

## Resumen

El presente trabajo de investigación se lleva a cabo en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) perteneciente a la Carrera de Ingeniería de Alimentos dependiente de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS). Para la elaboración del producto se utiliza como materias primas la harina de trigo, harina de cañahua y harina de maca, los insumos utilizados son la mantequilla sin sal, azúcar impalpable, polvo de cacao sin azúcar, huevo y esencia de vainilla adquiridos en el mercado campesino de la provincia Cercado del departamento de Tarija.

Según el análisis fisicoquímico extraído de la etiqueta de harina de trigo muestra que contiene: valor energético 169 Kcal, carbohidratos 36 g, proteínas 4,5 g, grasas totales 0,8 g, grasas saturadas no contiene, grasas trans no contiene, fibra alimentaria 1,5 g, sodio no contiene, hierro 1,5 mg, niacina 0,65 mg, tiamina 0,32 mg, ácido fólico 110 µg, Riboflavina 0,07 mg. El análisis microbiológico de la harina de trigo presenta: Coliformes totales  $2,0 \times 10^1$  UFC/g, Mohos y Levaduras  $3,9 \times 10^2$  UFC/g. Según el análisis fisicoquímico extraído de la etiqueta de harina de cañahua muestra que contiene: energía 395 Kcal, proteínas 15,2 g, grasas 7,69 g, carbohidratos 67,78 g, hierro 25,3 mg, calcio 195 mg. El análisis microbiológico de la harina de cañahua presenta: Coliformes totales  $3,0 \times 10^1$  UFC/g, Mohos y Levaduras  $1,6 \times 10^2$  UFC/g. Según el análisis extraído de la etiqueta de harina de maca muestra que contiene: proteínas 11,76 %, carbohidratos 68,15 %, fibras 5,19 %, grasas 0,99 %, acidez 0,93 %, humedad 9,88 %, potasio 1650 mg, calcio 362,2 mg, fosforo 359,9 mg, hierro 11,0 mg. El análisis microbiológico de la harina de maca presenta: Coliformes totales  $3,0 \times 10^1$  UFC/g, Mohos y Levaduras  $2,1 \times 10^2$  UFC/g.

Las pruebas preliminares de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca parte 2, según el análisis estadístico de varianza para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , en la evaluación sensorial se observa que los jueces eligen la muestra (N04) por presentar un olor agradable, mejor sabor, textura crocante y una buena apariencia.

El diseño experimental  $2^3$  aplicado en la etapa de dosificación en la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca, establece los factores y niveles de variación: (A) harina de cañahua (13,48 – 16,01) %, (B) harina de maca (0,84 – 3,37) % y (C) polvo de cacao sin azúcar (0,84 – 3,37) % son los adecuados que permiten una dosificación ideal con buen sabor y textura del producto. Sus variables respuesta (contenido de humedad, pH y contenido de acidez (ácido láctico)); para el contenido de humedad los

factores, interacciones y de acuerdo a sus Fcal se menciona de forma decreciente: C (polvo de cacao sin azúcar), A (harina de cañahua), B (harina de maca), ABC (harina de cañahua-harina de maca-polvo de cacao sin azúcar) y AC (harina de cañahua-polvo de cacao sin azúcar), son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; para el pH el factor, interacción y de acuerdo a sus Fcal se menciona de forma decreciente: C (polvo de cacao sin azúcar) y ABC (harina de cañahua-harina de maca-polvo de cacao sin azúcar), son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ ; para el contenido de acidez (ácido láctico) las interacciones, factor y de acuerdo a sus Fcal se menciona de forma decreciente: AB (harina de cañahua-harina de maca), BC (harina de maca-polvo de cacao sin azúcar), ABC (harina de cañahua-harina de maca-polvo de cacao sin azúcar) y A (harina de cañahua), son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . La incidencia de los factores e interacciones en el proceso; para el contenido de humedad el factor C (polvo de cacao sin azúcar); contenido de pH el factor C (polvo de cacao sin azúcar) y la interacción ABC (harina de cañahua-harina de maca-polvo de cacao sin azúcar); sobrepasan la línea de referencia en el diagrama de Pareto y por lo tanto son estadísticamente significativos, para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ , mientras para el contenido de acidez (ácido láctico) ningún factor e interacción sobrepasan la línea de referencia en el diagrama de Pareto por lo tanto no son estadísticamente significativos, para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

También se realiza un diseño experimental  $2^2$  en la etapa de horneado con el fin de mejorar la textura de las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca se considera los factores y niveles de variación: (A) tiempo (35 – 45) min y (B) temperatura (135 – 145) °C, el control del proceso se realiza tomando en cuenta la variable respuesta el contenido de humedad, mediante el uso del software de statgraphics donde el análisis estadístico indica que la interacción, factores y de acuerdo a sus Fcal se menciona de forma decreciente: interacción AB (tiempo-temperatura), A (tiempo) y B (temperatura) son significativos para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . La incidencia de los factores e interacciones en el proceso; para el contenido de humedad la interacción AB (tiempo-temperatura) y los factores A (tiempo), B (temperatura); sobrepasan la línea de referencia en el diagrama de Pareto y por lo tanto son estadísticamente significativos, para un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ .

El control de contenido de humedad, pH y acidez (ácido láctico) en el producto final durante el almacenamiento durante 22 días indica que en función del tiempo la muestra con

conservante (L01C) presenta mejor estabilidad y menor variación: el contenido de humedad indica una variación de (1,12 – 0,86) %, el pH presenta una variación de (6,46 – 5,85) y por último el contenido de acidez (ácido láctico) en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca tiene un margen de variación de (0,02 – 0,01) %.

El análisis fisicoquímico realizado en el producto final presenta: ceniza 1,02 %, fibra 1,28 %, materia grasa 31,00 %, hidratos de carbono 57,75 %, humedad 1,74 %, proteína total (Nx6,25) 7,48 %, valor energético 516,88 Kcal/100 g, hierro 3,6 mg/100g y calcio 80,3 mg/100g. El análisis microbiológico realizado en las galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca presenta: Coliformes totales  $<1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g, Mohos y Levaduras  $<1,0 \times 10^1$  (\*) UFC/g. (\*) = no se observa desarrollo de colonias.

El balance de materia indica que a partir de 1085,16 g de masa de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca se obtiene 931,79 g de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca que comprende 65 unidades de galletas con un peso aproximado de 14,32 g x unidad. El rendimiento del proceso es del 85,33 % para la elaboración de galletas dulces enriquecidas con harina de cañahua y maca. La cantidad de energía eléctrica que se utiliza en las etapas de pre mezclado 1, pre mezclado 2 y mezclado final es de 44,71 Kcal y la cantidad de calor total requerido para el proceso de horneado es de 124,51 Kcal.