



RESUMEN

El uso de polímeros sintéticos para la protección, envasado y conservación de productos ha crecido enormemente en los últimos años, sin embargo, este incremento ha creado serios problemas en el ambiente como consecuencia de la resistencia que presentan estos materiales para ser degradados e integrados por los microorganismos presentes en la naturaleza. Es por eso que cada vez es más importante utilizar materias primas alternativas, que sustituyan en forma parcial o total estos materiales y que reduzcan el nivel de daño producido al medio ambiente. En el presente trabajo se elaboraron y caracterizaron soluciones formadoras de películas de almidón y harina de cebada en base a sus propiedades fisicoquímicas, reológicas y de digestibilidad. Se estudió el efecto del perlado, la concentración de almidón y harina de cebada y la concentración de glicerol, en la viscosidad y la tensión superficial de las soluciones mediante el análisis de superficie de respuesta aplicando un diseño central compuesto. Se midió la viscosidad en un reómetro AR-1000-TA Instruments en un barrido de velocidad de deformación de 0.1 a 300 s⁻¹. La tensión superficial se midió aplicando el método de Wilhelmy. Para la selección de la formulación de las soluciones se aplicó un diseño central compuesto, considerando un arreglo factorial 2² (las variables fueron la concentración de almidón y la concentración de glicerol, y los niveles fueron de 2 a 4% y 20 a 40%, respectivamente) con 3 repeticiones en el punto central, 4 puntos axiales o estrella, 4 puntos intermedios, obteniendo un total de 11 experimentos. El proceso de perlado afectó el contenido químico proximal de las muestras de harinas, ya que durante este proceso se remueven la cascarilla y partes del grano que contienen fracciones de algunos componentes. Tanto la viscosidad como la tensión superficial de las soluciones no se vieron afectadas por el proceso de perlado, pero sí se estableció que el almidón y la harina son las que determinan ambas propiedades y el glicerol no tuvo ningún efecto. Por otra parte las propiedades térmicas se vieron claramente afectadas por los componentes no amiláceos presentes en las harinas, este comportamiento se atribuye a que tanto los lípidos como las proteínas actúan como una barrera física que inhibe el proceso de gelatinización del almidón. Para evaluar su posible aplicación en la conservación de alimentos, se elaboraron películas que se caracterizaron por sus propiedades de digestibilidad, mecánicas y de barrera. Con base en lo reportado por algunos autores y considerando que una viscosidad cercana a los 0.7 Pa.s es la óptima para evitar la sedimentación de



las partículas sólidas dispersas en soluciones formadoras de películas, se eligió una velocidad de deformación promedio de 1 s^{-1} y se determinó la formulación para elaborar las películas; esta fue de 3 g de almidón y 30% de glicerol con respecto a la cantidad de almidón presente en la muestra. De acuerdo con los resultados obtenidos, el perlado afectó directamente las propiedades mecánicas y de barrera. En cuanto al análisis de digestibilidad los resultados sugieren que la organización de la estructura polimérica en la mezcla tanto de soluciones como de películas afectó la actividad enzimática y por lo tanto la tasa de digestibilidad.

ABSTRACT

The use of synthetic polymers to protection, packaging and preservation of products has grown enormously in recent years, however, this increase has created serious environmental problems due to the resistance of these materials to be degraded and integrated by microorganisms present in the nature. Because of this, it is very important to use alternative raw materials, to replace these materials partially or totally to reduce the level of damage produced to the environment. In the present work, starch and flour from barley were used to prepare film-forming solutions; these solutions were characterized in their physicochemical, rheological and digestibility properties. The effect of grain pearled and the concentration of starch, flour and glycerol were studied on the viscosity and surface tension of film-forming solutions; it was applied a response surface methodology and a central composite design. Viscosity was measured in a rheometer AR-1000-TA Instruments at a shear rate sweep from 0.1 to 300 s^{-1} . The surface tension was measured using the Wilhelmy method. For the formulation of the film-forming solutions a central composite design was applied, considering a factorial arrangement 2^2 (the variables were the starch and glycerol concentrations, and the levels were 2 to 4% (w/w) and 20 to 40% (w/w), respectively) with 3 replicates at the central point, 4 axial points or star, 4 intermediate points, obtaining a total of 11 experiments. The chemical composition of the flour was affected by the process of pearled, during this process the husk and some portions of the grain with different fractions of others components were removed. It was established that the starch and flour were determinants in the viscosity and surface tension of film-forming solutions, and these properties



were not affected by the process of pearled neither the glycerol concentration. On the other hand, thermal properties were clearly affected by non-starch components present in the flour; this behavior is attributed to both lipids and proteins, which act as physical barriers that inhibit the process of starch gelatinization. To evaluate its possible application in food preservation, films were produced and characterized by their digestibility, mechanical and barrier properties. Based on some authors and considering that a viscosity close to 0.7 Pa.s is optimal to prevent sedimentation of solid particles dispersed in film-forming solutions, we chose an average strain rate of 1 s⁻¹ and determined the formulation to develop films; this was 3 g of starch and 30% of glycerol with respect to the amount of starch present in the sample. According to the results obtained, pearled process affected directly the mechanical and barrier properties. In digestibility results, the organization of the polymeric structure in the mixture in the film-forming solutions and in the biodegradable films affected enzymatic activity and therefore the rate of digestibility.