

**Efecto de la sustitución parcial de semolina de
trigo (*Triticum durum*) por harina de
amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en
las características fisicoquímicas y sensoriales
de tallarines**

Victor Samir Vedia Quispe

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Efecto de la sustitución parcial de semolina de trigo (*Triticum durum*) por harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de tallarines

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Victor Samir Vedia Quispe

Zamorano, Honduras

Octubre, 2014

Efecto de la sustitución parcial de semolina de trigo (*Triticum durum*) por harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de tallarines

Presentado por:

Victor Samir Vedia Quispe

Aprobado:

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria
Alimentaria.

Juan Antonio Ruano Ortiz, D.Sc.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Efecto de la sustitución parcial de semolina de trigo (*Triticum durum*) por harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de tallarines

Victor Samir Vedia Quispe

Resumen: La pasta es una masa comestible elaborada de semolina de trigo y agua. Al complementar la semolina de trigo (*Triticum durum*) con harina de amaranto ayuda a mejorar el perfil nutricional de la pasta. El objetivo del estudio fue establecer formulaciones evaluando el efecto de la sustitución parcial de semolina de trigo por harina de amaranto crudo y harina de amaranto integral en las características físico-químicas de color, actividad de agua, textura, humedad, grasa, fibra, proteína, calcio y hierro en los tallarines. Para determinar la calidad de los tallarines se evaluó el aumento de peso, aumento de volumen, tiempo de cocción y acidez alcohólica. En análisis microbiológicos se realizó conteo de coliformes totales y mesófilos aerobios. Se realizó un análisis sensorial de aceptación evaluando la apariencia, textura, aroma, dulzura, sabor y aceptación general. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2×2 más un control y 3 repeticiones. El mejor tratamiento fue la combinación de 70% semolina de trigo y 30% harina de amaranto crudo, donde el sabor fue el factor que influyó en la aceptación general. La sustitución parcial de harina de amaranto ya sea cruda o integral mejoró significativamente el contenido nutricional en fibra con un incremento de 60% y en minerales (calcio y hierro) en un 130%.

Palabras clave: Amaranto crudo, amaranto integral, pasta, pseudocereales.

Abstract: The pasta is made of an edible dough wheat semolina and water. Supplementing semolina wheat (*Triticum durum*) with amaranth flour helps to improve the nutritional profile of the pasta. The aim of the study was to establish formulations evaluating the effect of the partial substitution of wheat semolina flour using raw amaranth and wholegrain amaranth flour in physicochemical characteristics of color, water activity, texture, moisture, fat, fiber, protein, calcium and iron in the pasta. To determine the quality noodle, weight gain, increased volume, cooking time and alcoholic acidity were evaluated. In microbiological, the analyses were count total coliform and aerobic mesophilic bacteria. Moreover, acceptance sensory analysis evaluated the appearance, texture, aroma, sweetness, flavor and general acceptance. The experimental design was a randomized complete block with factorial 2×2, a control and three replications. The best treatment was the combination of 70% semolina wheat flour and 30% raw amaranth, where flavor was the factor in the overall acceptance. The partial substitution of amaranth flour either raw or wholegrain improved significantly the nutritional content of fiber with an increase of 60% and 130% in minerals (calcium and iron).

Key words: Integral amaranth, noodles, pasta, pseudocereals, raw amaranth.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos	v
1 INTRODUCCIÓN	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS	2
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
4 CONCLUSIONES	23
5 RECOMENDACIONES	24
6 LITERATURA CITADA	25
7 ANEXOS	30

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de diseño experimental.....	8
2. Formulación de tratamientos para el desarrollo de tallarines con dos tipos de harina de amaranto y trigo y dos concentraciones.....	9
3. Composición en base seca de las materias primas (g/100g).	10
4. Conteo de aerobios mesófilos en los tallarines.	11
5. Análisis proximal en base seca de los cinco formulaciones de tallarines (g/100 g).....	13
6. Análisis de color para la variable L* a* y b* de los tallarines.....	15
7. Análisis de Aumento de peso, aumento de volumen, tiempo de cocción y acidez alcohólica en tallarines.	19
8. Análisis sensorial de tallarines con diferentes atributos.	20
9. Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial.....	21
10. Análisis de correlación entre apariencia y color (L*, a* y b*).	21
11. Contenido en base seca de Ca y Fe en tres diferentes tallarines (mg/100g). ...	22

Figuras	Página
1. Flujo del proceso para la elaboración de tallarines.....	5
2. Análisis de Actividad de Agua.	14
3. Propiedades de textura obtenidos en el análisis de tensión (Resistencia Máxima).....	15
4. Propiedades de textura obtenidos en el análisis de tensión (Extensibilidad de ruptura).....	16

Anexos	Página
1. Hoja de evaluación sensorial.....	30

1. INTRODUCCIÓN

El término “pasta” es usado en italiano para referirse a una masa comestible, formada por semolina de trigo y agua. La pasta (fideo) llegó a formar parte de la canasta familiar en Latinoamérica (Parra 2010). Hoy en día se lo considera una de las opciones de alimentos saludables; debido a su aporte de proteína que es de 10 a 14 g por 100 g de pasta comestible (Hedley *et al.* 2004). La elaboración de pastas enriquecidas se logra agregando materias primas que ayuden a mejorar el perfil nutricional en las pastas (Norman 1989). Una manera de contrarrestar la deficiencia de aminoácidos esenciales en los alimentos es utilizar granos que posean un alto valor biológico en cuanto a cantidad y calidad de las proteínas, fibra y minerales.

El poco uso de los pseudocereales en la industria alimentaria como el amaranto, promueve al desarrollo de nuevos productos. El amaranto a pesar de ser rico en minerales (Fe, Ca y Zn) y ser revalorizado por su elevado potencial alimentario (Dyner 2007), suele ser ignorado en las formas de nutrición humana de la base de la alimentación alternativa. El amaranto ayuda a saciar con mayor rapidez y aliviar padecimientos como estreñimiento por tener 6.7 g de fibra por cada 100 g de amaranto. Es un producto para personas de todas las edades, además de tener un alto valor proteico (Farfán *et al.* 2002).

Es necesario el desarrollo de alimentos de consumo masivo y que aporten mayor calidad nutricional, además de mejorar la salud y el bienestar del consumidor. La pasta es un alimento de consumo masivo y de alta aceptabilidad a nivel mundial, debido a su bajo costo, su facilidad de preparación y almacenamiento (Sabanis *et al.* 2004). Adicionalmente la inclusión de harina de amaranto, a la pasta contribuirá a promover la recuperación y valoración de los granos étnicos de Latinoamérica, dando un valor agregado al uso de este pseudocereal. El remplazo de amaranto en un 20 a 25% en el trigo tiene un aporte de 14 a 17 g de proteína en 100 g de pasta (Kill 2001).

En la presente investigación se planteó desarrollar una pasta enriquecida, incorporando nuevas fuentes de proteína, fibra y minerales (calcio y hierro), utilizando materia prima de calidad como harina integral de amaranto, harina de amaranto crudo y semolina de trigo en una proporción de 70:30 y 80:20 (ST:HA). Evaluando las características o composición química del producto terminado, textura, aumento de volumen, aumento de peso, tiempo de cocción, color, acidez alcohólica, actividad de agua y análisis sensorial. Para el desarrollo de la investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Desarrollar formulaciones de tallarines con sustitución parcial de semolina de trigo por dos tipos de harina de amaranto.
- Evaluar las propiedades fisicoquímicas de los tallarines desarrollados.
- Determinar la aceptación general de los tallarines de trigo con amaranto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. La investigación tuvo lugar en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Departamento de Agroindustria Alimentaria en las instalaciones de La Planta de Innovación de Alimentos (PIA), Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ), el Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos y el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ).

Materiales. Las materias primas utilizadas fueron semolina de trigo “*Triticum durum*” de la marca Bob’s Red Mill, harina integral de amaranto “*Amaranthus hypochondriacus*” de la marca Sarita, México. Harina de amaranto de la industria Irupana, Bolivia. Otros insumos fueron goma guar de distribuidora del Caribe, aceite vegetal de la industria Clover y agua destilada.

Equipo Utilizado.

Tamiz estándar N°40 de 8 pulgadas de diámetro.

Mezcladora HOBART modelo A200.

Termómetro de Láser PCE-888.

Laminadora de marca Marcato.

Deshidratador de 9 bandejas marca Excalibur 4926Tdehydrato.

Colorímetro (Colorflex®, modelo 45/0 Hunter Lab Reston, VA, United States of América).

Medidor de textura Brookfield CT3.

AQUA LAB® modelo 3 TE.

Incinerador Sybron a 550 °C.

Horno de aire forzado a 105 °C Fisher Scientific.

Prueba Preliminar. Se desarrollaron 15 pruebas preliminares con el fin de definir los ingredientes para la formulación. Se observó la apariencia y la textura del producto de una forma sensorial. Además se observó el tiempo de cocción y la transformación de grumos por cocción. Las tres emulsificantes utilizados fueron goma xanthan, pectina y goma guar. Las concentraciones evaluadas fueron 10, 20, 30, 40 y 50% de harina de amaranto crudo o integral. Se partió como formulación base de una pasta convencional 100% trigo.

Preparación de tallarines. La elaboración de los tallarines crudos se llevó a cabo en la planta de innovación de alimentos (PIA) siguiendo el siguiente proceso:

Tamizado. La semolina de trigo, harina de amaranto y harina integral de amaranto pasaron por un tamiz estándar N° 40 de 8 pulgadas de diámetro (Tamices Norma ASTM E - 11/95) obteniendo una harina de 425 µm. Se trabajó con 10 kg de semolina

de trigo, 5 kg de Harina integral de amaranto (HIA) y 5 kg de Harina de amaranto crudo (HAC) para todo el estudio considerando cada tratamiento y cada repetición por separado.

Pesado. Para una muestra de 250 g de pasta elaborada se pesó en una balanza analítica Ohaus modelo V51PH3 goma guar (1%), aceite (2%) y agua destilada (33%). Los porcentajes de insumos son los límites de uso recomendado por Prabhasankar *et al.* (2007) y Sánchez *et al.* (1995).

El desarrollo de las pastas se efectuó en cuatro formulaciones. Formulación I y II pasta enriquecida con harina integral de amaranto en dos concentraciones 20 y 30%. Formulación III y IV pastas enriquecidas con harina de amaranto en dos concentraciones 20 y 30%. Además se incluyó un control 100% de semolina de trigo (Cuadro 2).

