

**Evaluación de la sustitución parcial de harina
blanca de trigo (*Triticum aestivum*) por harina
integral y la disminución del contenido de
azúcar en las características sensoriales y
fisicoquímicas de semitas hondureñas**

Anny Karina Inestroza Andino

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano

Honduras

Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de la sustitución parcial de harina
blanca de trigo (*Triticum aestivum*) por harina
integral y la disminución del contenido de
azúcar en las características sensoriales y
fisicoquímicas de semitas hondureñas**

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

Anny Karina Inestroza Andino

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2015

Evaluación de la sustitución parcial de harina blanca de trigo (*Triticum aestivum*) por harina integral y la disminución del contenido de azúcar en las características sensoriales y fisicoquímicas de semitas hondureñas

Presentado por:

Aenny Karina Inestroza Andino

Aprobado:

Sandra Espinoza, M.Sc.
Asesora Principal

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

Adriana Hernández, D.S.P.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Asesor

Evaluación de la sustitución parcial de harina blanca de trigo (*Triticum aestivum*) por harina integral y la disminución del contenido de azúcar en las características sensoriales y fisicoquímicas de semitas hondureñas

Anny Karina Inestroza Andino

Resumen. Las semitas, son un tipo de pan dulce, elaboradas a partir de harina blanca refinada, son altamente preferidas por los hondureños por su agradable sabor dulce. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la sustitución de harina blanca de trigo por harina integral y la disminución del contenido de azúcar en las características sensoriales y fisicoquímicas de semitas hondureñas. Se evaluaron dos proporciones de harina blanca de trigo y harina integral 25:75%, 50:50% y dos niveles de azúcar 100 y 75%. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 2 x 2 y dos medidas repetidas en el tiempo (días cero y tres) con tres repeticiones. Se evaluó la aceptación de los tratamientos utilizando una escala hedónica de cinco puntos, se realizaron análisis físicos de color y textura, análisis químicos de pH y Aw. Se seleccionaron los dos mejores tratamientos de la prueba de aceptación para ser comparadas con el control en una prueba de preferencia. La formulación con 25% harina integral y 100% azúcar, fue el tratamiento más aceptado. Se determinó que la harina integral influyó en el parámetro de color L, aumentó la firmeza, la Aw y generó cambios en la apariencia de la semita, otorgándole un leve oscurecimiento. En el caso del nivel de azúcar, influyó en el parámetro de color a debido a la caramelización. Se recomienda la realización de formulaciones en otros tipos de pan dulce para determinar si se encuentran diferencias en la aceptación del producto en comparación con el control.

Palabras clave: Fermentación, gluten, panificación, reducido en azúcar.

Abstract: Semitas, are a type of sweet bread made from white refined flour, they are highly preferred by the Honduran people do to their enjoyable sweet flavor. The aim of this study was to determine the effect of the replacement of white flour with whole wheat flour and the reduction of sugar in the physicochemical and sensory characteristics of Honduran semitas. Two proportions of white wheat flour and whole wheat flour were evaluated, 25:75%, 50:50% and two levels of sugar 100% and 75%. A complete block design was used with a factorial arrangement of 2x2, three repetitions and two repeated measures in time (Day 0 and 3). The acceptance of the treatments was evaluated using a hedonic scale of 5 points, physical analysis of color and texture were made, as well as, chemical analysis of pH and water activity. From the acceptance test, the two best treatments were taken to be compared with the control in a preference test. The formulation with 25% whole flour and 100% sugar was the best treatment. It was determined that whole wheat flour influences in the parameter of color L, increase in firmness, water activity and appearance of the semita. The sugar level had an influence on the parameter of color due to caramelization. It is recommended the elaboration of new formulations in other types of sweet bread to evaluate difference in acceptability compared to the control.

Key words: Fermentation, gluten, bakery, reduced in sugar.

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 | 3 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 8 |
| 4. CONCLUSIONES | 22 |
| 5. RECOMENDACIONES | 23 |
| 6. LITERATURA CITADA | 24 |
| 7. ANEXOS | 27 |

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

| Cuadros | | Página |
|---------|---|--------|
| 1. | Resumen de los tratamientos de semitas hondureñas. | 7 |
| 2. | Formulación en base a porcentaje de ingredientes para el desarrollo de semitas con dos proporciones de harina blanca e integral y dos niveles de azúcar. | 8 |
| 3. | Análisis sensorial del atributo de color en semitas hondureñas. | 9 |
| 4. | Análisis sensorial del atributo sabor de semitas hondureñas. | 9 |
| 5. | Análisis sensorial del atributo textura de semitas hondureñas. | 10 |
| 6. | Análisis sensorial del atributo apariencia en semitas hondureñas. | 10 |
| 7. | Análisis sensorial del atributo de aceptación general de semitas hondureñas. . | 11 |
| 8. | Análisis sensorial de preferencia para semitas hondureñas. | 11 |
| 9. | Análisis de textura para semitas hondureñas. | 12 |
| 10. | Análisis de Aw en semitas hondureñas. | 13 |
| 11. | Análisis de pH en semitas hondureñas. | 14 |
| 12. | Análisis de color para el valor L de semitas hondureñas. | 15 |
| 13. | Análisis de color para el valor a de semitas hondureñas. | 16 |
| 14. | Análisis de color para el valor b de semitas hondureñas. | 16 |
| 15. | Costos variables en Lempiras de las formulaciones de semitas hondureñas. ... | 18 |
| 16. | Resumen de significancia estadística de los factores sensoriales de la semita hondureña e interacciones. | 20 |
| 17. | Resumen de significancia estadística de los factores fisicoquímicos de semitas hondureñas e interacciones. | 20 |
| 18. | Resumen de significancia estadística de los factores fisicoquímicos a través del tiempo de semitas hondureñas e interacciones. | 21 |
| | | |
| Figuras | | Página |
| 19. | Diagrama de flujo para la elaboración de capa de azúcar. | 4 |
| 20. | Diagrama de flujo para elaboración de pan de yema y moldeado de semita. | 5 |
| 21. | Etiqueta nutricional del tratamiento control HI0 A100 (izquierda) y el mejor tratamiento HI25 A100 (derecha) | 19 |

