorganisms (m.o.) to fulfill their function, such as the techniques of encapsulation that protect them against environmental conditions that may reduce their viability. Probiotics need prebiotic substances (such as inulin and resistant starch) to maintain their viability. The aim of this study was to evaluate the effect of native rice starch and inulin as wall material in the encapsulation of probiotics. To determine the conditions of process, an experiment was carried out for each of the encapsulating agents, estimated as the variables of response: the encapsulation efficiency, expressed as the number of viable microorganisms in colony forming units (CFU/g). To evaluate the individual application of the encapsulating agent bacterial suspensions of *Lactobacillus rhamnosus* were proposed at  $10^9$  CFU/g at 10,15 and 20 % concentration (w/w). Each suspension was dried sprayed, using a flow rate of 14 g/min and inlet temperatures of 135 and 155°C, considering a suspension of 15% and 145°C as a central point. The obtained powders were analyzed for moisture content, water activity ( $a_w$ ), bulk density, particle size, fermentability, morphology and distribution of lactobacillus in the encapsulating agents. Also, the viability of storage at two temperatures for 4 weeks (32 days), was assessed: at room temperature (25°C) and refrigeration temperature (4°C), observing



that the smaller reduction in log units was obtained in the following conditions: starch 20%, inlet temperature of 135°C, and outlet temperature 65°C, and when the storage time effect was tested, the viability of the m.o. did not change at the different starch concentrations, but difference was found with the m.o. encapsulated with inulin. The results show that the formation of microcapsules porous of rice starch effectively protected the microorganisms regardless of the temperature at which they were stored, and the CFU/g obtained at the end of this test are within the parameters established to be considered a functional product ( $5.83 \times 10^8$  CFU/g). Powders with inulin had log reductions greater of 25°C, the refrigeration temperature was more appropriated to have a smaller reduction. Humidity and water activity ( $a_w$ ) values obtained for the powders were low and they are considered appropriate. There was also a homogeneous particle size for both agents (5-6  $\mu\text{m}$ ) during the encapsulation process. The powder with higher viability during the stability test were used to determine the fermentative capacity (prebiotic test), showing that both wall material were used by the m.o. in different level due to the acid lactic production (decrease of pH) in the MRS medium.