

*Artículo de Revisión*

# Desarrollo de pan fortificado con semillas de chía molida destinado al desayuno escolar en la industria panificadora INPASA en Cochabamba

## *Development of bread fortified with ground chia seeds intended for school breakfast in the baking industry INPASA in Cochabamba*

1. Sisa Alexandra Ortuño Medrano

**RESUMEN**

El presente proyecto tiene como objetivo la aplicación de semillas de chía molidas en pan, orientado al desayuno escolar, e identificar la concentración adecuada en cuanto a cualidades nutritivas y características organolépticas apropiadas. Para esto, se elaboró panes con diferentes concentraciones, los cuales se sometieron a un análisis sensorial siendo los jueces niños y niñas en etapa escolar. Los resultados fueron base para realizar el análisis del efecto de las variables a través del diseño experimental; de esta manera se llegó a una concentración aceptada, la cual se sometió al análisis de perfil de ácidos grasos y parámetros fisicoquímicos en el Centro de Alimentos y Productos Naturales, para poder determinar el valor nutricional del producto.

**Palabras clave:** Semillas de Chía. Pan. Desayuno escolar. Panadería.

**ABSTRACT**

This project aims the application of ground chia seeds into bread, oriented to school breakfast, and identify the appropriate concentration in terms of adequate nutritional qualities and organoleptic characteristics. For this, the breads were prepared at different concentrations, which were subjected to a sensory analysis where the judges were children in school age being. The results were the basis for the analysis of the effect of variables through experimental design, so it came to an accepted concentration, which was subjected to the analysis of fatty acid profile and physico-chemical parameters at the Center of Foods and Natural Products, order to determine the nutritional value of the product.

**Keywords:** Chia Seeds. Bread. School breakfast. Bakery.

1. Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad del Valle Cochabamba.

[jpazr@univalle.edu](mailto:jpazr@univalle.edu)

**INTRODUCCIÓN**

En el país se llevan a cabo diferentes medidas para reducir la tasa de desnutrición y la deserción estudiantil en todo el proceso educativo. Se realizan programas para contar con una población estudiantil que esté en condiciones óptimas de desempeñar sus actividades físicas e intelectuales en forma adecuada y competitiva.

Para esto existen requerimientos en cuanto a los alimentos que se vayan a presentar a los estudiantes, el desayuno escolar debe contener alimentos energéticos, como la leche y sus derivados, cereales, frutas, pan y otros, cuando se incluya proteínas de origen vegetal.

Es así que se pretende aprovechar las bondades de la chía en beneficio de los escolares, realizando un estudio para encontrar la formulación adecuada y analizar las características organolépticas del producto; así también la metodología de aplicación de la semilla de chía permita proyectos futuros en cuanto a su utilización.

Desde el punto de vista nutricional, se podrá obtener un producto con cualidades nutritivas adecuadas, óptimos para contribuir las necesidades nutricionales de una dieta apta para niños en etapa de crecimiento.

En cuanto a la justificación social, ésta se ve reflejada en el beneficio que ofrecerá nutricionalmente a la población; asimismo el pan fortificado con semilla de chía molida podrá resultar una opción más de consumo incorporándolo en las escuelas como desayuno escolar, de manera que aporte en la alimentación de los niños.

Para esto, el proyecto recurrió a un tipo de investigación descriptiva porque permite evaluar y medir los elementos de la problemática propuesta y las relaciones con las variables (factores y variables) implicadas en el estudio de dicho proyecto en un determinado momento.

La investigación se realizó a partir del diseño experimental, ya que se construye la situación y se manipula de manera intencional, observando el efecto de los factores sobre las variables.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar, y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras. [1]

Las etapas del diseño son las siguientes [1]:

- **Planeación y realización:** que engloba la delimitación del objeto de estudio, las variables de respuesta, selección de niveles y factores.
- **Análisis:** utilizando métodos estadísticos (ANOVA).
- **Interpretación:** se realiza la verificación de supuestos y se elige el tratamiento ganador.
- **Control y conclusiones:** medidas a implementar para garantizar las mejoras.