| Anexos | Página |
|--|--------|
| 1. Interacciones de harina y azúcar para Aw y textura en día 0 de semitas hondureñas..... | 27 |
| 2. Interacciones de harina y azúcar para Aw y textura en día 3 de semitas hondureñas..... | 27 |
| 3. Interacciones de harina y azúcar para pH en semitas hondureñas. | 28 |
| 4. Interacciones de harina y azúcar para valor L*a*b en semitas hondureñas. | 28 |
| 5. Interacciones de harina y azúcar para análisis de aceptación en semitas hondureñas..... | 29 |

1. INTRODUCCIÓN

El consumo de alimentos de grano entero, incluyendo el pan integral de trigo, ha generado un continuo interés en la población ya que ofrece beneficios a la salud por poseer compuestos bioactivos (Schmiele *et al.*, 2012). La harina de trigo integral, para ser considerada beneficiosa, debe contener todas las fracciones del grano de trigo. Aunque según la FDA permite categorizarlo beneficioso para la salud si este contiene un mínimo de 51% en peso del grano entero (FDA, 1999). La harina de trigo integral presenta ciertas ventajas nutricionales en comparación con la harina refinada, debido a que en el proceso de molienda, algunos nutrientes, como fibras, proteínas y vitaminas, son retenidas en el salvado y germen (Slavin, 2004).

Las Guías Alimentarias para Honduras (2013), recomiendan el consumo de por lo menos tres porciones de alimentos de grano entero diarios tales como cereales y granos. La FDA (2009) recomienda el consumo de valor diario de fibra alimentaria de 25 g.

Según la OMS, actualmente existen a nivel mundial más de 347 millones de personas con diabetes, se calcula que en el año 2012 murieron 1.5 millones de personas por esta enfermedad. Se estima para el año 2030, si continúa la población bajo el mismo régimen alimenticio y de malos hábitos, la diabetes será la séptima causa de mortalidad (OMS, 2014). La FDA exige que para que un alimento pueda ser llamado reducido en azúcar es necesario que contenga al menos un 25% menos de azúcar añadida, en comparación con un alimento de referencia que contenga una cantidad de azúcar habitualmente consumida (FDA, 2009).

Los productos de bollería y pastelería industrial se elaboran a partir de cuatro ingredientes básicos: harina, grasa, azúcar y huevos. Se fabrican de forma similar al pan y a otros productos de panificación, utilizando harinas de trigo con alto contenido en gluten. Estos cuatro ingredientes determinan el valor energético y nutricional, ya que son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas, minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional (Ortega *et al.*, sf).

En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería) son mucho más calóricos, por su alto aporte de azúcar, y grasas (saturadas y trans). Igualmente, contienen menos fibra dietética o fibra alimentaria del tipo insoluble, la cual está formada por partes comestibles de plantas que nuestro intestino delgado es incapaz de digerir o absorber y que llegan intactas al intestino grueso; entre ellas, se encuentran los polisacáridos distintos del almidón (EUFIC, 2005). La cantidad de vitaminas y minerales es muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en la elaboración.

Las semitas, son un tipo de pan dulce altamente preferido por los hondureños por su agradable sabor, siendo principalmente consumidas como meriendas. El aporte principal de las semitas es de carbohidratos simples, su aporte calórico es de 420 calorías por porción de 119 g, según etiqueta nutricional realizada (Figura 3). Por esta razón se busca mejorar este producto, enfocándose en la percepción del consumidor al incluir harina integral y reducir el nivel de azúcar a la formulación original de la semita.

Para el desarrollo de este estudio se plantearon los siguientes objetivos:

- Establecer un flujo de proceso y formulación para la elaboración de semitas integrales reducidas en azúcar.
- Evaluar el efecto de harina integral y la reducción azúcar en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de semitas integrales.
- Determinar los costos variables de formulación del producto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del estudio. El estudio se realizó en el Departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, localizada en el Departamento de Francisco Morazán. El proceso de elaboración de la semita, se realizó en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), los análisis fisicoquímicos, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y la elaboración de la etiqueta nutricional se realizó en el Laboratorio de Nutrición Humana.

Materiales e ingredientes. Para la elaboración de semitas integrales se utilizó harina integral y harina refinada como ingredientes principales; y también, azúcar, agua, manteca, huevos, margarina, leche entera en polvo, levadura y sal.

Equipos.

Balanza analítica Ohaus modelo V51PH3, mezcladora HOBART modelo D340, fermentador EPCO modelo BCA 3241 8HP, horno BLODGETT modelo DFG-100/200W, texturómetro INSTRON 444, colorflex Hunterlab, aqualab 3TE.