Mezclado. Los ingredientes secos fueron homogenizados en la mezcladora HOBART modelo A200 por 4 min a 60 rpm. Con el objetivo de evitar la absorción de agua de forma desuniforme y que esto provoque que la pasta se llegue a quebrar. Se agregó agua destilada a 65 °C mezclada con goma guar, para evitar la encapsulación de las proteínas y minerales por los fitatos que tiene el Amaranto. El mezclado duró 10 min a 180 rpm. De este proceso se obtuvo una masa elástica sin pegajosidad lista para el amasado.

Laminado. La masa fue laminada en una laminadora marca Marcato, 5 veces para moldear bien la masa y 4 veces para reducir el grosor de la pasta y obtener tallarines estándar con un ancho de 6 mm y un grosor de 1 mm, todo lo anterior con el propósito de estandarizar la masa, provocar que la red de gluten retenga los almidones y evitar que se deshaga la pasta al momento de la cocción.

Deshidratado. La pasta fue deshidratada en un deshidratador de 9 bandejas marca Excalibur 4926Tdehydrato. A una temperatura de 45 °C por 12 h y un secado al ambiente por 6 h. Posteriormente los tallarines fueron envasados en bolsas Ziploc, ya que ayuda a conservar mejor los alimentos o productos aislados al medio ambiente. Evitando la humedad en los tallarines ya que la bolsa Ziploc está hecha de polietileno transparente planas, calibre 175 con cierre hermético con normas de la FDA (Food and Drugs Administration).

Acidez alcohólica para tallarines. Al mezclar otra materia prima a la semolina de trigo se debe realizar un análisis de acidez alcohólica en las pastas según la Agencia Nacional Sanitaria de Brasil- ANVISA (2000). Para determinar la acidez alcohólica en los tallarines se tomó 10 g de muestra para ser analizado de acuerdo a la ecuación 1, procedimiento:

1. Las muestras (tallarines) fueron molidos en el molino Syclootec serie 3 de laboratorio.
2. Se tamizó la muestra por 10 min y se tomó 4 g de muestra que pasa el tamiz 0.5 mm de diámetro de la malla.
3. Se colocó 4 g de muestra en un vaso Erlenmeyer de 250 mL, agregando 100 mL de alcohol etílico al 50% y se dejó digerir durante 3 h a temperatura ambiente, agitando cada 30 min para homogeneizar.
4. Después de 3 h, se filtró el material, utilizando papel filtro.

5. Se agregó 5 gotas de solución alcohólica de fenolftaleína al 1% y posteriormente se realizó la titulación con solución de NaOH 0.1 N.
6. La titulación culminó cuando la solución del tratamiento cambia de color.

$$\text{Grado de Acidez} = \frac{a \cdot 25}{10} \quad [1]$$

a = ml de NaOH 0.1 N utilizados para la titulación
 25 = Por tomar 4 g de muestra

Cocción de Tallarines. La prueba se realizó de acuerdo con el método de cocción AACC 16-50 (1995) por triplicado. Los parámetros evaluados fueron Aumento de Peso (AP) ecuación 2, Aumento de Volumen (AV) ecuación 3 y Tiempo de Cocción (TC). Estos parámetros se determinaron hirviendo 10 g de muestra en 140 mL de agua destilada, hasta lograr la cocción, que se caracteriza por la gelatinización de la pasta. La gelatinización de los tallarines se determinó por compresión del producto entre dos porta objetos. Otros métodos de evaluar si la pasta está cocida es:

1. Línea de sólidos que se forman en el medio de la olla.
2. Pegajosidad en la pasta al momento de comprimirlo.

Aumento de peso. Para determinar el incremento de peso de los tallarines se tomó 10 g de tallarines crudos, los cuales se cocinaron y se tomó el peso de los mismos. El aumento de peso se determinó usando la fórmula del método AACC 16-50 (1995):

$$A_P = \frac{P_2 - P_1}{P_2} * 100 \quad [2]$$

P_2 = Peso de los tallarines crudos
 P_1 = Peso de los tallarines cocidos

Aumento de volumen: Para realizar el análisis de volumen se midió altura, ancho y grosor de los tallarines de cada tratamiento. Esto se realizó en crudo y en cocido. Con el objetivo de observar el incremento en volumen causado por la absorción de agua durante la cocción.

El crecimiento del volumen de la pasta se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$A_V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} * 100 \quad [3]$$

V_1 = Volumen tallarines cocidos
 V_2 = Volumen tallarines crudos

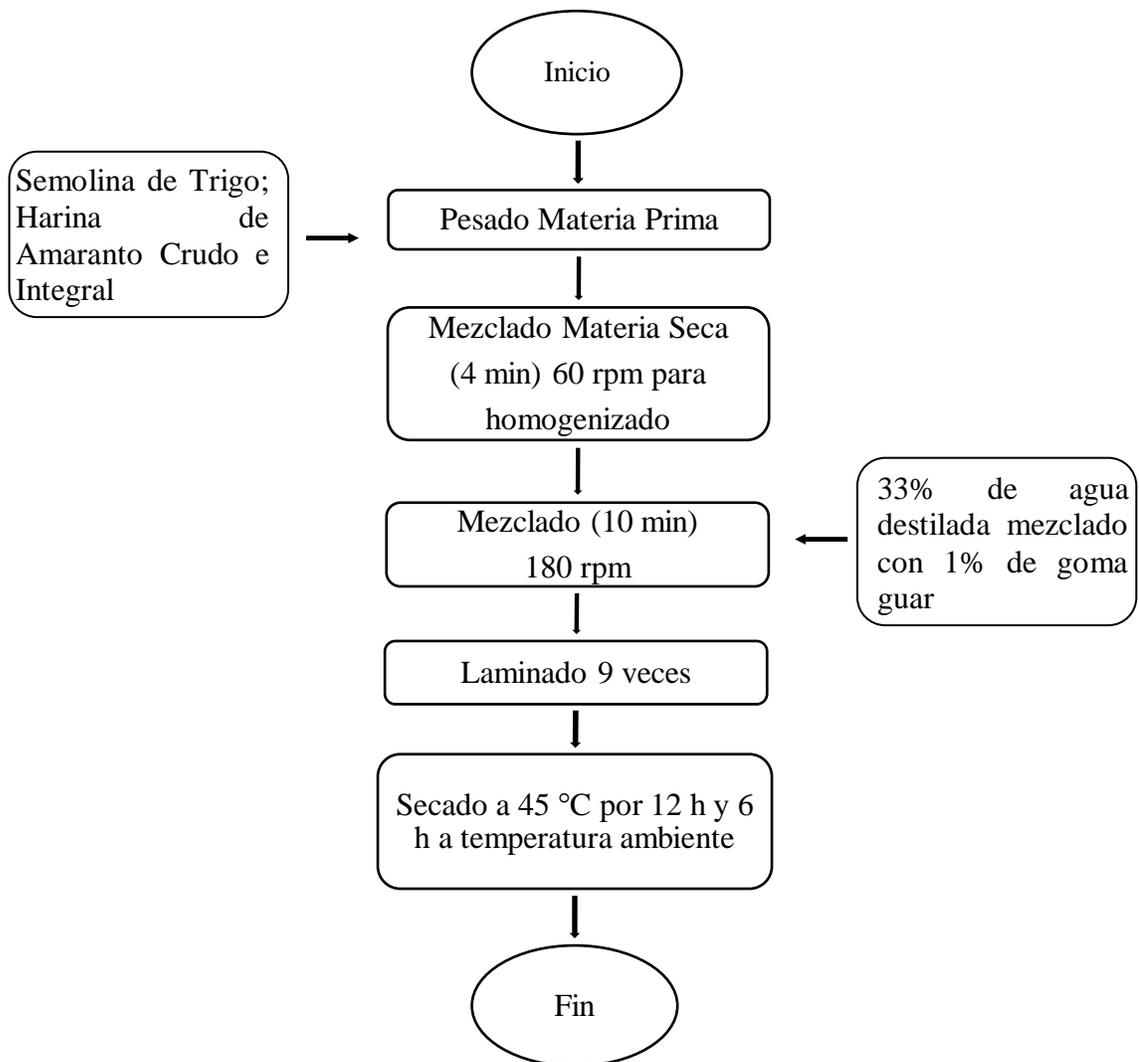


Figura 1. Flujo del proceso para la elaboración de tallarines.

Análisis de color. Los análisis de color se realizaron en el laboratorio de análisis de alimentos de Zamorano (LAAZ). Se utilizó Colorímetro (Colorflex®, modelo 45/0 HunterLab Reston, VA, United States of America) y el programa “Universal Software” V4.00. Se utilizaron 5 g en promedio de la muestra. Los resultados se presentaron en modelo L^* , a^* y b^* . Donde el valor L^* va de 0 a 100 y mide la claridad, que tan negro o blanco es el objeto, siendo 0 negro y 100 blanco. El valor a^* mide en el espectro visible los colores del verde al rojo, siendo a^* (-) verde y a^* (+) rojo. El valor b^* mide los colores del espectro que van del azul a amarillo, siendo b^* (-) azul y b^* (+) amarillo.

Análisis de textura. Para realizar el análisis de textura en los tallarines se midieron la fuerza en Newton y la ruptura en milímetros. El equipo utilizando un medidor de textura Brookfield CT3, donde se realizó de acuerdo al protocolo del fabricante Smewing (1995). Todos los análisis de textura se realizaron por triplicado.

Análisis de textura por tensión. Siguiendo por el método de tensión en pasta cocida elaborado por Smewing 1995, procedimiento:

1. Se pesó 20 ± 0.005 g de tallarines crudos y se colocó en 2 L de agua hirviendo hasta que la pasta esté gelatinizada. Después se dejó enfriar en agua fría con hielo durante 1 min para que la proteína se gelatinice por completo.
2. Las muestras se limpiaron con un papel filtro durante varios segundos y se somete a tensión con un acople de pinzas con sonda TA-DGA.
3. El ensayo de tracción se realizó a una velocidad de gancho de 3.3 mm/s y el gatillo fuerza de 5 g utilizando el Rig Kieffer.
4. Los pedazos de tallarines fueron de 70 mm de longitud y fueron colocados en los ganchos
5. Se elevó lentamente hacia arriba a 3.3 mm/s, estirándolos hasta la ruptura.
6. La fuerza de tracción y la distancia de extensión se midieron continuamente.
7. El ensayo de tracción, se obtuvieron dos parámetros: la máxima resistencia a la extensión (R_{max} , N) y la extensibilidad, hasta la ruptura Erup; (mm).

El laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) mantuvo una temperatura ambiente de 24.3 a 27 °C y una humedad relativa de 45 a 51%.

Análisis de Actividad de agua. Se utilizó el equipo AQUA LAB® modelo 3 TE. Para el análisis la muestra utilizada tuvo un peso de 5.5 ± 0.5 g y fue analizada cada unidad experimental por triplicado. A temperatura promedio de 24 °C con un tiempo promedio de lectura por muestra de 3 min.

Análisis Microbiológicos. Para determinar la inocuidad de los tallarines se realizó recuentos de aerobios mesófilos y coliformes totales. Se implementaron los métodos descritos en el Bacteriological Analytical Manual (BAM) 2001. Para los análisis de coliformes totales se utilizó los métodos descritos en el Capítulo 4: Determinación de *Escherichia coli* y coliformes, mientras que en aerobios mesófilos se realizó el método convencional explicado en el Capítulo 3: Conteo de Aerobios en placa 2001. Ambos análisis microbiológicos fueron comprobados con los parámetros legales establecidos en la “Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. NTS N°-MINSA/DIGESA-V.01.

Preparación de la muestra. Se pesó 10 g de muestra de cada tratamiento y fue mezclado con 90 mL de diluyente de peptona en una bolsa desechable y se homogenizo las muestras en el agitador orbital por 10 min.

Análisis sensorial. Para este estudio se realizó un análisis sensorial afectivo de aceptación, mediante una escala hedónica de 9 puntos, donde el nivel de aceptabilidad se da dentro del rango 1 “me disgusta muchísimo” y 9 “me gusta muchísimo”. Este ensayo contó con un panel de 25 personas seleccionadas para cada repetición. Los panelistas no recibieron ningún tipo de entrenamiento para desarrollar la prueba. Los atributos evaluados fueron: apariencia, olor, color, sabor, textura y aceptación general. El análisis fue llevado a cabo en el laboratorio de análisis sensorial con tres repeticiones. Los

tratamientos fueron evaluados después del proceso de cocción sirviendo a cada panelista 10 g de cada pasta a evaluar, libres de aderezos y sin acompañamiento de otro tipo de alimento.

Análisis proximal para materia prima y los cinco tratamientos. La composición química en pastas y materia prima es fundamental para realizar una comparación de aporte de fibra, proteína, grasa, humedad y ceniza. Todos los análisis se realizaron por duplicado.

Los métodos utilizados para realizar grasa, proteína y fibra cruda fueron los siguientes:

Grasa: Método AOAC 2003.06

Proteína cruda: Método AOAC 2001.11

Fibra cruda: Método AOAC 962.09

Humedad: Se determinó el contenido de humedad mediante la ecuación 4, utilizando el horno a 105 °C (Fisher Scientific) por 24 h (AOAC 952.08). Las muestras para esta prueba fueron pesadas en la balanza analítica Ohaus modelo V51PH3 (3±0.005 g por muestra) y colocadas en crisoles. Los resultados obtenidos se expresaron en porcentaje (%).

$$\text{Porcentaje de Humedad} = \frac{(C+MH)-(CMS)}{(C+MH)-(C)} \times 100 \quad [4]$$

En donde:

C: Crisol Seco

C+MH: Crisol + Muestra Húmeda

C + MS: Crisol + Muestra Seca

Ceniza: Se utilizó las muestras de materia seca. Se incineró los crisoles a 550 °C por 6 h hasta que se produzcan cenizas color gris claro (AOAC 923.03) determinando el porcentaje de ceniza con la ecuación 5. Las muestras de cenizas fueron por duplicado y se calculó en porcentaje (%).

$$\% CZ = \frac{CZ}{MH} * 100 \quad [5]$$

CZ: Cenizas

MH: Muestra Húmeda

Análisis de contenido de hierro y calcio. Para realizar el análisis de minerales se utilizó la ceniza extraída del análisis proximal. Este análisis solo se realizó al control, como referencia y a los dos mejores tratamientos seleccionados por los panelistas de cada tipo de harina (HIA, HAC), el 80:20 (ST: HIA) y 70:30 (ST: HAC). El método utilizado para las pruebas de hierro y calcio fue AOAC 985.35.

Diseño Experimental. La investigación se llevó a cabo a partir de cinco tratamientos. Se realizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con un arreglo factorial de 2×2 siendo los bloques cada repetición y los factores fueron de dos tipos de harina y de dos,

formulaciones más un tratamiento control (Cuadro 1) Para este experimento se realizaron tres repeticiones por tratamiento. Teniendo un total de 15 unidades experimentales.

Cuadro 1. Descripción de diseño experimental.

Tratamientos	Factores	
	Proporción de harina (%)	Tipo de harina
1	80:20	Semolina de Trigo: Harina Integral de Amaranto
2	80:20	Semolina de Trigo : Harina de Amaranto Crudo
3	70:30	Semolina de Trigo : Harina Integral de Amaranto
4	70:30	Semolina de Trigo : Harina de Amaranto Crudo
5	100	Semolina de Trigo (Control)

Se utilizó separación de medias LsMeans para determinar cuál es la mejor combinación que satisface a los panelistas. Además se ejecutó un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia del modelo y de esta manera determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las características sensoriales de los 5 tratamientos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba Preliminar. Durante las pruebas preliminares se escogieron las concentraciones 20 y 30% de harina de amaranto crudo e integral. Debido a que a un incremento de más del 30% la pasta se deshace en el momento de la cocción. En el estudio de Whalen 2007 se agregó como máximo 20% de harina de quinua debido al mismo problema de deshacerse en la cocción. Se observó que los tallarines soportan un 30% de sustitución por harina de amaranto. La goma Xantan hizo que los tallarines se quiebren con facilidad y no tenga una elasticidad de 0.55 mm requerida para este producto (Whalen 2007). La pectina es muy costosa y no es utilizada en la industria de pastas. El estudio de (Sánchez *et al.* 1995) indica que al agregar goma guar ayuda a incrementar la hidratación de la pasta. Se agregó aceite vegetal porque ayuda a que la pasta no se deshaga en la cocción y no se peguen los tallarines entre sí, además da un color amarillo cremoso (Prabhasankar *et al.* 2007).

Cuadro 2. Formulación de tratamientos para el desarrollo de tallarines con dos tipos de harina de amaranto y trigo y dos concentraciones

Ingredientes	Cantidad (%)				
	Control (ST)	80:20 (ST:HIA)	80:20 (ST:HAC)	70:30 (ST:HIA)	70:30 (ST:HAC)
Semolina de trigo	64	51	51	45	45
Harina integral de Amaranto	0	13	0	19	0
Harina de Amaranto Crudo	0	0	13	0	19
Agua destilada	33	33	33	33	33
Aceite	2	2	2	2	2
Goma guar	1	1	1	1	1
Total (%)	100	100	100	100	100

HAC: Harina de amaranto crudo; HIA: Harina Integral de Amaranto; ST: Semolina de Trigo

La adición de goma guar está regulado por el (Codex Alimentarius 2014), donde se enfoca a lactantes y niños pequeños, teniendo un máximo permitido de 1 g por cada kilogramo de pasta elaborada. La formulación se encuentra dentro del rango. El aceite vegetal se agregó para mejorar la apariencia y la textura en los tallarines utilizado como máximo 2% de acuerdo a lo recomendado por Prabhasankar *et al.* (2007).

Composición química de las materias primas.

Evaluación de composición de las harinas. En el Cuadro 3 se presentan las composiciones químicas de las materias primas utilizadas. Las variables evaluadas fueron humedad, ceniza, fibra, grasa, proteína y extracto libre de nitrógeno. Donde se encontraron diferencias significativas entre harinas ($P < 0.05$).

Cuadro 3. Composición en base seca de las materias primas (g/100g).

Tratamientos	Humedad ± D.E	Ceniza ± D.E	Fibra ± D.E	Grasa ± D.E.	Proteína ± D.E	ELN ^o ± D.E
Semolina de trigo	11.47 ± 0.02 ^a	2.41 ± 0.21 ^a	0.12 ± 0.01 ^c	0.47 ± 0.11 ^b	13.34 ± 0.09 ^c	72.19 ± 0.71 ^c
Harina de Amaranto Crudo	2.95 ± 0.11 ^b	2.89 ± 0.04 ^a	6.01 ± 0.03 ^a	7.57 ± 0.23 ^a	19.02 ± 0.28 ^a	61.56 ± 0.63 ^a
Harina Integral de Amaranto	8.47 ± 0.05 ^c	2.17 ± 0.05 ^b	4.32 ± 0.21 ^b	6.73 ± 0.28 ^a	15.78 ± 0.46 ^b	62.53 ± 0.21 ^b
Coefficiente de Variación (%)	1.08	6.65	3.71	1.08	x6.65	d3.71

^{a-d}Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes ($P < 0.05$). ^oELN: Extracto Libre de Nitrógeno D.E: Desviación Estándar.

La diferencia entre ceniza no es significativa entre la semolina de trigo y harina de amaranto crudo, mientras que la harina integral de amaranto tuvo un aporte menor. Los resultados obtenidos fueron similares con los resultados reportados por anteriores estudios Singh *et al.* 2005 y Lara 2007. Las harinas obtenidas de amaranto son valoradas por su alto contenido de fibra llegando a un rango de 4 a 6% según el estudio realizado por Lara 2007. En el cuadro 3 se observa que la HIA Y HAC se encuentran dentro del rango esperado. El contenido de proteína para la HIA Y HAC es de 15.78 y 19.02% respectivamente, teniendo un valor mayor a la semolina de trigo.

Análisis Microbiológicos. Los análisis microbiológicos realizados para los cinco tratamientos cumplen con los requisitos establecidos, siendo el límite máximo de 1000 UFC/g para mesófilos aerobios y 100 UFC/g para coliformes totales.

Análisis de Coliformes totales. El conteo de las 15 muestras presentaron $< 1 \log_{10}$ UFC/g de coliformes totales, valores menores al máximo legal permitido, cumpliendo con los parámetros de calidad sanitaria e inocuidad alimentaria. MINSA (2003) establece que los productos de pasta o fideos desecados deben tener conteo de coliformes totales menor a 2 Log UFC/g. Esto podría deberse a que la pasta se somete ebullición a una temperatura mayor a 70 °C por un segundo (Escriche y Doménech 2006)

Cuadro 4. Conteo de aerobios mesófilos en los tallarines.