Para el análisis sensorial se ha elegido la prueba afectiva; ésta es la prueba hedónica. Las pruebas hedónicas se refieren al grado de aceptabilidad de un producto. Este tipo de pruebas nos permite no sólo establecer si hay diferencias entre las muestras, sino el sentido o magnitud de la misma. Esto nos permite mantener o modificar la característica diferencial [2].

El análisis de perfil de ácidos grasos se realizó a través del método de cromatografía gaseosa, previa saponificación, acidificación y esterificación con metanol de la muestra [3].

La determinación de humedad se realizó mediante el método gravimétrico de secado en estufa a 105 °C, hasta lograr un peso constante [4]. Se determinó mediante el método de Kjedah, que se basa en el uso de ebullición, donde el ácido sulfúrico concentrado efectúa la destrucción oxidativa de la materia orgánica de la muestra y la reducción del nitrógeno orgánico a amoníaco. El amonio es retenido como bisulfato de amonio y se determina por destilación alcalina y titulación con hidróxido de sodio en presencia de rojo de metilo como indicador [4].

La grasa del alimento se determinó mediante el método gravimétrico, que se basa en la extracción con n-hexano, previa hidrólisis ácida de la muestra [4]. Se determinó por medio del método gravimétrico, que se basa en la calcinación a 550 °C, hasta llegar a un peso constante [4].

**Materias primas utilizadas**

Para la elaboración de pan se utilizó semilla de chía de la marca Chía Seeds, que tiene una presentación molida que se puede obtener en tiendas de productos naturales. Se utilizó levadura instantánea así como aditivos como el Emustab; el resto de los ingredientes -como se muestra en la tabla N° 1 - fue suministrado por la empresa.

Tabla Nº 1. Materias primas utilizadas para la elaboración de pan en base a chía

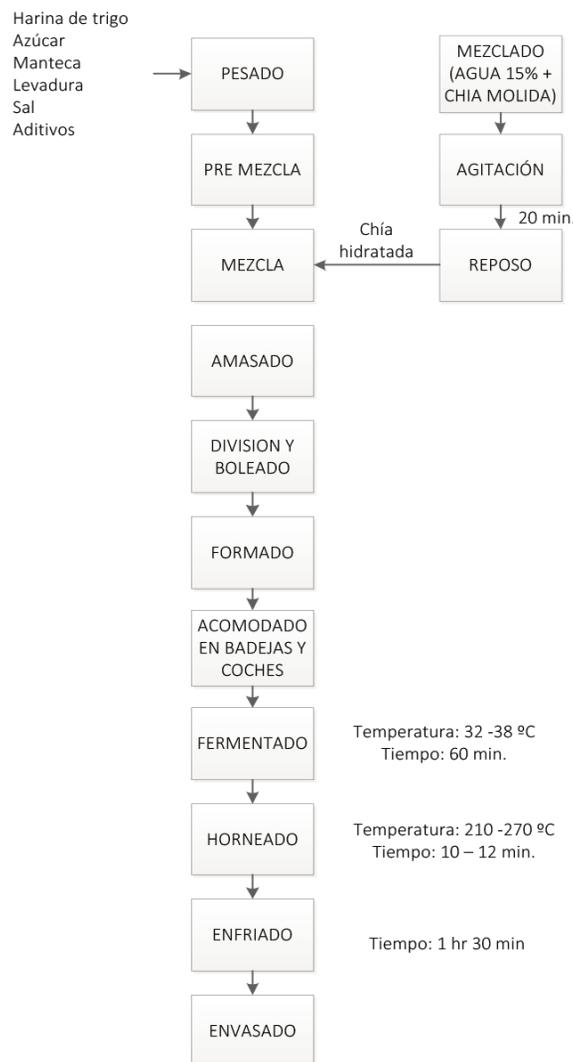
Nº	Semilla de chía molida %	Harina de trigo %	Azúcar %	Manteca %	Agua %	Levadura %	Sal %	Aditivos %
1	2,5	50,45	7,06	3,88	33,89	0,88	0,85	0,49
2	5	47,95	7,06	3,88	33,89	0,88	0,85	0,49
3	7,5	45,45	7,06	3,88	33,89	0,88	0,85	0,49
4	10	42,95	7,06	3,88	33,89	0,88	0,85	0,49

Fuente: Elaboración propia, 2016

### Elaboración de pan

Se elaboraron panes en concentraciones de 2.5 – 5 – 7.5 – 10% con el procedimiento que se muestra en la figura 1, éstos fueron sometidos a un análisis sensorial donde participaron jueces-consumidores de acuerdo al diseño unifactorial con una variable de respuesta (sabor). Con estos resultados se prosiguió con otra elaboración de pan en la que se tomó en cuenta la hidratación de la semilla de chía molida, esta aplicación se lleva a cabo como se muestra en la figura Nº 1. Así también, estas pruebas fueron analizadas por los jueces-consumidores en base al Diseño factorial 2<sup>2</sup>.