Descripción del proceso para la elaboración de semitas integrales reducidas en azúcar. Se utilizó como base la formulación y el flujo de proceso de la Planta de Innovación de Alimentos. La semita esta compuesta de un pan de yema, y una envoltura elaborada de azúcar, manteca, harina y agua. Para la elaboración de la envoltura, se pesó la manteca y azúcar para ser cremadas en la mezcladora por seis minutos y se mezcló la harina y agua por dos minutos. Se pesaron bolas de masa de 68 gramos (Figura 1). Para el pan de yema se mezclaron los ingredientes secos y húmedos, y se pesaron bolas de 68 gramos (Figura 2), para ser moldeadas con la capa de azúcar (la capa de azúcar cubre el pan de yema). Las semitas se depositaron en bandejas de aluminio engrasadas con manteca vegetal y fueron colocadas en el fermentador por 40 minutos a 60 °C con una humedad relativa de 80%, en condiciones anaeróbicas; transcurrido el tiempo de fermentado, se hornearon por 25 minutos a 150 °C. Se dejaron enfriar por 30 minutos y por último, se almacenaron en bolsas de LDPE “Low Density Polyethylene”.

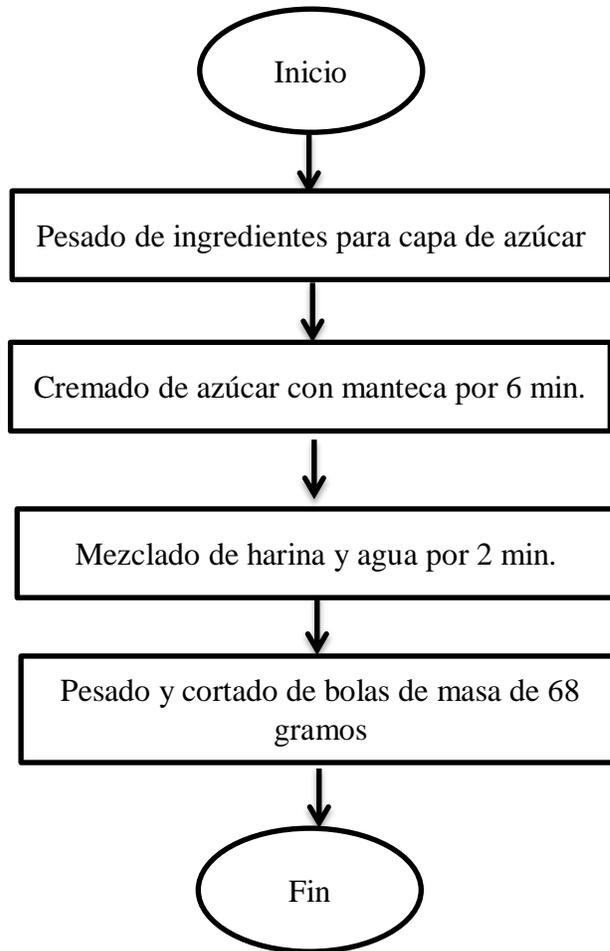


Figura 1 Diagrama de flujo para la elaboración de capa de azúcar.
Fuente: Planta de Innovación de Alimentos (PIA, 2015), Zamorano. Adaptado por el autor.

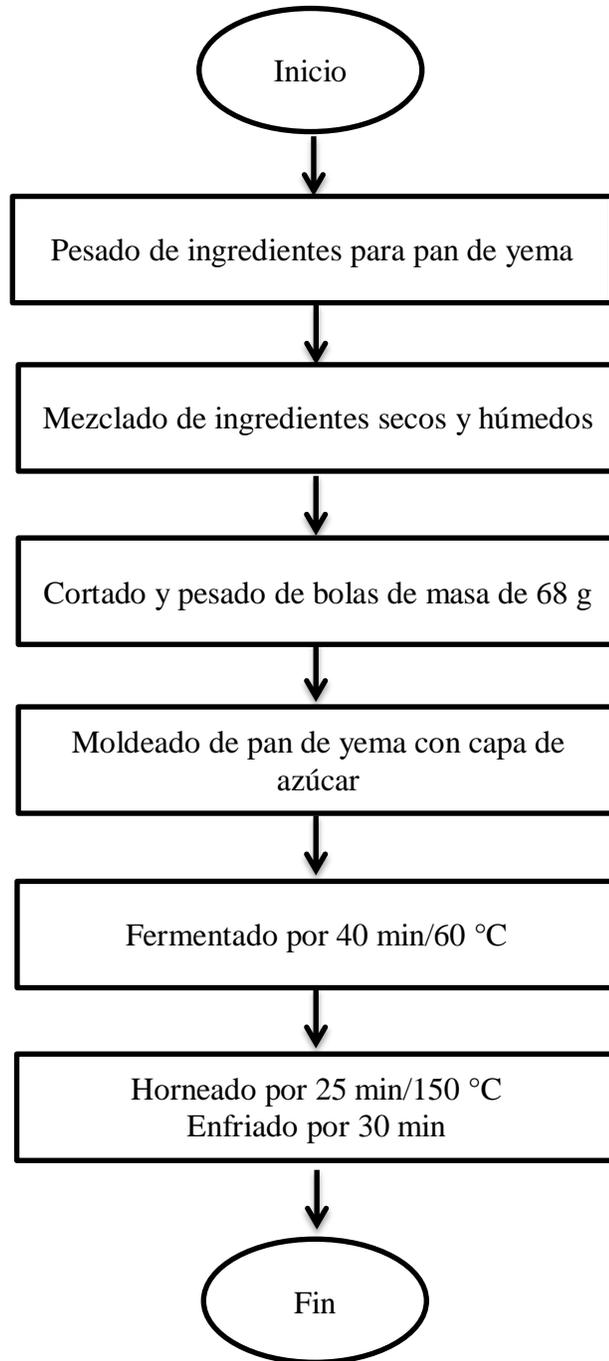


Figura 2. Diagrama de flujo para elaboración de pan de yema y moldeado de semita.
Fuente: Planta de Innovación de Alimentos (PIA, 2015), Zamorano. Adaptado por el autor.