Tratamientos	Microorganismo (Log UFC*/g)
Control (ST)	2.63 ± 0.91 ^a
80:20 (ST:HAC)	2.66 ± 0.06 ^a
80:20 (ST:HIA)	2.99 ± 0.08 ^a
70:30 (ST:HAC)	2.94 ± 0.44 ^a
70:30 (ST:HIA)	2.97 ± 0.33 ^a
Coefficiente de Variación (%)	14.23

^{a-d}Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). Nitrógeno D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo. Log UFC/g: Logaritmo de Unidades Formadoras de Colonias.

Análisis de Aerobios Mesofilos: Se observa en el Cuadro 4. que los tratamientos se encuentran debajo del rango que es 3.7 Log₁₀ UFC/ g. Se implementó las buenas prácticas de higiene ya que existen riesgos de contaminación por contacto con las manos, utensilios y equipos mal limpiados o sin ser desinfectados esto indica que la harina se mantuvo en condiciones ambientales adecuadas para la elaboración de la misma.

Composición química de los cinco tratamientos.

Humedad: El contenido de humedad nos indica si el producto al momento de cocerse tendrá un volumen y un peso óptimo para pastas. A mayor contenido de humedad menor volumen y peso tienen los tallarines (Villar 2013), además de afectar en el aumento de acidez alcohólica. Se puede observar en el cuadro 5 que los tallarines 80:20 (ST: HAC) tiene una humedad de 8.85%, siendo el valor más alto. El control y los tallarines 80:20 (ST: HIA) no tuvieron diferencias significativas, teniendo como resultado 7.8 y 7.59%. Hubo diferencias entre las proporciones 70:30, dando como resultado 7.74% en (ST: HAC) y 6.79% en (ST: HIA). Según el (Codex alimentario 2006) y la (Norma del Instituto Ecuatoriano 2000) el máximo de humedad permitido es de 14%. Se observa que los tallarines están dentro del requisito establecido.

Ceniza: El la ceniza se puede observar que hay un incremento a comparación del control. El control tiene 1.06%, las concentraciones de 80:20 tienen 1.19 para (ST: HIA) y 1.26% para (ST: HAC). Se puede ver que hay diferencia significativa entre concentraciones. La concentración 70:30 de ST: HIA tiene 1.33 mientras que en ST: HA tiene 1.66, siendo el que obtuvo mayor concentración de ceniza. Las cenizas están formadas principalmente por calcio, magnesio, sodio y potasio procedentes de la parte externa del grano, que se incorporan a la harina según su tasa de extracción. (Magaceda 2006) En el Cuadro 11 se puede observar el aporte de hierro y calcio para 3 tratamientos.

Fibra. El incremento de fibra en los tallarines fue significativo ya que hubo un incremento arriba del 60% a diferencia del control. No hubo diferencia significativa entre 80:20 (ST: HAC) y 70:30 (ST: HIA). Se puede inferir que hubo un incremento significativo en el contenido de fibra saludable con la adición de amaranto a la

formulación. El tipo de molienda hace que las Harinas de Amaranto tengan una diferencia entre el aporte de fibra (Porr 2012). Es por eso que los tallarines elaborados con HIA tienen un menor aporte de fibra a comparación de la HAC. La fibra llega a ser un componente nutricional indispensable para el metabolismo y la digestión regular sana y para la protección contra muchas enfermedades, el amaranto nos brinda el incremento significativo de fibra saludable y pueden ser consideradas como alimentos funcionales por su aporte en fibra (Astaiza *et al.* 2010), además de disminuir el contenido de extracto libre de nitrógeno.

Diferentes organizaciones han propuesto recomendaciones para la ingesta de fibra y las cifras propuestas han sufrido modificaciones. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha sugerido, por ejemplo, el consumo de 27 a 40 g de fibra por día para los adultos sanos, después de unos años fue autorizado en comisión conjunta con la (FAO 1990). Estudios que realizó Singh *et al.* (2005) en tortillas, muestran que en una formulación de 80% maíz, 20% amaranto tuvo un aporte de 0.9% de fibra, siendo casi similares con 0.77% en 80:20 (ST: HIA) y 1.09% en 80:20 (ST: HAC).

Grasa. El incremento de grasa fue significativo a comparación de los tallarines elaborados por 100% semolina de trigo. El control obtuvo 1.08%, mientras que los tallarines 70:30 (ST: HIA) y 70:30 (ST: HAC) no fueron significativas, pero aun así tuvieron un incremento de 3.2 y 3.04% respecto al control. Los tallarines 80:20 (ST: HAC) obtuvieron 2.06% y 80:20 (ST: HIA) tuvo un valor de 2.01% los cuales no tuvieron diferencias significativas entre ellos. Silvinal *et al.* 2007 realizó un estudio con tortillas hechos con harina integral de amaranto (HIA) en donde muestran que hay un aporte de 2.13% de grasa.

Proteína. El contenido de proteína incrementó significativamente. La pasta control tuvo 13.18% de proteína, además de no ser significativa con el tratamiento 80:20 (ST: HIA). Los tallarines de 70:30 (ST: HAC) tuvieron el mayor incremento a diferencia de la pasta control que fue de 14.90%. Mientras que los tallarines 70:30 (ST: HIA) y 80:20 (ST: HAC) fue de 13.69 y 14.21% respectivamente. No hubo diferencia entre repeticiones pero si entre tratamientos. El estudio de Dyner (2007), reporta que los fideos elaborados con una concentración de 80:20 (ST: HIA) presentan un incremento de 3% en el contenido de proteína y una aportación de 60% fibra. Observando el Cuadro 3, se observó la composición química de las materias primas utilizadas, podemos ver que la Harina de amaranto crudo (HAC) tiene un mayor contenido de proteína a comparación de la Harina Integral de Amaranto (HIA).

Esto se debe a que la HIA luego de ser secado como grano se procede con el reventado (tostado), un tamizado N°40 y luego ser molido, mientras que la HAC después de ser secado el grano, se procede con la molienda, posteriormente un tamizado (Bressani 2001).

El tostado que recibió la HIA hizo que la proteína sea menor, ya que hay reducciones de 30% en los aminoácidos (lisina) en relación a la harina de amaranto (HAC) (Salvador 2009). En la fabricación de pastas al igual que en panificación, la calidad de la proteína usada es más importante que la cantidad, es decir por su contenido y balance de aminoácidos limitantes, el trigo al igual que otros cereales es deficiente en lisina, en tanto

el amaranto es valorado por su alto contenido de lisina; dando una mejor calidad a los tallarines. Aunque se incrementó en contenido de proteína, esto se hizo con proteína entre cuyas características físicas no predomina la capacidad para formar matrices visco elásticas características propias de gluten.

E.L.N. Extracto libre de Nitrógeno se obtuvo de la suma total de fibra, proteína, humedad, grasa y ceniza. Estos compuestos se restaron a 100%. Llegando a concluir que se tiene la cantidad de carbohidratos de cada producto. El que tuvo mayor contenido de ELN fue el control con 74.73% esto nos dice que el aumento de amaranto ayudo a disminuir el contenido de ELN y aumentando el aporte de fibra y proteína. El que tuvo menor valor fue el tratamiento 70:30 (ST: HAC) con 69.03%, seguido por 80:20 (ST: HIA) con 70.53 %. Mientras que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos 70:30 (ST: HIA) y 80:20 (ST: HAC) que se tiene 72.24 y 71.91% respectivamente.

Cuadro 5. Análisis proximal en base seca de los cinco formulaciones de tallarines (g/100 g).

Tratamientos	Humedad ± D.E	Ceniza ± D.E	Fibra ± D.E	Grasa ± D.E	Proteína ± D.E	ELN⁶ ± D.E
70:30 (ST:HAC)	7.74 ± 0.39 ^b	1.66 ± 0.08 ^a	1.48 ± 0.26 ^a	3.20 ± 0.42 ^a	14.90 ± 0.46 ^a	69.03 ± 0.87 ^d
70:30 (ST:HIA)	6.79 ± 0.17 ^c	1.33 ± 0.02 ^b	1.14 ± 0.25 ^b	3.04 ± 0.13 ^a	13.69 ± 0.09 ^c	72.24 ± 0.23 ^b
80:20 (ST:HAC)	8.85 ± 0.41 ^a	1.26 ± 0.04 ^b	1.09 ± 0.19 ^b	2.06 ± 0.13 ^b	14.21 ± 0.06 ^b	70.53 ± 0.74 ^c
80:20 (ST:HIA)	7.59 ± 0.21 ^b	1.20 ± 0.02 ^c	0.77 ± 0.09 ^c	2.01 ± 0.69 ^b	13.54 ± 0.15 ^d	71.91 ± 0.92 ^b
Control (ST)	7.80 ± 0.83 ^b	1.06 ± 0.17 ^c	0.16 ± 0.02 ^d	1.08 ± 0.17 ^c	13.18 ± 0.14 ^d	74.73 ± 0.84 ^a
Coefficiente de Variación (%)	7.38	9.3	21.83	17.38	1.98	1.29

^{a-d} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). ⁶ELN: Extracto Libre de Nitrógeno D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Análisis de Actividad de Agua (Aw). Se observó que no hubo diferencias significativas entre bloques, pero si entre tratamientos.

El control 100%, 80:20 (ST: HIA) y 70:30 (ST: HIA) obtuvieron una actividad de 0.344 entre estos tres tratamientos no existió diferencia significativa. Mientras que los tratamientos 80:20 (ST: HAC) y 70:30 (ST: HIA) obtuvieron un valor de 0.339 y 0.335. El coeficiente de variación fue de 0.511% con un R² de 86%, esto se debe a que los tallarines elaborados con un porcentaje de harina de amaranto crudo tienen un almidón

crudo a comparación de la harina integral de amaranto, siendo más susceptible a la absorción de agua por la pre gelatinización que tiene en el momento del tostado. Según (PAS 2012) menciona que una actividad de agua debajo de 0.500 en pastas no hay proliferación microbiana. Además que un producto en una actividad en agua de 0.4 a 0.3 tiene una humedad de 7 a 5%, lo cual es óptimo y tiene correlación con nuestros datos de humedad (cuadro 5). La norma de FSAI 2011 menciona que un producto como la pasta, para que salga al mercado debe tener una actividad de agua entre un rango de $\geq 0.3-0.6$.