Figura Nº 1. Procedimiento para la elaboración de pan en base a chía



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**• Pesado**

Se realizó un control de pesaje de todos los ingredientes utilizando una balanza eléctrica, ajustándose al peso de cada uno de los insumos especificados en la formulación.

**• Pre-mezcla**

En esta etapa se mezclaron todos los polvos usados en la preparación en la mezcladora de espiral (harina de trigo, semilla de chía molida, azúcar, levadura, y sal); se realizó esta mezcla con el objetivo de que estos ingredientes estén bien mezclados.

**• Mezcla**

Para realizar este proceso se añadió el resto de los ingredientes: manteca, aditivos y la mitad de agua establecida en la formulación. Así también se agregó chía, previamente remojada con el 15% del total de agua de la receta entre 15-20 min antes.

**• Amasado**

En este proceso se terminó de adicionar el agua poco a poco, comprobando la hidratación de la masa, para esto se realizaron verificaciones de hidratación, elasticidad y tenacidad de la masa en base a su conocimiento.

**• Pesado**

Una vez finalizado el amasado se realizó un control del peso de la masa obtenida y se dividió en pedazos grandes (fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora) para su posterior reposo; esto permite que la masa se someta a un proceso de relajamiento donde recupera sus características.

**• División y boleado**

Para este proceso se utilizó una divisora hidráulica. La masa fue extendida en la divisora y fraccionada en 30 piezas de 40 – 45 gramos aproximadamente.

**• Formado**

Consiste en dar forma de bola manualmente al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división.

**• Acomodado en bandejas**

Una vez formado se procedió a colocar y acomodar las piezas en las bandejas.

**• Fermentado**

Este proceso se realizó en temperaturas entre 30° y 38°C durante 60 minutos aproximadamente; se realizó la verificación visual de la fermentación y el aumento de volumen de las piezas.

**• Cocción**

La cocción se realizó en hornos rotatorios, a temperaturas entre 210° a 250°C por un tiempo de 10 a 12 minutos aproximadamente.

**• Enfriado**

Se dejaron reposar los panes durante 1hr 30 min para que alcancen una temperatura adecuada para posteriormente ser envasados.

**• Envasado**

Una vez finalizado el proceso se acomodaron los panes en bolsas de polipropileno con las etiquetas respectivas.

**• Diseño experimental**

Los resultados se evaluaron mediante el análisis de varianza y efecto, para esto se utilizó el software STATGRAPHICS Centurion XVI.II.

Se utilizó un diseño unifactorial para determinar la concentración más aceptada, manejando un solo factor que es la concentración (tabla 2) y la variable de respuesta sabor.

Tabla N° 2. Diseño unifactorial

Muestra	Concentración
	%
1	2,5
2	5
3	7,5
4	10
1R	2,5
2R	5
3R	7,5
4R	10
1RR	2,5
2RR	5
3RR	7,5
4RR	10

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Con base a los resultados del diseño unifactorial se realizó un nuevo diseño factorial de 2 niveles de variación de concentración (2.5-5%) y estado de la chía (seca-hidratada). Las variables de respuesta en este análisis fueron las siguientes: sabor, color, olor, textura (tabla N° 3).

Tabla N° 3. Diseño 2<sup>2</sup>

Factores	Dominio experimental	
	Bajo	Alto
Concentración %	2,5 [-]	5 [+]
Condición de la harina	0[-]	1 [+]

Fuente: Elaboración propia, 2016.

