

## RESUMEN

La Tecnología de Extrusión-Cocción ha sido difundida como una de las tecnologías apropiadas para elaborar alimentos de Interés Social.

El uso de sémolas de maíz en la elaboración de productos expandidos está ampliamente difundido, sin embargo, existe interés de incorporar leguminosas para mejorar las propiedades nutricionales y además agregar algunas utilidades que el consumidor moderno valora, tales son los casos de la variedad y la novedad.

La presente tesis tuvo como objetivo general:

- ✓ Aumentar la variedad de productos aptos para alimentación institucional.

Los objetivos particulares fueron:

- ✓ Analizar los efectos de las variables de extrusión sobre las características fisicoquímicas y texturales del producto expandido y sobre la viscosidad de las suspensiones de las harinas.
- ✓ Mejorar la calidad nutricional de productos tipo “snack” y de harinas precocidas utilizando una mezcla de maíz-leguminosa
- ✓ Evaluar el aporte potencial de minerales estimando la biodisponibilidad de los mismos.

Se utilizó un extrusor Brabender 20 DN, RC: 4:1, boquilla 3x20mm, 150 rpm, para obtener muestras extrudidas de una mezcla de sémolas de maíz/*vigna unguiculata*. Se utilizó la metodología de superficie de respuesta para analizar el efecto de de la temperatura (150°C, 165°C y 180°C) y de la humedad (15%, 17% y 19%) sobre las características del producto extrudido. Las respuestas seleccionadas fueron: consumo específico de energía mecánica CEEM ( $J g^{-1}$ ), expansión, densidad ( $g cm^{-3}$ ), textura (resistencia mecánica y dureza sensorial), solubilidad en agua (%) y viscosidad de las dispersiones de las harinas a 60 °C y a  $100 s^{-1}$  de gradiente de velocidad (Pa s). El CEEM se calculó con los datos de caudal másico y torque, la

expansión y la densidad se obtuvieron tomando 10 trozos extrudidos de 5 cm de longitud y determinado el peso y el diámetro de cada uno.

La textura de los expandidos se evaluó, objetivamente determinando la resistencia a la rotura mediante un ensayo de compresión, utilizando una máquina Instron y sensorialmente utilizando una escala de dureza de 1-9 con un panel entrenado.

Con los extrudidos molidos (granulometría <math><0.420 \mu\text{m}</math>) se evaluó la solubilidad en agua y se prepararon dispersiones de harinas al 10, 13 y 15% (P/P) y se realizaron reogramas a 60°C, con un intervalo de gradiente de velocidad de 0-234 s<sup>-1</sup>, con un viscosímetro HAAKE RV3. A manera de comparación se realizaron los reogramas correspondientes a muestras extrudidas de maíz y a una fórmula comercial de sopa crema de arvejas.

El puntaje obtenido con el panel para los expandidos, se relacionó directamente con la resistencia a la compresión y con la densidad, mientras que con la expansión la relación fue menos clara. Los valores de dureza más altos correspondieron a la muestra obtenida a 150°C y 19%, mientras que a 180°C y 15%, los más bajos, además la muestra obtenida a 180°C y 15% presentó un claro sabor a tostado.

Las dispersiones correspondientes a las muestras extrudidas presentaron viscosidades significativamente inferiores a las de la muestra comercial. Los mayores valores de viscosidad correspondieron a la muestra extrudida a 150°C-19%, mientras que los menores a la de 180°C-15%.

Se concluye que las condiciones mas adecuadas para elaborar expandidos a base de la mezcla (85/15) de maíz Colorado-*Vigna unguiculata* resultaron ser aquellas correspondientes a 15% para 150 °C y 165 °C. Con sólo el 15% de reemplazo de maíz por leguminosa, se mejora significativamente la calidad proteica. Además la extrusión-cocción de la mezcla maíz- leguminosa, permitió obtener harinas precocidas con

distintos grados de cocción, con la posibilidad de aumentar la densidad energética de una formulación de sopa crema, en comparación con una fórmula comercial.

## SUMMARY

Extrusion-cooking technology is considered as an appropriate one to produce food for institutional feeding.

Maize grits is the most important raw material for the manufacture of expanded products; there is a big interest of incorporating legumes to improve nutritional value and also to add some non alimentary utilities recognized by modern consumer, such as variety and novelty.

The main objective of this Thesis was to Increase the variety of products to be used in institutional feeding, using a grits mixture of maize/*Vigna unguiculata* (85/15) and the specific objectives were:

- ✓ To analyze the effects of extrusion variables on physicochemical and textural characteristics of expanded product and on viscosity of extruded flour dispersion.
- ✓ To improve nutritional quality of “snack” type products and of precooked flours obtained from a maize-legume mixture.
- ✓ Evaluate the potential apport of minerals, estimating their bioavailability.

A Brabender 20 DN extruder, with 4:1 screw compression ratio, a 3 mmm die and 150 rpm, was used to obtain expanded samples from a maize/*Vigna unguiculata* (85/15) grits mixture. Surface response methodology was used to analyze the effects of grits moisture content and extrusion temperature on product characteristics. Factors levels were: 15%-17%-19 % and 150 °C-165 °C-180 °C. The following characteristics were selected as responses: specific mechanical energy consumption (SMEC in Joule/g); expansion; density (g/cm<sup>3</sup>), texture (mechanical resistance and hardness), water solubility and flour dispersion viscosity. SMEC was calculated using data of mass output and torque. Expansion and specific volume were obtained by taking 10 pieces of 5 mm long and measuring their diameter and weight of each piece. Texture was evaluated, objectively by measuring the mechanical resistance by a compression test

using an Instron machine and subjectively by a nine point score scale for hardness, using a trained panel.

With the milled extruded samples (particle size lower than 0.420mm), water solubility was determined and flour dispersion containing 10, 13 and 15% solids were prepared. Rheograms, at 60 °C, in a range of velocity gradient of 0-234 s<sup>-1</sup>, were obtained, using a Haake Rotovisco RV3 viscosimeter. As a way of comparison, samples of extruded maize grits and a commercial formula for pea cream soup were also used.

The score given by the panel was directly related with mechanical resistance and density, while for expansion, the relation was not so clear. The highest hardness values corresponded to the sample obtained at 150°C and 19% and the lowest one to that obtained at 180°C and 15%, besides this sample had a distinguished toasted flavour.

Flour dispersion corresponding to extruded samples had viscosity values significantly lower than those of pea commercial sample. The highest viscosity corresponded to sample obtained at 150°C and 19%, while the lowest one to that obtained at 180°C and 15%.

It is concluded that the most adequate extrusion conditions to obtain expanded samples from red maize/ *Vigna unguiculata* mixture (85/15), were those at 15% for 150°C and 165 °C. With only 15% of maize replacement by legume, a significant improvement of protein quality is obtained. Besides extrusion cooking of maize/*Vigna unguiculata* mixture allow to obtain precooked flour with different degree of cooking, with the possibility of increasing the caloric density of a cream soup formula, in comparison to a pea commercial one.