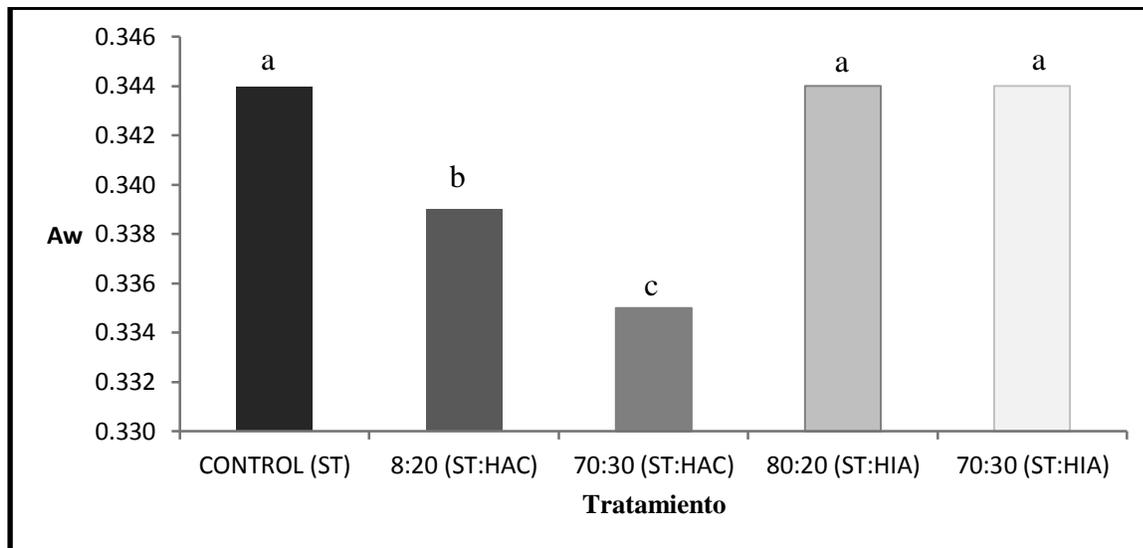


Figura 2. Análisis de Actividad de Agua.

^{a-c} Promedios con diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Aw: Actividad de agua. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Análisis de color en los cinco tratamientos. En los cuadros 6 se presentan los resultados de la medición instrumental de color en los tallarines, donde no hubo diferencia entre bloques pero sí entre tratamientos. En general, la sustitución de la semolina por cualquier otro ingrediente tiene un efecto negativo sobre el color de las pastas (Rayas *et al.* 1996). En el análisis de color realizado se obtuvieron coordenadas de color L^*a^* y b^* . Donde L^* indica la blancura (luminosidad) 100 blanco 0 negro, en a^* (+60) de color rojo, (-60) color verde donde es un indicador de la cromaticidad, y la b^* (+60) color amarillo los valores negativos (-60) de color azul (Torres 2010). Este análisis se realizó 48 h después de ser elaborados los tallarines.

El índice de luminosidad de las pastas sustituidas fue significativamente menor a las pastas control, sin embargo a medida que se incrementaron los niveles de sustitución de HAC y HIA, también se incrementó el color amarillo. Respecto al rojo, fue significativamente superior para las pastas sustituidas y se incrementó a medida que aumentó la sustitución, las tonalidades de rojo probablemente se debe a que la HIA llevo un proceso de tostado, provocando que la reacción de maillard actuara en los tallarines

con aporte de HIA. Según (Naega 2011) un fideo debe tener L* de 72 a las 24 h de la producción, siendo así con nuestro control.

Cuadro 6. Análisis de color para la variable L* a* y b* de los tallarines.

Tallarines	L* ± D.E	a* ± D.E	b* ± D.E
Control (ST)	72.09 ± 2.03 ^a	1.10 ± 0.82 ^d	16.22 ± 0.19 ^c
80:20 (ST:HAC)	63.95 ± 1.40 ^b	2.45 ± 0.49 ^c	17.54 ± 0.24 ^a
70:30 (ST:HAC)	64.98 ± 2.78 ^b	3.17 ± 0.81 ^b	17.12 ± 0.42 ^b
80:20 (ST:HIA)	60.81 ± 2.53 ^c	4.16 ± 0.51 ^a	17.63 ± 0.67 ^a
70:30 (ST:HIA)	59.56 ± 0.27 ^c	4.72 ± 0.21 ^a	17.22 ± 0.37 ^{ab}
Coefficiente de Variación (%)	2.4	16.6	2.3

^{a-d} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). ^oELN: Extracto Libre de Nitrógeno D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Análisis de Textura No hubo diferencias entre repeticiones pero si entre las concentraciones y las harinas de amaranto utilizadas. Se realizó Un análisis de tensión donde se obtuvo la resistencia máxima de los tallarines expresada en Newton (Figura 3) y la extensibilidad de ruptura expresada en mm (Figura 4).

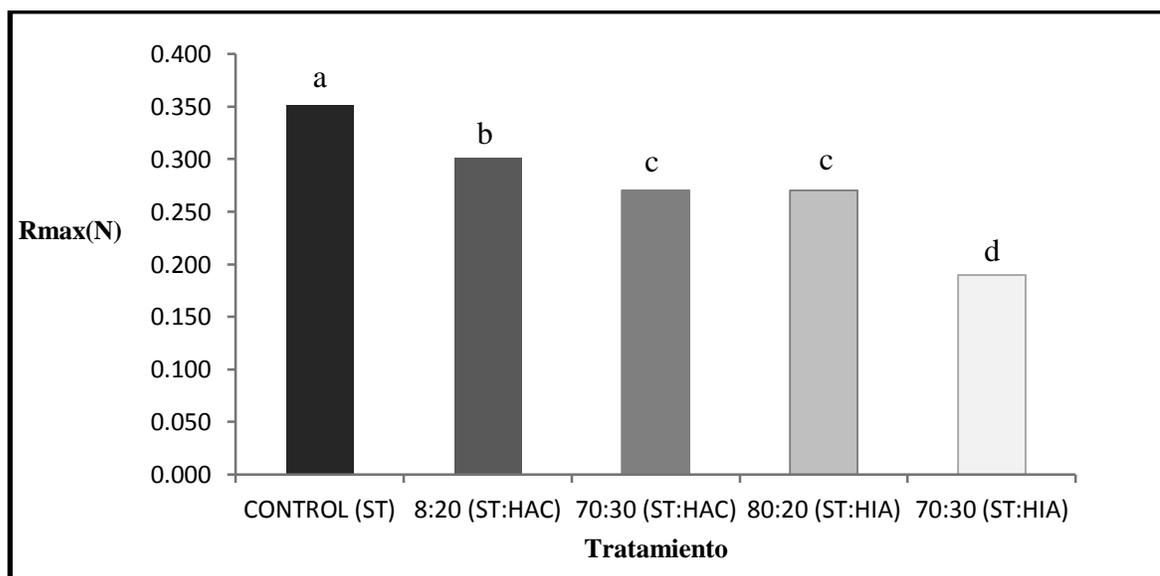


Figura 3. Propiedades de textura obtenidos en el análisis de tensión (Resistencia Máxima)

^{a-c} Promedios con diferente letra son significativamente diferentes (P<0.05)

Aw: Actividad de agua. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo. Rmax(N): Resistencia Máxima en Newton.

No hubo diferencia significativa entre repeticiones, y se obtuvo 4.41% de coeficiente de variación (Figura 3). Se observa que el control obtuvo mayor resistencia. El grado de absorción de agua de semolina de trigo es mayor con respecto a otras harinas de donde puede interferirse que la harina integral de amaranto pudo haber dificultado la gelatinización del almidón. Provocando una menor resistencia a diferencia del control y los tallarines elaborados con (ST: HAC). Al momento de la cocción de los tallarines, el almidón continúa volviéndose más espeso, más viscoso y resistente al flujo a medida que se gelatiniza. El índice de gelificación de un grano crudo es de 8%, mientras que el de un grano tostado de amaranto es 0% (Lara 2007).

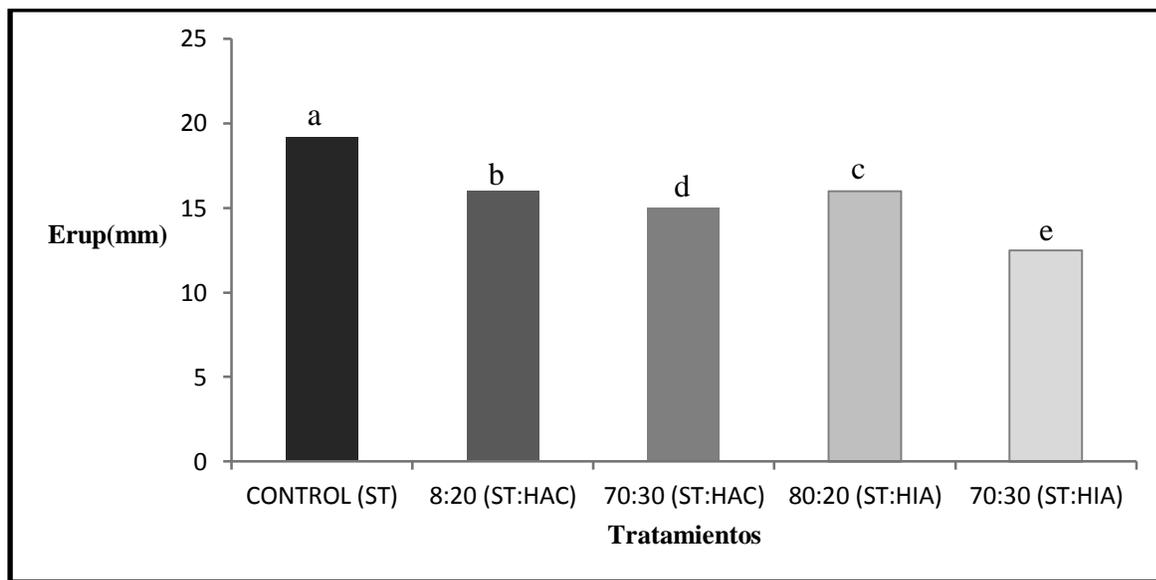


Figura 4. Propiedades de textura obtenidos en el análisis de tensión (Extensibilidad de ruptura)

^{a-c} Promedios con diferente letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

Aw: Actividad de agua. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo. Erup: Extensibilidad de Ruptura.

