



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

QUITO – ECUADOR

**ESTUDIO DEL EFECTO DE LA EXPANSIÓN POR AIRE
CALIENTE EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,
NUTRICIONALES Y SENSORIALES DE LA SEMILLA DE
AMARANTO (*Amaranthus caudatus*)**

Por:

NELLY VIOLETA LARA VALDEZ

Ingeniera en Alimentos

**TESIS DE POSGRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DE LA
MAESTRÍA (MASTER OF SCIENCE – M.Sc.) EN CIENCIA DE ALIMENTOS**

1999

INIAP - Estación Experimental Santa Catalina

RESUMEN

El amaranto al igual que otros cultivos nativos fue una importante fuente de nutrientes de las civilizaciones aborígenes en América. Pertenece al género *Amaranthus* y ha sido catalogado como un pseudocereal. El grano de amaranto ha despertado gran interés debido a la capacidad natural de reventado por calor, las propiedades del almidón y la calidad nutritiva superior a los cereales.

En este trabajo se planteó la factibilidad de reventar el grano de amaranto por aire caliente en un artefacto de uso doméstico (canguilera). Se estudió el proceso de reventado, optimizando las variables de proceso para obtener una mayor capacidad de reventado y conocer las propiedades funcionales, nutricionales y sensoriales del producto expandido. Se estudió el efecto del procesamiento sobre las características del almidón, la composición química y calidad nutritiva del grano de amaranto.

Las condiciones más favorables a la capacidad de reventado por aire caliente fueron: 240°C de temperatura, 22 g de carga, 1.3 m³/seg de flujo de aire y 12% de humedad del grano. El rendimiento en peso de grano reventado varió del 81 al 83%, el volumen de expansión fue de 5.0 a 5.1 volumen de grano reventado por volumen de grano crudo y la densidad del producto expandido fue de 0.173 a 0.178 g/cm³. Los resultados de las propiedades funcionales, analizadas en los tratamientos más relevantes en cuanto a capacidad de reventado, demostraron la completa gelatinización del almidón por efecto del proceso térmico. El contenido de almidón resistente varió alrededor de 0.5% en los tratamientos evaluados. La digestibilidad *in vitro* del almidón fue similar en los tratamientos analizados. La digestibilidad *in vitro* de la proteína fue mayor en el grano tratado con 1.3 m³/seg de flujo de aire y 14% de humedad del grano. Los valores altos de lisina disponible casi similares a los de lisina total se obtuvieron en el grano tratado a 1.4 m³/seg con 18 a 22 g de carga y 12 a 14% de humedad del grano.

La evaluación de las características del almidón antes y después del reventado permitieron establecer diferencias estructurales, funcionales y de biodisponibilidad de nutrientes. La microscopía electrónica de barrido (SEM) mostró que por efecto del reventado, la matriz de almidón cambió de una apariencia granular compacta a una

aparición de membranas infladas semidestruidas. Las diferencias entre grano crudo y grano reventado de las siguientes características: poder de hinchamiento, capacidad de absorción de agua, características de pasta derivadas de la viscosidad Brabender y transición endotérmica, demostraron la gelatinización del almidón por efecto del proceso térmico. La retrogradación no se evidenció por calorimetría diferencial de barrido (DSC), confirmado lo referente a la alta estabilidad y el bajo índice de gelificación de la pasta, lo cual se evidenció en los perfiles de viscosidad Brabender. La distribución de las fracciones de polisacáridos antes y después del reventado, determinada por cromatografía de filtración en gel, mostró que la degradación del almidón fue de aproximadamente 19% por efecto del reventado. El contenido de amilosa del grano crudo fue inferior al 1%. El proceso de reventado no influyó significativamente en los contenidos de almidón total, digerible y resistente. La susceptibilidad del almidón a la degradación enzimática se incrementó por efecto del proceso de reventado.