Pruebas preliminares. Se realizó un grupo focal para determinar en qué días entre cero, tres y cinco la semita se encuentra dentro de sus mejores características sensoriales, y así determinar el momento idóneo para realizar los análisis fisicoquímicos y sensoriales. Se realizaron pruebas para determinar la formulación de los cuatro tratamientos a realizarse en este estudio, sustituyendo entre un 25 y 50% la harina blanca por harina integral de trigo y reduciendo el nivel de azúcar en la formulación final.

Fase I. Se realizó un análisis sensorial de aceptación, al día cero, para obtener los dos tratamientos más preferidos por los panelistas. Asimismo, se realizaron análisis fisicoquímicos de las semitas evaluadas a los días cero y tres de almacenamiento.

Análisis sensoriales de aceptación. Se realizaron evaluaciones sensoriales de aceptación utilizando una escala hedónica de cinco puntos, para reducir la variabilidad entre datos, siendo 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”. Los atributos que se evaluaron fueron: color, sabor, textura, apariencia y aceptación en general. El panel estaba integrado por treinta personas para evaluar cada repetición al día cero. A cada panelista se le presentaron cuatro muestras de semitas, y se utilizó agua y manzana verde como limpiadores de paladar. Se codificó cada muestra con números de tres dígitos sirviéndose en bandejas de poliestireno expandido.

Análisis físicos. Se realizó un análisis de textura utilizando el texturómetro Brookfield CT3 con el acople Yunque 57 O, con el cual se analizó la fuerza de compresión de la semita, las muestras de semitas tenían unas medidas de 20 mm de grosor, de ancho y de largo, los resultados fueron reportados en Newton (N). Los parámetros puestos en el analizador fueron: velocidad pre-ensayo 2.0 mm/s, velocidad de ensayo 2.0 mm/s, distancia de compresión 70mm, carga de activación de 0.067 N y una fuerza de compresión del 40%.

Para el análisis de color se utilizó el Colorflex HunterLab, utilizando el método AN 1018.00, que mide los valores de color L*, a*, b*. El eje L* mide la claridad y brillo de negro (0) a blanco (100). El eje a* mide el espectro de luz visible comprendido desde el color verde (-60) al rojo (+60). El eje b* mide el espectro comprendido del azul (-60) al amarillo (+60). Se hicieron 12 mediciones de la parte interna de la semita por cada unidad experimental.

Análisis químicos. Se analizó el pH en la miga en los días cero y tres con un potenciómetro Thermo Scientific modelo Oreon 5, usando 10 g de muestra en 100 mL de agua destilada, basados en el método de la AOAC 945.42. Los resultados se obtuvieron por triplicado.

Se analizó la actividad de agua (Aw) en los días cero y tres con el medidor Aqualab modelo 3TE, basado en el método AOAC 978.1. Los resultados se obtuvieron por triplicado.

Fase II. Se realizó un análisis de preferencia por ordenamiento (ranking) de los dos tratamientos más aceptados obtenidos del análisis de aceptación, versus el control, en el día cero y tres de elaboración.

Análisis sensorial de preferencia. Con base a los resultados de la prueba de aceptación, se seleccionaron las dos muestras más aceptadas para ser comparadas con el control (semitas sin harina integral y 100% azúcar). Las muestras se evaluaron con una prueba de preferencia por ordenamiento (ranking), siendo 1 la de mayor preferencia y 3 la de menor preferencia; la evaluación se realizó con un panel de 100 personas en los días cero y tres. Los datos fueron evaluados mediante el Análisis Friedman con la siguiente ecuación:

$$T = \left(\frac{12}{(b)(t)(t+1)} \right) (\sum X^2) - 3b(t + 1) \quad [1]$$

Donde b es el número de panelistas, t el número de muestras y X la suma de ordenamientos. Se calcula un valor T del experimento para compararlo con un X^2 crítico. Si T calculado es mayor a X^2 tabular, si existen diferencias significativas entre los tratamientos. Si se encuentra una diferencia entre tratamiento se realiza un análisis Fisher LSD para realizar una separación de medias para cada tratamiento.

Etiquetado nutricional. Se realizó una etiqueta nutricional del mejor tratamiento y el control utilizando el programa Food Processor versión 10.10.0

Análisis de costos variables. Se realizó un análisis de costos variables de formulación para todos los tratamientos a elaborar en esta investigación.

Diseño experimental. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con un arreglo factorial de 2 x 2, en donde los factores en estudio fueron las proporciones de harina refinada y harina de trigo integral (75:25, 50:50) y dos niveles de azúcar (100% y 75%), además de un control. Por cada tratamiento se realizaron tres repeticiones y dos medidas repetidas en el tiempo en los días cero y tres para un total de 15 unidades experimentales.