Como se observa en la Figura 4. El control presenta mayor extensibilidad mientras que la disminución de la firmeza es ocasionada por el cocimiento, los tallarines hechos de (ST: HIA) al tener un almidón la harina integral de amaranto por el tostado. La red proteica-almidón de la semolina de trigo pierde más rigidez, permitiendo por lo tanto una menor gelatinización de los gránulos de almidón y posteriormente se da la desintegración de los mismos (Sabanis *et al.* 2004). El efecto del calor sobre la red proteica y el almidón podrían explicar el comportamiento de la elasticidad en los tallarines. Es por esta razón que las pastas sustituidas con harina integral de amaranto sufre un cambio profundo cuando el cocimiento ha sido prolongado, principalmente en la parte externa de la pasta donde se presenta una red proteica menos continua y los gránulos de almidón gelatinizados algunos se han deteriorado y han perdido su integridad (McCarthy *et al.* 2002).

Análisis de tiempo de cocción, aumento de peso y aumento de volumen. El comportamiento de la pasta durante y después de la cocción es el parámetro de calidad de mayor importancia para los consumidores de pastas donde se observa el tiempo de cocción, aumento de peso y aumento de volumen. Villar *et al.* 2013 menciona que las diferencias en la calidad de la pasta de la cocina tradicional se pueden explicar por las variaciones en el contenido y la composición de la proteína trigo, afectando al aumento de peso, aumento de volumen y el tiempo de cocción. En el cuadro 7 los resultados muestran el tiempo de cocción, la ganancia de peso y aumento de volumen son importantes para la evaluación de la calidad en general. Los parámetros para el aumento de peso y de volumen se relacionan con la capacidad de absorción de las masas, en la cual puede reflejar el rendimiento de la pasta. Según Ormenese *et al.* (2001) en las pastas que son elaboradas con otros tipos de harina el aumento de volumen es menor.

Aumento de Peso: Los valores encontrados para el aumento de peso en las muestras van desde 66.08% (control) y 58.2% (70:30 ST: HIA). Todos los productos tuvieron un aumento de peso siendo casi iguales al control. Cuadro 7 mostró que no hubo diferencias significativas entre cuatro tratamientos. Mientras que en los tallarines 70:30 (ST: HIA) la ganancia de peso es estadísticamente diferente a comparación del control. Según (Vidal *et al.* 2002) El grado de absorción de agua de semolina de trigo es mayor con respecto a otras harinas de donde puede interferirse ya que hay menos almidón.

Aumento de Volumen: El control mostró un aumento en volumen de 47.25%, el resto de los tratamientos obtuvieron un aumento de volumen inferior, mostrando diferencia significativa entre ellos. El aumento de volumen es proporcional al aumento de peso, Según (Hummel 1996) una pasta de calidad debe tener un incremento de volumen de 200 y 300%. Uno de los factores que evitaron este proceso fue que es una pasta más artesanal, donde el promedio se encuentra en 12 min en pasta de semolina de trigo, con una absorción de 100%. Provocando que la pasta en determinado tiempo absorba agua del ambiente y la parte de la corteza de la pasta este más seca que el interior. El aumento de volumen es dependiente del contenido y calidad de proteína que tiene la semolina de trigo (Ormenese *et al.* 2001).

Tiempo de cocción: Es definido como el tiempo necesario para desaparecer el color blanco en el eje central de la pasta (parte no hidratada). Esto se verifica cuando se comprime entre dos placas acrílicas. En los tratamientos no hubo diferencia significativa entre repeticiones ($P > 0.05$), pero si diferencia entre harinas agregadas como también entre tratamientos. En este estudio se observó que los tallarines 70:30 (ST: HAC) tardaron más tiempo en cocerse (20 min). Seguido por el tratamiento 80:20 (ST: HAC) con 15.67 min, el control obtuvo un valor de 12.33 min en llegar a cocción y por últimos los tallarines 80:20 (ST: HIA) con 10.33 min y 70:30 (ST: HIA) con 8.07 min. Según (Cruz 2004) el tiempo de cocción de una pasta fresca a base de semolina de trigo debe estar entre 10 y 13 min para pastas artesanales. Se toma en cuenta que la pasta no está extruida ya que Shiau 2001 y Oliveira *et al.* 2004 observaron que el aumento de la humedad en la harina y un aumento en la temperatura de la mezcla, dio lugar a la disminución de tiempo de cocción en masas precocinadas.

Esto puede ocurrir debido a que el proceso de gelatinización es más largo, dando como resultado menor tiempo de cocción. Por otra parte, se puede observar que el tiempo de cocción es directamente proporcional con la cantidad de harina de amaranto crudo, a diferencia de la harina integral de amaranto, que es inversamente proporcional con el tiempo de cocción. Los tallarines hechos con (HIA) al reducir la cantidad de gluten, provocan una menor absorción de agua, reduciendo el tiempo de cocción (Sanchez 2009). Otro aspecto a evaluar es el grano de amaranto antes y después del reventado, ya que están relacionados con la susceptibilidad de almidón a la acción enzimática de fitatos (Wankhede *et al.* 1989) reportan que el almidón gelatinizado es más susceptible que el crudo y la degradación enzimática. Sin embargo, según algunos autores (Calixto *et al.* 1992) y (Abia 1991), por efecto del calor, se puede formar algún tipo de almidón resistente. En *Amranthus paniculatus* se ha encontrado que la cocción al ambiente o bajo presión incrementa el contenido de almidón resistente, en tanto que el tostado, la extrusión y el freído ocasionan el descenso en el nivel de este componente (Perchure y Lulkarni 1997). Al momento de la cocción de los tallarines, el almidón continúa volviéndose más espeso, más viscoso y resistente. El índice de gelificación de un grano crudo es de 8%, mientras que el de un grano tostado de amaranto es 0% (Lara 2007). Lo cual provoca el aumento en tiempo de cocción y ayuda a tener una mejor textura en el producto (Figura 3 y 4).

Acidez Alcohólica. La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria – (ANVISA BRASIL 2000), tiene como norma un máximo de 10 % de acidez alcohólica. Una variación más allá de este límite se debe considerar como una señal de alarma desde el punto de vista de la salud (Ferreira 2002). Sin embargo, ya que sustituye la semolina de trigo por otros tipos de harinas, existe una tendencia que el valor de la acidez alcohólica del producto aumente gradualmente en proporción a aumentar la sustitución (Casagrandi *et al.* 1999). En el estudio no hubo diferencia significativa entre repeticiones ni en la cantidad de proporción agregada, pero si entre tipo de harina ($P < 0.05$).

En el Cuadro 7, se muestra el porcentaje de acidez que tuvo cada tratamiento. Se puede observar que los tallarines 70:30 (ST: HIA) obtuvo 4.08% seguido por el control con 4.13%, ambos no tuvieron diferencia significativa ($P > 0.05$). Los tallarines 80:20 obtuvieron 4.54%. Los que tuvieron mayor valor en la acidez alcohólica fueron los tallarines elaborados con semolina de trigo y harina de amaranto. Las proporciones 20 y 30% no tuvieron diferencia significativa, con un valor de 5.38 y 5.42% ($P > 0.05$) respectivamente.

Todos los tratamientos estuvieron debajo del rango establecido, lo que nos indica que hubo un excelente control en los estándares de inocuidad durante la operación de procesamiento. Aun así la diferencia entre tratamientos se debe a la humedad y la actividad enzimática. Ya que la harina de amaranto es más susceptible a la degradación enzimática a diferencia de la harina integral de amaranto (Lara 2007)

Cuadro 7. Análisis de Aumento de peso, aumento de volumen, tiempo de cocción y acidez alcohólica en tallarines.

Tallarines	%A.P ^o ± D.E	% A.V. [®] ± D.E	T. C. [©] ± D.E	% A.A ^³ ± D.E
Control (ST)	66.08 ± 2.60 ^a	47.25 ± 0.27 ^a	12.33 ± 1.51 ^c	4.13 ± 0.14 ^c
80:20 (ST:HAC)	63.40 ± 1.60 ^a	46.30 ± 0.42 ^b	15.67 ± 0.57 ^b	5.38 ± 0.14 ^a
70:30 (ST:HA)	63.43 ± 2.54 ^a	45.36 ± 0.13 ^c	20.00 ± 1.00 ^a	5.42 ± 0.13 ^a
80:20 (ST:HIAC)	62.52 ± 2.09 ^a	44.28 ± 0.39 ^d	10.33 ± 1.53 ^{dc}	4.54 ± 0.19 ^b
70:30 (ST:HIA)	51.20 ± 3.36 ^b	39.45 ± 0.53 ^e	8.07 ± 1.43 ^d	4.08 ± 0.13 ^c
Coefficiente de Variación (%)	3.7	0.7	8.5	3.2

^{a-d} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo. ©T.C: Tiempo de cocción en minutos; ®A.V: Aumento de Volumen; oA.P: Aumento de Peso; ³ A.A: Acidez Alcohólica; D.E: Desviación Estándar.

Análisis Sensorial de atributos por aceptación con escala hedónica. En el presente estudio, se llevó a cabo la evaluación sensorial de los tallarines cocidos con el objetivo de seleccionar el mejor tratamiento adaptado por porcentaje. De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis sensorial se puede observar que hubo diferencia significativa entre tratamiento (P<0.05) en los atributos de apariencia, textura, aroma, dulzura, sabor y aceptación general. Para los tratamientos se evaluó con 1 “me desagrada extremadamente” y 9 “me agrada extremadamente”.

Apariencia. La apariencia de los tratamientos tuvo diferencia significativa (P<0.05). Los tratamientos se ubicaron entre siete y cuatro de la escala hedónica. Donde el control fue el mejor con 6.9 y el peor fue el tratamiento 70:30 (ST: HIA) con 4.01. Esto puede ocurrir ya que los tallarines sustituidos con harina integral de amaranto llegaban a deshacerse y perder firmeza por la falta de gluten. A diferencia de los tallarines con sustitución de harina de amaranto crudo llegaron a tener mejor apariencia, a comparación de los tallarines con harina integral de amaranto, esto puede ser por el efecto que realizó el tostado.