La evaluación de los macro y micro constituyentes demostró que el grano crudo y el grano reventado son fuentes importantes de proteína, grasa, lisina, minerales y fibra dietética. El contenido de azúcares totales y reductores fue bajo y se incrementó en 48 y 86%, respectivamente por efecto del reventado. En el grano crudo y en el grano reventado se determinó que leucina fue el aminoácido limitante. El contenido de tiamina en el grano reventado fue de 0.73 mg/100 g. El contenido del inhibidor de tripsina y el contenido de taninos decrecieron por efecto del proceso de reventado. El nivel de fitatos se mantuvo inalterable en las muestras antes y después del reventado. La digestibilidad *in vitro* de la proteína y la biodisponibilidad de la lisina fueron significativamente más altas en el grano reventado.

Los resultados de este trabajo van a fortalecer la promoción de la producción y consumo de la variedad de amaranto INIAP-Alegría. El reventado por aire caliente puede ser una buena alternativa de procesamiento del grano de amaranto, además, se incrementa la biodisponibilidad de nutrientes y la disminución de la mayoría de constituyentes químicos no es significativa. Por lo cual se puede considerar al grano reventado como un material promisorio para el desarrollo de productos alimenticios.

ABSTRACT

Amaranth as other native crops was an important source of nutrients for the ancient civilizations of America. This grain, which belongs to genus *Amaranthus*, has many interested properties, as follows: a great popping capacity, starch properties, and higher nutritive quality compared to the cereals.

The parameters of the hot air popping process were optimised to obtain a high popping capacity of the grain and to know the nutritional, functional and sensory properties. The effect of the processing on the starch properties, chemical composition and nutritional quality of the grain was also studied.

The conditions to obtain the highest popping capacity were: 240°C, load 22 g, air flow of 1.3 m³/s, and grain moisture of 12%. The yield of popped grain (w/w) varied between 81 to 83%, the expansion volume (volume of popped grain/volume of crude grain) varied between 5.0 to 5.1, and the density of the product was between 0.173 to 0.178 g/cm³.

The starch subjected to the popping conditions was completely gelatinised, showing a resistant starch content of approximately 0.5%. The *in vitro* starch digestibility did not varied among the different popping treatments. The highest *in vitro* protein digestibility was obtained in the treated grain at of 1.3 m³/s, airflow and 14%, grain moisture. The available lysine content was close to the total lysine content in the treated grain at 1.4m³/s, airflow with 18 to 22 g, load and 12 to 14%, grain moisture.

The starch subjected to the popping process showed different functional, structural, and nutritional properties compared the native one. Studies of scanning electron microscopy (SEM) showed that the structure of the starch changed from a granular compact structure to other composed of semi-destroyed membranes. The functional properties of the starch subjected to popping process together with the viscoamylograph viscosity, gel permeation chromatography, and availability studies showed its complete gelatinization. The amylose content of the native starch was below at 1%. The retrogradation process was not detected by using differential scanning calorimetry (DSC), which shows the

high stability and low gelification properties of the starch. The popping process did not change the total, available and resistant starch.

The amaranth grain showed to be a good source of protein, fat, lysine, minerals and dietetic fibre. The popping process increased the content of total and reducing sugars in levels of 48 and 86%, respectively. Leucine was the limiting amino acid in raw and popped amaranth grain. The thiamine content in the popped grain was 0.73 mg/100 g. The activity of the trypsin inhibitor and the content of tannins decreased by the popping process. The phytate level did not changed by the popping process. The *in vitro* protein digestibility and the lysine availability were significantly higher on the popped grain compared to the crude grain.

This work has as goals to enhance the production and consumption of the Ecuadorian amaranth, INIAP-Alegría variety by using a household popcorn popper. Popped by hot air may be good alternative on processing of the amaranth grain. This process increases the nutrient availability and it is not significantly the decreasing on the majority of the constituents. Popped amaranth grain may be considered as promissory raw material for development amaranth-based products