Cuadro 1. Resumen de los tratamientos de semitas hondureñas.

| Proporciones HB:HI | Nivel de azúcar (%) | |
|--------------------|---------------------|-------|
| | 100 | 75 |
| 75-25 | TRT 1 | TRT 2 |
| 50-50 | TRT 3 | TRT 4 |

HB: Harina blanca, HI: Harina integral

Análisis estadístico. El análisis estadístico fue realizado con el programa “Statistical Analysis System” (SAS versión 9.1.3). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar la significancia del modelo y de esta manera, determinar si existen diferencias estadísticas significativas entre las características fisicoquímicas y sensoriales de los cinco tratamientos, para los análisis fisicoquímicos se realizó una separación de medias LSMeans para determinar la interacción entre factores y para el análisis de aceptación sensorial se utilizó una prueba LSD. Niveles de significancia menor a 0.05 mostraron diferencias significativas y niveles mayores a esto, mostraron que no existía ninguna diferencia entre los resultados.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba preliminar. Como resultado de las pruebas preliminares, se decidió realizar los análisis fisicoquímicos y sensoriales al día cero y tres, a sugerencia del grupo focal realizado. Se seleccionaron dos porcentajes de harina integral: 25 y 50%, para ser sustituidas por la harina blanca de trigo, y dos niveles de azúcar, 100 y 75%. En el cuadro 2, se observan las formulaciones de los cuatro tratamientos y el control de las semitas elaboradas.

Cuadro 2. Formulación en base a porcentaje de ingredientes para el desarrollo de semitas con dos proporciones de harina blanca e integral y dos niveles de azúcar.

| Ingredientes | Tratamientos | | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Control HI0A100 | Trt 1 HI25A100 | Trt 2 HI25A75 | Trt 3 HI50A100 | Trt 4 HI50A75 |
| Harina todo uso | 48.31 | 36.23 | 37.64 | 24.155 | 25.09 |
| Harina integral | 0.00 | 12.08 | 12.55 | 24.155 | 25.09 |
| Azúcar | 14.96 | 14.96 | 11.66 | 14.96 | 11.66 |
| Agua | 10.80 | 10.80 | 12.24 | 10.80 | 12.24 |
| Manteca | 11.78 | 11.78 | 11.22 | 11.78 | 11.22 |
| Huevos | 0.09 | 0.09 | 7.55 | 0.09 | 7.55 |
| Margarina | 7.27 | 7.27 | 5.06 | 7.27 | 5.06 |
| Leche en polvo | 4.87 | 4.87 | 1.37 | 4.87 | 1.37 |
| Levadura | 1.32 | 1.32 | 0.62 | 1.32 | 0.62 |
| Sal | 0.60 | 0.60 | 0.10 | 0.60 | 0.10 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

Análisis sensorial del atributo color. En los resultados obtenidos por el análisis sensorial de aceptación elaborado al día cero. En lo que se refiere a color, los panelistas no lograron percibir una diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) (cuadro 3). Los panelistas no lograron percibir diferencia de color de las diferentes proporciones de harina integral y niveles de azúcar. Esto se debe a que el aporte de color por parte del salvado de trigo no varió entre las altas (50%) y bajas (25%) proporciones de harina integral agregadas en la semita.

En la escala hedónica, los tratamientos se mantuvieron entre los números tres (no me gusta ni me disgusta) y cuatro (me gusta moderadamente); los tratamientos con menor proporción de harina integral (HI25 A100 y HI27 A75), tuvieron los mayores valores en cuanto a color. Esto se puede relacionar, a que estos dos tratamientos son los que más se asemejan a la semita con harina blanca.

Cuadro 3. Análisis sensorial del atributo de color en semitas hondureñas.

| Tratamientos | Media \pm DE (NS) |
|------------------------------|---------------------|
| HI25 A100 | 4.00 \pm 0.15 |
| HI25 A75 | 4.01 \pm 0.13 |
| HI50 A100 | 3.77 \pm 0.09 |
| HI50 A75 | 3.74 \pm 0.06 |
| Coeficiente de variación (%) | 23.49 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

NS: No significancia

DE: Desviación estándar

Escala hedónica de 5 puntos, 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.

Análisis sensorial del atributo sabor. En el cuadro 4, se muestra que no hubo diferencia significativa en cuanto a sabor entre los tratamientos ($P < 0.05$). La calificación en la escala hedónica se mantuvo en tres (no me gusta ni me disgusta) para todos los tratamientos. Esto puede relacionarse a que los panelistas no lograron percibir una diferencia entre las dos proporciones adicionadas de harina integral y los dos niveles de azúcar.

Cuadro 4. Análisis sensorial del atributo sabor de semitas hondureñas.

| Tratamientos | Media \pm DE (NS) |
|------------------------------|---------------------|
| HI25 A100 | 3.52 \pm 0.13 |
| HI25 A75 | 3.47 \pm 0.10 |
| HI50 A100 | 3.52 \pm 0.19 |
| HI50 A75 | 3.47 \pm 0.16 |
| Coeficiente de variación (%) | 28.96 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

NS: No significancia.

DE: Desviación estándar

Escala hedónica de 5 puntos, 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.