## RESULTADOS

### Resultados diseño unifactorial

Para realizar el análisis de las medias se analizó la siguiente tabla:

Tabla N° 4. Tabla de Medias

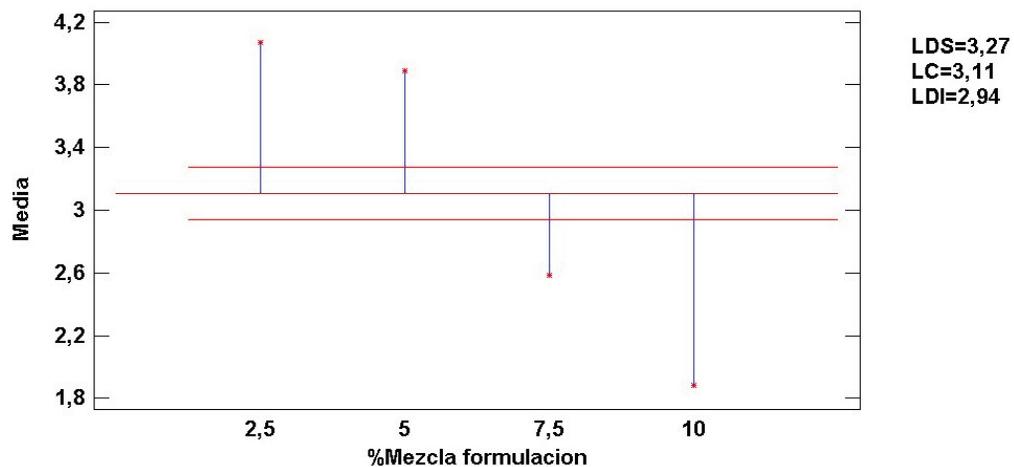
Nivel	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite inferior	Límite superior
2,5	3	406667	0,0627163	39644	416893
5	3	388667	0,0627163	37844	398893
7,5	3	258667	0,0627163	24844	268893
10	3	1,88	0,0627163	177774	198226
Total	12	3105			

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la tabla N° 4 se muestra la media de los promedios del análisis sensorial para cada nivel de concentración o mezcla porcentaje de chí. Se concluyó de estos valores que la calificación varía de una mezcla a otra; por lo tanto, no es lo mismo usar cualquier porcentaje de mezcla en formulación, ya que una tiene mayor aceptación que otra. Esto se puede confirmar en la figura N° 2.

Figura N° 2. Análisis de Medias

Gráfico ANOM para Promedios análisis sensorial  
Con 95% Límites de Decisión



Fuente: Elaboración propia, 2016.

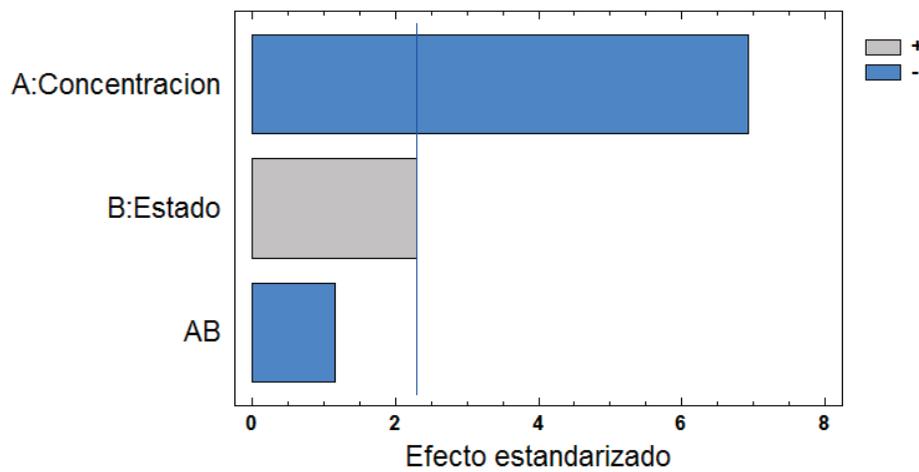
Con base a este análisis se escogieron las concentraciones de 2.5 y 5% como las más aceptadas y base para el siguiente diseño.

### Resultados del Diseño<sup>2^2</sup>

Se utilizaron las gráficas de Pareto estandarizado en cada variable de respuesta para determinar la magnitud e importancia de un efecto. En la figura N° 3 el diagrama muestra el valor absoluto de los efectos y traza una línea de referencia en la gráfica. Cualquier efecto que se extienda más allá de esta línea de referencia es potencialmente importante con su respectivo nivel.

