

## RESUMEN

El trabajo de investigación “Obtención de suplemento de calcio a partir de cáscara de huevo”, fue elaborado en el Laboratorio de Secado de la Carrera de Ingeniería de Alimentos de la UAJMS; utilizando cascarones de huevo (variedad de consumo), adquirido de panaderías de la ciudad de Tarija. Se realizaron los análisis de contenido de humedad y microbiológicos de los cascarones de huevo, que contiene 10,9% de humedad,  $4,6 \times 10^4$  NMP/g de coliformes totales y ausencia de salmonellas. Los cascarones de huevo son tratados térmicamente, siendo sumergidos en agua a temperatura de ebullición ( $93^\circ\text{C}$ ), durante 5min.

El secado, se realizó en un secador de bandejas; bajo las condiciones constantes de  $70^\circ\text{C}$  de temperatura y 2,89 m/s de velocidad de aire, siendo cuatro las muestras a secar; en proporciones de 40g de cascarones, cada una. Los resultados de la variación del contenido de humedad en base seca en función al tiempo de secado; muestra que a los 60 minutos, la muestra 2 finaliza la pérdida del contenido de humedad  $X=0,0002795$  kg agua/kg sólido seco, mientras que las demás muestras secaron en mayor tiempo.

En la etapa de molienda, se determinó que de 1000g de cascarones secos que ingresan al molino, se obtiene 961,3g de harina de cascarones; es decir que el proceso de molienda tiene un rendimiento del 96,13%. También, se determinó el rendimiento en la etapa de tamizado de la harina para un tamiz malla #80 del 82,76%. En el caso de la harina de cascarones de huevo, se realizó el análisis fisicoquímico que contiene 0,46% de humedad y 36,88% de calcio elemental.

Para realizar las formulaciones del proceso de obtención de suplemento de calcio (citrato de calcio), se tomó en cuenta las variables de (10 y 20) g de harina (M); (1 y 3) % concentración de solución ácida (C) y ( $70$  y  $21$ ) $^\circ\text{C}$  temperatura de la solución ácida (T). Procediendo a tomar ocho muestras en vasos de precipitado de 250 ml para llevar a cabo la reacción química de obtención del citrato de calcio; es decir que al mezclarse carbonato de calcio con ácido cítrico se produce una neutralización ácido-base que

resulta en citrato de calcio y ácido carbónico. Para la mezcla; calcio carbonato de calcio puro con ácido cítrico en solución, el rendimiento es del 78,77% de citrato de calcio y para la harina de cascarones con la solución ácida es 73,73 % de citrato de calcio.

Se utilizó un diseño factorial  $2^3$ ; donde se establece que  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $120,792 > 5,32$ ), para el factor M (Harina de cáscara de huevo), siendo altamente significativo; para el factor C (concentración de la solución ácida) ( $5,773 > 5,32$ ), es significativo y por el contrario para el factor T (temperatura de la solución) ( $F_{cal} < F_{tab}$ ) siendo no significativo para  $p < 0,05$ ; en función a las variables respuestas del tiempo de reacción (minutos).

La etapa de secado del suplemento de calcio (citrato de cálcico), se realizó en el secador de bandejas a condiciones de 70°C de temperatura y 2,89 m/s de velocidad de aire; donde las muestras a ser deshidratadas fueron ocho, dispuestas en vasos de precipitado de 250ml de capacidad. Tomando en cuenta los resultados de la variación del contenido de humedad en base seca en función al tiempo de secado, se observó que la muestra 6 a 100min presenta  $X = (0,0051387 \text{ kg agua/kg sólido seco})$  de contenido final de humedad en base seca; es decir secó en menor tiempo que el resto de las muestras.

Se realizó la evaluación sensorial del producto, donde fueron evaluadas ocho muestras en los atributos; aroma, sabor, textura y presentación; resultando la más aceptada por los jueces, la muestra AM6 con la siguiente formulación: 20g de harina de cascarones, solución ácida al 1% y a 70°C. Durante las mezclas de las formulaciones se realizó la reacción química de formación del citrato de calcio que corresponde a la Neutralización ácido-base del carbonato de calcio (componente principal de la cáscara de huevo) con el ácido cítrico de la solución ácida.

Se determinaron las propiedades fisicoquímicas del producto final (suplemento de calcio a partir de cáscara de huevo), que contiene 0,17% de humedad, 35,6% de calcio elemental, 1,18% de materia grasa, y porcentajes de acidez y fibra no detectados. En cuanto al análisis microbiológico realizado al producto, presentó 0 NMP/g de coliformes totales y ausencia de salmonellas.