Textura. Se observó que en los tallarines 70:30 (ST: HIA) hubo disminución en apariencia y textura. Esto era de esperar dado que al disminuir la semolina de trigo, se reduce el contenido de gluten y por lo tanto la consistencia, la cual determina en gran medida la pasta. En general, al sustituir la semolina de trigo por las otras harinas se alteraron las características de calidad sensorial de las pastas, particularmente la textura. Esto coincide con lo reportado por Granito *et al.* 2003, quien detectó que a un 50% de sustitución de semolina de trigo el producto se desintegra durante la cocción. El estudio de Rayas *et al.* 1996 detectó cambios significativos en la textura sensorial de pastas sustituidas el 30% con harinas de amaranto y lúpulo. Los defectos sensoriales fueron

superados mediante la adición de ingredientes como goma guar y aceite vegetal, además de mejorar la apariencia y la textura. Prabhasankar *et al.* 2007, informó que agregar aceite vegetal en la fabricación de fideos resultaron en una menor pérdida por cocción, color amarillo cremoso, firme y no pegajosa. La capacidad de absorción de agua en el momento de la rehidratación que se produce en los tallarines se incrementó mediante la adición de goma guar (Sánchez *et al.* 1995).

Aroma y dulzura. El control fue el más aceptado entre los atributos de aroma y dulzura. Todos los tratamientos menos el tratamiento 70:30 (ST: HIA) se encontraban entre me agrada poco y me agrada moderadamente de la escala hedónica. Los tallarines 70:30 (ST: HIA) tuvieron una aceptación en aroma y dulzura de 5.32 y 4.32. Aunque la harina integral de amaranto (HIA) es más dulce y tiene mejor aroma por el tostado. Los tallarines hechos con harina de amaranto crudo (HAC) y trigo, tuvieron mejor aceptación en estos atributos.

Sabor. El sabor entre los tratamientos se encontraba entre me agrada poco, excepto el tratamiento con 70:30 (ST: HIA) que fue evaluada con me desagrada poco. Esto se debe a que los tallarines no fueron acompañados con otro producto, como salsas o aderezos.

Aceptación General. Todos los tratamientos menos 70:30 (ST: HIA) estuvieron en una escala hedónica de me agrada poco. Únicamente el tratamiento 70:30 (ST: HIA) tuvo un valor de 4.72 (me desagrada poco). Si hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 8. Análisis sensorial de tallarines con diferentes atributos.

Tratamientos	Atributos					
	Apariencia ± D.E	Textura ± D.E	Aroma ± D.E	Dulzura ± D.E	Sabor ± D.E	Aceptación ± D.E
Control (ST)	6.90 ± 1.58 ^a	6.62 ± 1.76 ^a	6.77 ± 1.56 ^a	7.01 ± 1.66 ^a	6.81 ± 1.66 ^a	6.94 ± 1.56 ^a
80:20 (ST:HAC)	6.33 ± 1.59 ^b	6.41 ± 1.52 ^b	6.67 ± 1.27 ^a	6.82 ± 1.31 ^a	6.81 ±1.38 ^a	6.72 ± 1.19 ^b
70:30 (ST:HAC)	6.22 ± 1.65 ^b	6.41 ± 1.59 ^b	6.44 ± 1.22 ^b	6.27 ± 1.33 ^b	6.17 ± 1.74 ^b	6.36 ± 1.29 ^b
80:20 (ST:HIA)	5.47 ± 1.54 ^c	5.99 ± 1.64 ^b	6.09 ± 1.54 ^b	5.81 ± 1.41 ^c	6.06 ± 1.54 ^b	6.10 ± 1.44 ^c
70:30 (ST:HIA)	4.01 ± 1.77 ^d	4.89 ± 2.00 ^c	5.32 ± 1.72 ^c	4.32 ± 1.76 ^d	4.85 ± 1.87 ^c	4.72 ± 1.68 ^d
Coefficiente de Variación (%)	23.44	22.06	18.47	21.28	23	18.99

^{a-d} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). ^oELN: Extracto Libre de Nitrógeno D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Correlación de atributos de análisis sensorial. Se realizó un análisis de correlación entre las variables apariencia, textura aroma dulzura, sabor y aceptación general con el objetivo de observar el comportamiento entre los atributos sensoriales. En este caso se pudo observar que todos los atributos se correlacionaron de una manera alta positiva $|r| > 0.7$, lo cual indica que la apariencia se relaciona con la textura, la textura con el aroma, el aroma con la dulzura, la dulzura con el sabor y la aceptación general con todos los atributos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial.

Atributos sensoriales	Apariencia	Textura	Aroma	Dulzura	Sabor	Aceptación
Apariencia	1	0.803 ¹	0.671	0.770	0.666	0.801
Textura	0.802	1	0.719	0.688	0.672	0.759
Aroma	0.671	0.719	1	0.673	0.684	0.772
Dulzura	0.770	0.688	0.672	1	0.815	0.853
Sabor	0.666	0.672	0.684	0.815	1	0.871
Aceptación	0.801	0.759	0.772	0.853	0.871	1
P<0.05	<.0001 ²	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

1: Grado del coeficiente de correlación de Pearson. 2: Nivel de significancia = valores menores de 0.05 indican que sí existió correlación significativa.

P: Probabilidad. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Estudios demuestran que la calidad sensorial de la pasta se encuentra relacionada con distintas características que hacen que la misma sea apreciada por el consumidor (Oliveira *et al.* 2004). Los resultados de este estudio exponen que a pesar que los atributos de apariencia, textura, aroma, dulzura y sabor tienen correlación con la aceptación general, el atributo sabor es el que tiene una mayor correlación. La pasta al no tener un sabor específico, llega a complementarse con todo tipo de alimentos.

Cuadro 10. Análisis de correlación entre apariencia y color (L*, a* y b*).

Color y Apariencia	L*	a*	b*	Apariencia
L*	1.00000*	-0.84668	-0.41073	0.54926
a*	-0.84668	1	0.72651	-0.77669
b*	-0.41073	0.72651	1	-0.70686
Apariencia	0.54926	-0.77669	-0.70686	1
P<0.05	<.0001**	<.0001	<.0001	<.0001

*Grado de coeficiente de correlación de Pearson. **Nivel de significancia= valores menores de 0.05 indican que si existió correlación significativa. P: Probabilidad. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

Se puede observar que el Cuadro 10 que hay una correlación entre apariencia del atributo del análisis sensorial con los análisis de color. Se observa que a mayor incremento de luminosidad (L*) les agrado más a los panelistas. Mientras que en a* y b* es al contrario. Mientras más rojo y amarillo tienen los tallarines son menos aceptados por los panelistas.

Análisis de calcio y hierro en tres tratamientos.

El análisis de minerales se realizó en relación con los fideos 100% trigo, 80:20 (ST: HIA) y 70:30 (ST: HAC). Los tallarines elaborados con harina de amaranto presentaron un incremento en minerales de 50%. El contenido de hierro se incrementó 170% y el de calcio 142%.

Cuadro 11. Contenido en base seca de Ca y Fe en tres diferentes tallarines (mg/100g).

Tallarines	Calcio ± D.E.	Hierro ± D.E.
Control (ST)	16.90 ± 1.64 ^b	0.94 ± 0.06 ^b
80:20 (ST:HIA)	38.93 ± 1.03 ^a	2.37 ± 0.59 ^a
70:30 (ST:HAC)	40.93 ± 2.34 ^a	2.54 ± 0.42 ^a
Coefficiente de Variación (%)	6.17	18.31

^{a-d} Promedios con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes (P<0.05). D.E: Desviación Estándar. ST: Semolina de trigo; HIA: Harina integral de amaranto; HAC: Harina de amaranto crudo.

No hubo diferencia significativa entre el aporte de minerales de dos concentraciones de amaranto. El estudio de Drago *et al.* 2007 reporta un incremento en calcio de 180% y de hierro 230% sustituyendo 20 % de semolina de trigo por harina integral de amaranto. El escaso aporte potencial de Hierro en los tallarines se atribuye a la degradación del promotor (amasado, almacenamiento y cocción) (Drago *et al.* 2007).

4. CONCLUSIONES

- Los tallarines elaborados con una sustitución hasta 30% de harina de amaranto crudo presentaron características de calidad requerida para este producto.
- La sustitución parcial de 20% de harina de amaranto mejoró significativamente el contenido nutricional en fibra con un incremento de 60% y en minerales en 130% y manteniendo las características físicas de tallarines.
- Los tallarines 20:80 (ST: HAC) y 30:70 (ST: HAC) fueron los más aceptados por los panelistas, donde influyo el sabor.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar el análisis sensorial con panelistas entrenados.
- Realizar el análisis de vida de anaquel en los tallarines elaborados de harina de amaranto crudo.
- Reformular las formulaciones si se realiza el estudio con un extrusor.
- Realizar análisis de aminoácidos en los tallarines con amaranto.
- Medir el perfil de viscosidad del almidón de la harina de amaranto crudo e integral.
- Hacer análisis sensorial con panelistas entrenados.

6. LITERATURA CITADA

Abia, R. 1991. Resistant starch: an indigestible fraction of foods. *Grasas y Aceites*, 3, 239-242.

American Association of Cereal Chemists (AACC). 1995. Approved methods of the AACC 16.50.

ANVISA (Ministério Da Saúde. Agência Nacional De Vigilância Sanitária). 2000. Resolução RDC nº 12, Brasília, Brasil, (en línea). Consultado el 14 de junio de 2014. Disponible en <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/htm>

Astaíza M., L, Ruiz. y A, Elizalde. 2010. Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) y zanahoria (*Daucus carota*). Tesis Msc. Universidad del Cauca, Facultad Ciencias Agropecuarias, Popayán, Colombia.

BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2001. Aerobic Plate Count. Chapter 3.

BAM (Bacteriological Analytical Manual). 2002. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. Chapter 4.

Bressani, R. 2001. Artículo “Propiedades de la harina de amaranto y “Efectos de la temperatura en la harina de amaranto” Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Guatemala, C.A

Calixto, F., I, Goñi., L, Bravo. y E, Mañas. 1992. Formation of resistant starch in deproteinized and non-deproteinized beans. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2, 109-111.