Figura N° 3. Diagrama de Pareto SABOR

#### Diagrama de Pareto Estandarizada para Sabor

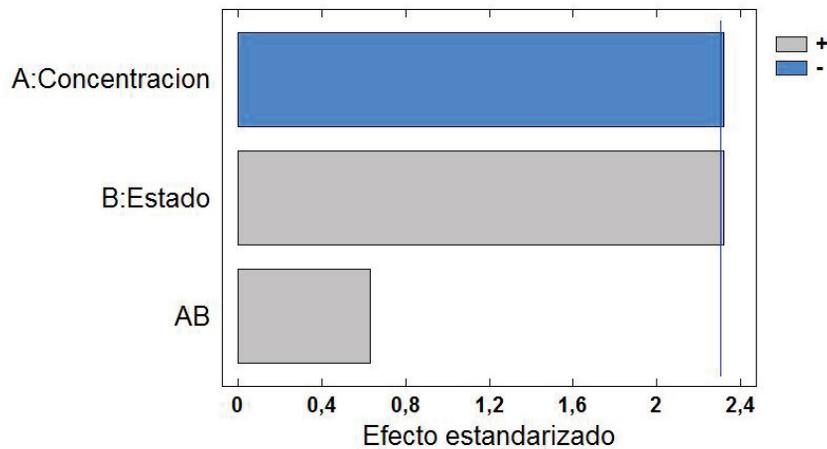


Fuente: Elaboración propia, 2016.

En las figuras N° 4, N° 5 y N° 6, se presentan los diagramas de Pareto para las variables estudiadas (color, olor y textura).

Figura N° 4. Diagrama de Pareto COLOR

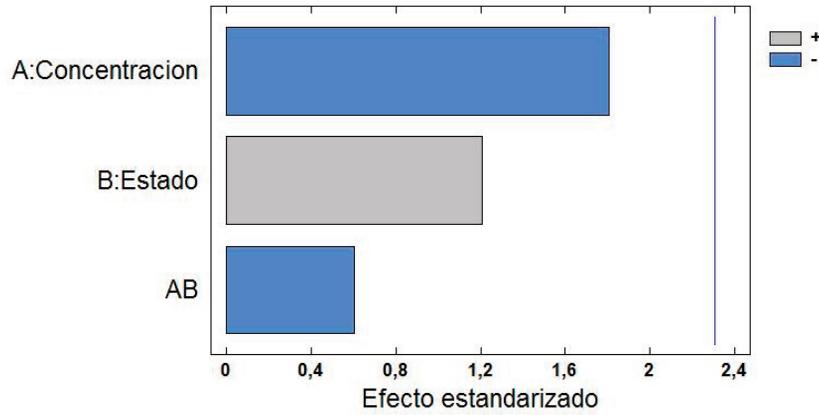
#### Diagrama de Pareto Estandarizada para Color



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura N° 5. Diagrama de Pareto OLOR

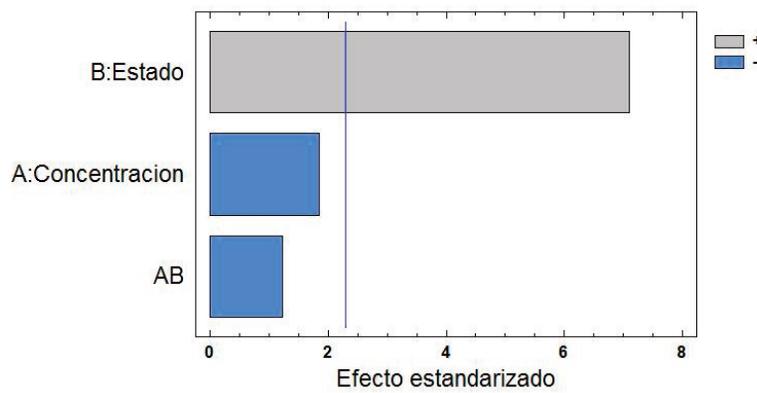
Diagrama de Pareto Estandarizada para Olor



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Figura N° 6. Diagrama de Pareto TEXTURA (esponjosidad)

Diagrama de Pareto Estandarizada para Textura



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Resultados de los análisis fisicoquímicos