Análisis sensorial del atributo textura. No se tuvo diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$). Los panelistas no lograron percibir una diferencia entre las dos proporciones de harina integral colocadas en la semita. Según la escala de cinco puntos utilizada, las respuestas de los panelistas fueron de tres, que es “No me gusta ni me disgusta”.

Cuadro 5. Análisis sensorial del atributo textura de semitas hondureñas.

| Tratamientos | Media \pm DE (NS) |
|------------------------------|---------------------------------------|
| HI25 A100 | 3.53 \pm 0.13 |
| HI25 A75 | 3.58 \pm 0.08 |
| HI50 A100 | 3.43 \pm 0.04 |
| HI50 A75 | 3.49 \pm 0.17 |
| Coeficiente de variación (%) | 30.51 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

NS: No Significancia.

DE: Desviación estándar

Escala hedónica de 5 puntos, 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.

Análisis sensorial del atributo apariencia. En el cuadro 6, se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Según la escala de cinco puntos utilizada las respuestas de los panelistas estuvieron en un rango de no me gusta ni me disgusta (3) y me gusta moderadamente (4). Estos resultados se relacionan con la cantidad de harina integral en cada tratamiento, ya que el salvado de trigo que se encuentra en la harina genera cambios en la apariencia de la semita, entre mayor proporción de harina integral, mayor será la diferenciación por parte del panelista. Esto se debe a que el salvado de trigo en la harina integral genera cambios de apariencia en la miga de la semita.

Cuadro 6. Análisis sensorial del atributo apariencia en semitas hondureñas.

| Tratamientos | Media \pm DE |
|------------------------------|----------------------------------|
| HI25 A100 | 3.86 \pm 0.05 b |
| HI25 A75 | 4.01 \pm 0.05 a |
| HI50 A100 | 3.74 \pm 0.08 c |
| HI50 A75 | 3.76 \pm 0.14 bc |
| Coeficiente de variación (%) | 20.07 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

DE: Desviación estándar

Escala hedónica de 5 puntos, 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.

Análisis sensorial del atributo aceptación general. Los resultados obtenidos muestran que los panelistas no lograron percibir una diferencia entre los tratamientos de semitas integrales ($P < 0.05$) (Cuadro 7), según la escala hedónica utilizada las respuestas de los panelistas fue de no me gusta ni me disgusta (3). Los panelistas no lograron percibir diferencia entre los tratamientos de semitas integrales, esto se asocia que con las dos proporciones de harina integral agregadas y la reducción del azúcar, los panelistas no lograron percibir una diferencia.

Cuadro 7. Análisis sensorial del atributo de aceptación general de semitas hondureñas.

| Tratamientos | Media \pm DE (NS) |
|-------------------------------|---------------------|
| HI25 A100 | 3.74 \pm 0.09 |
| HI25 A75 | 3.65 \pm 0.08 |
| HI50 A100 | 3.62 \pm 0.10 |
| HI50 A75 | 3.65 \pm 0.09 |
| Coefficiente de variación (%) | 24.88 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

NS: No Significancia.

DE: Desviación estándar

Escala hedónica de 5 puntos, 1 “me disgusta mucho” y 5 “me gusta mucho”.

Análisis de preferencia. En la prueba de preferencia por ordenamiento (ranking), las muestras se ordenaron de 1 a 3, siendo 1 el más preferido y 3 el menos preferido. Según el análisis Friedman y el análogo de Fisher LSD (separación de medias), existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el T calculado es mayor que el chi-tabular ($48.05 > 5.99$). En el cuadro 8, según la separación de medias, todos los tratamientos al día 0 presentaron diferencia estadística, siendo el control el tratamiento más preferido. Al día 3, según el Análogo de Fisher LSD, no existen diferencias significativas entre los tratamientos contra el control, (cuadro 8) se puede apreciar que al día tres a pesar de que se encontró diferencia estadística entre los tratamientos, las medias muestran que el tratamiento control fue el más preferido.

Cuadro 8. Análisis sensorial de preferencia para semitas hondureñas.

| Tratamientos | Preferencia | |
|--------------------|-------------|-------|
| | Día 0 | Día 3 |
| HI0 A100 (Control) | 148 c | 167 a |
| H25 A100 | 201 b | 204 a |
| HI25 A75 | 250 a | 229 a |

HI: Harina Integral, A: Azúcar

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

Textura. Según Szczesniak (2002), la dureza es la fuerza necesaria para alcanzar una deformación dada. El cuadro 9, muestra que los tratamientos HI25A100 y HI50A100 son similares ya que tuvieron una alta fuerza de compresión, en comparación con los otros tratamientos, esto se asocia con los resultados obtenidos por Bodová *et al.*, (2013), quienes encontraron que el contenido de azúcar influencia el desarrollo de la estructura, volumen y el contorno del pan mediante el aumento de la temperatura de gelatinización del almidón, generando así una mayor dureza en la miga de semita.

En relación al tiempo, se encontró diferencia significativa entre todos los tratamientos, la fuerza de compresión aumenta, esto se debe a la retrogradación del almidón a través del tiempo, esto disminuye la calidad del pan. La retrogradación es formada debido a que el almidón se encuentra en mayor proporción a diferencia de los demás componentes en el pan, ya que constituye alrededor del 55% del peso del pan recién horneado (Guinet y Godon, 1994). Este almidón es insoluble en agua, pero al momento del horneado, los gránulos de almidón absorben agua, se hinchan y pierden su estructura, esto se conoce como gelatinización del almidón. Al exponerse el producto a temperatura ambiente, la temperatura del almidón gelatinizado disminuye y se forma un gel progresivamente más rígido, debido a que las cadenas de amilosa y amilopectina se reorganizan bajo una forma cristalina mucho más generalizada que en el estado nativo del almidón (Morris, 1990).