Codex Alimentarius. 2014. Alimentos complementarios para lactantes y niños pequeños, (en línea). Consultado el 21 de Julio de 2014. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net/gsfonline/foods/details.html;jsessionid=B3A18D06C-C2D9F84642985505DE274CB?id=228>

CODEX ALIMENTARIO. 2006. Norma Del Codex Para Los Fideos Instantaneos. Codexstan 249-2006, p. 1-2 (en línea). Consultado el 12 de agosto de 2014 Disponible en file:///C:/Users/victor.vedia/AppData/Local/Temp/CXS_249s.pdf

Dalla, M., L, Cencisc., P, Pittia. y D, Mastrocola. 1996. Kinetics of physic-chemical and rheological modification of different pasta products during cooking process. Italian Food Beverage Technol. VII: 15-19.

Casagrandi, D., M, Canniati., J, Salgado., A, Pizzinatto. y N, Novaes. 1999. Análise tecnológica, nutricional e sensorial de macarrão elaborado com farinha de trigo adicionada de farinha de feijão-guandu. Revista de Nutrição, v. 12, n. 2, p. 137-143.

Cruz, R. 2004. Efeito da adição de CO₂ nas características tecnológica e sensorial do macarrão massa fresca tipo talharim. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 28, n. 4, p. 848-855.

Drago, S., V, Rodriguez., N, Pellegrino. Y M, Valencia. In vitro measurement of available iron in fortified foods. Food Res Int. 2002; 35:85-90

Dyner, L. 2007. Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. 1, Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, Argentina, 2007, Vol. 57.

Escrache, F. y R, Doménech. 2006. Quatily protein maize (*Zea maya L.*) tempeh flour through solid state fermentation process. Lebensm.-Wiss. U.-Technol, 37:59-67.

FAO. 1990. Nutrición y Composición Química. Food and Agriculture Organization, (en línea). Consultado el 12 de agosto de 2014 Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro01/Cap7.htm#Top>.

Farfán, A., V, Caselato. y J, Sousa. 2012. State of Knowledge on Amaranth Grain: A comprehensive Review. Nr.4, United States: Institute of Food Technologists, Vol. 77.

Ferreira, S. 2002. Controlada qualidade em sistemas de alimentação coletiva I. São Paulo, Brasil. Capítulo 6, p.49-150.

FSAI (Food Safety Authority of Ireland). 2011. Validation of Product Shelf-Life (Revision I), 1-904465-33-1, p. 45-52.

Granito, M., A, Torres. y M, Guerra. 2003. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz yuca y frijol, Caracas, Venezuela. INCI v28 n.7. 0378-1844

Hedley, A., L, Ogden. y D, Jhonson. 2004. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. United States: 291(23): 2847-50.

Hummel, C. 1996. Macaroni Products: manufacture, processing and packing. 2. ed. London: Food Trade Press, p. 287.

Kill, R. 2001. Tecnología de la elaboración de pasta y sémola. Madrid: ACRIBIA, S.A., 2001. 84-200-1031-6.

Lara, N. 2007. Estudio del efecto de la expansión por aire caliente en las propiedades Físico Químicas Nutricionales y Sensoriales de la Semilla de Amarantho (*Amaranthus caudatus*). Tesis M.Sc. En ciencia de alimentos. Quito, Ecuador, p. 15-22.

McCarthy, K., J, Gonzalez. y M, McCarthy. 2002. Change in moisture distribution in lasagna pasta post cooking. *J. Cereal Sci.* 67 (5): 1785-1789.

Megaceda. 2006. Sobre la Harina. CARRION S.L Fábrica de Harinas Megaceda (en línea). Consultado el 20 de agosto de 2014. Disponible en <http://harinascarrion.blogspot.com/2009/03/sobre-la-harina-es-la-materia-prima.html>

MINSA/DIGESA-V.01. Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y bebidas de Consumo Humano, (en línea). Consultado el 20 de julio de 2014. Disponible en <file:///D:/%20documento%20de%20microbiologia%20Max%20y%20Min.pdf>

MINSA (Ministerio de Salud). 2003. Permiso sanitario de funcionamiento para establecimientos y regulaciones de Máximo y Mínimo permitido Coliformes totales y Aerobios Mesófilos. Guanajuato, México.

Naega. 2011. Asian noodle color, (en línea). Consultado el 12 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.wheatflourbook.org/p.aspx?tabid=45>

Norma Técnica Ecuatoriana. 2000. Pastas Alimenticias o fideos. Requisitos. NTE INEN 1 375:2000, p 6-8.

Norman, W. 1989. ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. México: AVI PUBLISHING COMPANY. INC., 1989. 968-26-0385-4.

Oliveira, D., P, Ummadi., W, Chenoweth. y M, Uebersax. 2004. The influence of extrusion processing on iron dialyzability, phytates and tannins in legumes. *Journal of Food Processing and Preservation.* 1995; 19:119-131.

Organización de las Naciones Unidad para la Alimentación (FAO). 2014. Macronutrientes: carbohidratos, grasas y proteínas. Capítulo 9 (en línea). Consultado el 12 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0d.htm>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2007. Qual é a recomendação de ingestão de fibras alimentares para adultos (en línea). Consultado el 11 de agosto de 2014 Disponible en <http://www.nutritotal.com.br/perguntas/?acao=bu&categoria=26&id=426>

Ormenese, R., V, Faria., R, Gomes., K, Yotsuyanagi. 2001. Massas alimentícias não convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. *Brazilian Journal of Food Technology*, 4. 67-74.

Parra, M. 2010. Canasta Familiar. Inflación.com. Finalcial red, (en línea). Consultado el 29 de Octubre de 2013. Disponible en <http://inflacion.com.co/canasta-familiar.html>.

Perchuer, A. y R, Kulkarni. 1997. Effect of food processing treatment on generation of resistant starch. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 48, 257-260.

Porr, M. 2012. Amaranto planta latinoamericana con fuerzas colosales, Guanajuato Mexico. *Revista Mexicana de semillas* p.11-13.

Prabhasankar, P., R, Jyotsna., Indrani. y G, Vanketeswara. 2007. Influence of whey protein concéntrate additives, their combinations on the quality and microstructure of vermicelli made from Indian *T. Durum* wheat variety. *Journal of Food Engineering* 80:1239-1245

PAS (Premier Analytical Services). 2012. Water Activity (aw) in Food- A Key Intrinsic. Buckinghamshire, United Kingdom.

Rayas, K. M, Mock. y C, Satterlee. 1996. Quality of spaghetti containing buckwheat, amaranth and lupin flours. *Cereal Chem.* 73: 381-387.

Sabanis, D., G, Dokastakis. y J, Gonzales. 2004. New formulations for the production of pasta (lasagna) products enriched with chickpea flour. *J Sci Food Agric*; 63:66-73.

Salvador, J. 2009. Estudio de factibilidad técnica para la producción de harina de amaranto. Tesis doctoral. El Salvador. Universidad de El Salvador. 75-85p.

Sánchez, P. 2009. Instrumental measurement of physical properties of cooked Asian wheat flour noodles. *Cereal Chem.* 83: 42–51.

Sánchez, V., G, Barthological. y A, Polosof. 1995. Rheological properties of food gums as related to their water binding capacity and to soy protein interacción. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 28: 380-385

Shiau, S. 2001. Effects of alkali and acid on dough rheological properties and characteristics of extruded noodles. *Journal of Cereal Science*, 33, 27-37.

Silvinal, L., R, Malaga. y J, Rebollo. Desarrollo y evaluación en las propiedades Físico Químicas Nutricionales y Sensoriales en tortillas a base de harina de Amaranto (*Amaranthus caudatus*). Tesis M.Sc. En ciencia de alimentos. Queretaro, México, p. 15-22.

Singh, A., M, Sánchez., F, Morales., S, Maya. y V, Ramos. 2005. Processing Nutritional Quality and Sensory Evaluation of Amaranth Enriched Corn Tortilla, v. 52, n. 6. *Journal of Food Science*-1613.

Smewing, J. 1995. Analyzing the texture of pasta for quality control, Rig Kieffer. *Cereal Foods World*, p. 8-12.

Tamices Normas: ISO 2210.1-ASTM E-11-95. Cadena Industrial. Tamices con tela metálica, (en línea). Consultado el 14 de junio de 2014. Disponible en <http://www.cosela.es/imagenes/galeria/0.45445100%201317656605.pdf>

Torres, V. 2010. Determinación del Potencial Nutritivo y Funcional de Guayaba (*Psidium guajava L.*), Cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) y Camu Camu (*Myrciaria dubia Vaugh*). Tesis doctoral. Quito, Ecuador. Universidad de El Salvador. 75-85p.

Vidal, C., D, Vasquez. y F, Mariné. 2002. Guía de Nutrición y Salud: La pasta y su papel en la dieta Mediterránea. Barcelona, (en línea). Consultado el 3 de Septiembre de 2014. Disponible en <http://www.nutriguia.com>

Villar, J., J, Ruano., M, Silva. y J, Ascheri. 2013. Caracterização e avaliação sensorial de massas alimentícias enriquecidas com casca de ovo de galinha (*Gallus gallus, L.*) em pó.

Wankhede, D., Gunhal, B., Sawate, A., Patil, H., Bhosale, M. y Walde, S. 1989. Studies on isolation and characterization of starch from Rajgeera grains (*Amaranthus paniadatus Lin.*). Starch, 5, 167-171.

Whalen, P., Bason, M. and Williams, P. 2007. Measurement of extrusion effects by viscosity profile using rapid viscoanalyser. Cereal Foods World, Saint Paul, v. 42, n. 6, p. 469-475.

7. ANEXOS

Anexo 1. Hoja de evaluación sensorial

Hoja de Evaluación Sensorial
Prueba De Aceptación Tallarines.

Nombre:

Fecha:

Instrucciones:

- Se presentaran 5 muestras de tallarines, un trozo de Manzana verde y un vaso con agua; pruebe las muestras de izquierda a derecha, en el orden que se le presenten.
- Limpie su paladar con agua y manzana, antes y después de cada muestra.
- Evalúe la apariencia antes de probar cada muestra. Marque con una X el cuadro indicando su grado de aceptación.
 1. Me desagrada extremadamente.
 2. Me desagrada mucho.
 3. Me desagrada moderadamente.
 4. Me desagrada poco.
 5. Ni me agrada ni me desagrada.
 6. Me agrada poco.
 7. Me agrada moderadamente.
 8. Me agrada mucho.
 9. Me agrada extremadamente.

Muestra:

Atributos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Apariencia									
Color									
Aroma									
Textura									
Sabor									
Aceptación General									