Tabla N° 5. Resultados fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Valor por 100 g (%)
Humedad	g	24,14
Proteína	g	8,55
Grasa	g	6,97
Cenizas	g	1,59
Fibra	g	1,65
H. carbono	g	59,35
Valor energético	g	333,63
Acidez (ácido láctico)	g	0,27

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Tabla N° 6. Resultados perfil ácidos grasos

Ácido graso	Fórmula	% AG (muestra)
Ácidos grasos totales		
Ácidos grasos saturados totales	SFA	0.52
Ácidos monoinsaturados totales	MUFA	0.90
Ácidos poliinsaturados totales	PUFA	1.45
Ácidos insaturados totales	Ufa	2.35
Ácidos grasos omega 3	W 3	0.75
Ácidos grasos omega 6	W 6	0.68

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### Resultados de los análisis microbiológicos

Tabla N° 7. Resultados microbiológicos

Parámetro de ensayo	Resultados *(UFC/g)	Límite máx. (por g)	Norma referente
Bacterias aerobias mesófilas	< 10	$1 \times 10^4$	NE
Mohos	0	$1 \times 10^2$	ICMSF
Levaduras	$1 \times 10^1$	$1 \times 10^2$	ICMSF

\*UFC/g: Unidades formadoras de colonia por gramo de muestra  
 NE: Criterio microbiológico según Norma Española Para Galletas  
 ICMSF: Criterio microbiológico según International Commission Microbiological Specification Foods para masas homeadas con relleno y sin relleno

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### Resultados del Valor nutricional

La siguiente tabla muestra el valor diario que representa 1 porción del producto para diferentes edades, tomando en cuenta el género, de acuerdo a los requerimientos en cada etapa.

Tabla N° 8. Valor nutricional del producto

Sexo	Edad	Proteínas (%)	Grasas (%)	HC (%)	Omega 3 (%)	Omega 6 (%)
Femenino	6 a 7 años	19,1	7,9	14,2	39,2	3,2
	8 a 10 años	14,1	6,2	12,3	35,3	3,2
	11 a 18 años	4,7	4,3	8,8	32	2,9
Masculino	6 a 7 años	18,3	7,4	13,3	39,2	3,2
	8 a 10 años	14,4	5,7	11,2	29,4	2,7
	11 a 18 años	3,7	3,4	7	22	2

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### DISCUSIÓN

La figura 7 muestra los panes elaborados a diferentes concentraciones: se puede observar que a mayor concentración existe un cambio en el color tanto de la corteza como la miga, así también en el volumen y la textura.

Figura N° 7. Panes a diferentes concentraciones



*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

En cuanto a la formulación escogida con base al diseño experimental  $2^2$  para cada atributo, se plantea elaborar el pan a una concentración de 2.5%, es decir, la formulación N° 1 de la tabla N° 1, ya que tiene mayor aceptación por parte de los jueces-consumidores. Así también se observan mejoras en las características organolépticas en cuanto al sabor, color y textura, al aplicar la hidratación de la chía antes de introducirla en el proceso de elaboración.

Se puede observar con los resultados fisicoquímicos que el pan con semilla de chía molida es una fuente de hidratos de carbono, como proteínas y grasas. Así también aporta ácidos grasos esenciales, como el omega 3 y 6.

Así también se puede concluir con los resultados microbiológicos que se encuentra dentro de los límites establecidos en cuanto a bacterias mesófilas, mohos y levaduras, demostrando la ausencia de sustancias contaminantes en el proceso de producción.

A través de los resultados del valor nutricional se concluye que el pan con semillas de chía molida es un alimento complementario nutritivo - especialmente para niños y niñas entre 6 a 10 años - de acuerdo a la tabla N° 8.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la empresa INPASA por el apoyo brindado.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A.
- [2] Pedrero F., D. L., & Pangborn, R. M. (1997). Evaluación sensorial de los alimentos: Métodos analíticos. México D.F.: Alhambra Mexicana.
- [3] Omonte R., Z. M. (2010). Producción de tortillas y nachos enriquecidos con acidos grasos esenciales Omega 3 provenientes de semilla de chía (Salvia Hispánica). Cochabamba.
- [4] AOAC. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14a edición. Washington, DC, Asociación de químicos analíticos oficiales.