El estudio realizado por Fernández & Bárcenas (2011), declaran que la miga del pan recién horneado tiene una actividad de agua superior a la de la corteza; esta diferencia provoca que el agua que se encuentra en el interior del pan se desplace a la superficie provocando una pérdida de frescura y envejecimiento de la miga del pan. Dichas características se pueden relacionar con este estudio, ya que la semita tuvo un alto nivel de compresión al día tres de almacenamiento. Rogers *et al.* (1998), confirma en su estudio que existe una relación inversa entre el contenido de humedad y la velocidad de envejecimiento del pan. Al igual que la velocidad de retrogradación del almidón en el pan es directamente proporcional al contenido de humedad.

Cuadro 9. Análisis de textura para semitas hondureñas.

| Tratamientos | Fuerza de compresión (N) | |
|------------------------------|--------------------------|------------------|
| | Día 0 | Día 3 |
| | Media + DE | Media + DE |
| HI0 A100 (Control) | 7.45 ± 0.47 bx | 14.87 ± 1.55 cy |
| HI25 A100 | 13.31 ± 0.84 ax | 35.37 ± 4.26 ay |
| HI25 A75 | 8.09 ± 0.68 bx | 22.85 ± 4.85 bcy |
| HI50 A100 | 12.33 ± 0.79 ax | 25.90 ± 7.39 by |
| HI50 A75 | 7.11 ± 1.93 bx | 20.53 ± 2.91 bcy |
| Coeficiente de variación (%) | 12.09 | 19.89 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

Medias en la misma columna con letra distinta (a-b) son estadísticamente diferentes (P<0.05), y medias en la misma fila con distinta letra (x-y) son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE: Desviación estándar

Actividad de agua (Aw). Los resultados de Aw muestran que los tratamientos son estadísticamente iguales, a excepción del tratamiento HI25 A100 el cual obtuvo la menor actividad de agua de 0.802 (Cuadro 10). Rodríguez *et al.* s.f., indicó que la actividad de agua de un pan molde debe oscilar entre 0.93 y 0.97, en este estudio la actividad de agua es relativamente baja. A estos rangos las semitas están más propensas a daños por bacterias. LabFerrer (s.f.), en su estudio de fundamentos de actividad de agua, indica que con valores entre 0.750 y 0.870, existe la proliferación de numerosas bacterias halófilas, *Staphylococcus aureus*, numerosos mohos, algunos productores de micotoxinas y numerosas levaduras de los géneros *Saccharomyces* y *Debaryomyces* (Beuchat, 1981).

En lo referente a tiempo, los tratamientos si tuvieron diferencia significativa entre días (cuadro 10). Entre tratamientos al día tres, se tuvo diferencia significativa, en el que el tratamiento HI0 A100 tuvo el mayor valor de Aw (0.858), mientras HI25 A100 tuvo la menor Aw (0.729). En el cuadro 4, se pudo observar que hubo una disminución en Aw entre el día cero y tres. Esto se encuentra relacionado con lo expuesto por Fessas & Schiraldi (1998), explicó que la humedad de la miga migra hacia la corteza del pan, dejando una miga mas seca y dura.

El salvado de trigo en la harina integral dificultó la absorción de agua por parte del gluten presente en la harina afectando así el volumen final de la semita. Estos resultados se asocian con los expuestos por Curti *et al.* (2013), donde reportaron que a mayor cantidad de salvado de trigo en la harina, menor es la capacidad de retención de agua en la matriz de la semita, por lo que se obtienen mayores resultados de Aw en comparación con el control.

Cuadro 10. Análisis de Aw en semitas hondureñas.

| Tratamientos | Día 0 | Día 3 |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Media \pm DE | Media \pm DE |
| HI0 A100 (Control) | 0.862 \pm 0.001 abx | 0.858 \pm 0.003 ax |
| HI25 A100 | 0.802 \pm 0.06 bx | 0.729 \pm 0.03 cy |
| HI25 A75 | 0.885 \pm 0.01 ax | 0.785 \pm 0.01 by |
| HI50 A100 | 0.875 \pm 0.01 ax | 0.778 \pm 0.003 bcy |
| HI50 A75 | 0.893 \pm 0.005 ax | 0.785 \pm 0.02 by |
| Coeficiente de variación (%) | 3.81 | 1.77 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes (P<0.05), y medias en la misma fila con distinta letra (x-y) son estadísticamente diferentes (P<0.05).

DE: Desviación estándar.

Análisis de pH. En los resultados de análisis de pH en miga de semita no se encontró diferencias significativas a través del tiempo evaluado (P<0.05), pero sí hubo entre tratamientos, a excepción de los tratamientos HI25 A75 (6.24), HI50 A100 (6.30) y HI50 A75 (6.28); los cuales presentan igualdad estadística (Cuadro 11). Estudios realizados en pan molde, estipulan que para tener mayor desarrollo fermentativo y máxima producción de CO₂

en la pieza de pan ya formada, se determinan valores de pH entre 5 y 6, siendo el más ajustado 5.4 a 5.8 (Rondan, sf). Asimismo, la norma mexicana NMX-F-159-s-1983 declara que el pH del pan integral y blanco oscila entre 5.3 y 5.8, lo que implica que los tratamientos no cumplen con lo requerido en esta norma, ya que se tuvieron valores de entre 6.04 – 6.30 en los dos días analizados.

Esto puede deberse a que no se tuvo un buen manejo del tiempo de fermentación de la semita, ya que a mayor cantidad de salvado de trigo en la harina, mayor debe ser el tiempo de fermentado. El pH es influenciado por el tiempo de fermentación, pues en el estudio expuesto por Jover *et al.* (2014), mencionan que durante la fermentación del pan, hay producción de ácido acético debido a la fermentación alcohólica y láctica, es así que concluyeron que a menor tiempo de fermentación menor es la producción de ácido acético, generando un pan con mayor pH.

Cuando el pH es mayor a seis se corre el riesgo de la proliferación de microorganismos tales como *Bacillus mesentericus* y *Staphylococcus aureus* (Rondan, sf). Para disminuir la alteración de pH en el pan se le adicionan componentes como el propionato de calcio y diferentes ácidos (acético, tartárico, cítrico, láctico), pero se debe tener precaución al ser usados ya que en altas cantidades interfiere en la fermentación de las levaduras (Desrosier, 2001).

Cuadro 11. Análisis de pH en semitas hondureñas.

| Tratamientos | pH | |
|------------------------------|----------------|----------------|
| | Día 0 | Día 3 |
| | Media ± DE | Media ± DE |
| HI0 A100 (Control) | 5.97 ± 0.01 bx | 6.10 ± 0.02 bx |
| HI25 A100 | 6.16 ± 0.19 ax | 6.19 ± 0.01 ax |
| HI25 A75 | 6.23 ± 0.19 ax | 6.24 ± 0.09 ax |
| HI50 A100 | 6.30 ± 0.19 ax | 6.29 ± 0.12 ax |
| HI50 A75 | 6.29 ± 0.10 ax | 6.27 ± 0.11 ax |
| Coeficiente de variación (%) | 1.53 | 1.13 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes (P<0.05) y medias en la misma fila con letra igual (x) son estadísticamente iguales (P>0.05).

DE: Desviación estándar

Análisis de luminosidad (valor L). Los análisis realizados en base al valor L de la semita, no tuvieron diferencia significativa entre los días cero y tres (P<0.05) (Cuadro 12). Pero si se obtuvo una diferencia significativa entre todos los tratamientos, exceptuando el HI50 A100 y HI50 A75 que no tuvieron diferencia significativa. El control, en relación a los otros tratamientos, obtuvo una mayor luminosidad debido a que es elaborado a partir de harina blanca refinada, la cual aporta colores más claros. El salvado de trigo, por su naturaleza, es

de color marrón rojizo, lo cual genera una menor luminosidad a medida que se va sustituyendo la harina blanca por la integral.

En un estudio realizado por Hidalgo y Brandolini (2011), declaran que el salvado de trigo si tiene un efecto en el color del pan, igualmente argumentan que en la etapa de horneado, los azúcares pueden experimentar una caramelización, o los azúcares reductores pueden reaccionar con los grupos de amino ácidos libres de las proteínas y generar una reacción de Maillard, la cual podría influenciar en el color del producto final. Dichos fundamentos se relacionan con este estudio, ya que a mayor cantidad de harina integral utilizada, se obtuvieron menores valores de luminosidad, tratamiento HI25 A75 y HI50 A100. También, los altos valores de luminosidad en el tratamiento control y HI25 A100 se pueden relacionar con la caramelización del azúcar en el pan.

Cuadro 12. Análisis de color para el valor L de semitas hondureñas.

| Tratamientos | L | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|
| | Día 0 | Día 3 |
| | Media \pm DE | Media \pm DE |
| HI0 A100 (Control) | 68.11 \pm 1.52 ax | 67.92 \pm 0.33 ax |
| HI25 A100 | 63.76 \pm 1.20 bcx | 64.45 \pm 1.46 ax |
| HI25 A75 | 66.10 \pm 1.91 abx | 66.01 \pm 1.64 abx |
| HI50 A100 | 60.81 \pm 1.41 cx | 60.80 \pm 0.78 dx |
| HI50 A75 | 60.27 \pm 1.33 cx | 63.35 \pm 1.32 bcx |
| Coeficiente de variación (%) | 2.56 | 1.90 |

HI: Harina integral, A: Azúcar

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) y medias en la misma fila con letra igual son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

DE: Desviación estándar

Análisis del valor a (verde a rojo). El cuadro 13, mostró que los tratamientos no tuvieron diferencia significativa en torno al tiempo ($P < 0.05$). Sin embargo, si se tuvo una diferencia significativa entre tratamientos. Los tratamientos HI25 A100 y HI50 A100 son ligeramente más rojos. Según Tejero (2005), esto se debe a que contienen una mayor cantidad de azúcar, por lo que se da la caramelización de los azúcares otorgando mayores tonalidades rojas.

Cuadro 13. Análisis de color para el valor a de semitas hondureñas.

| Tratamientos | a | |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|
| | Día 0 | Día 3 |
| | Media \pm DE | Media \pm DE |
| HI0 A100 (Control) | 4.6 \pm 0.32 bx | 4.44 \pm 0.28 cx |
| HI25 A100 | 6.21 \pm 0.30 ax | 5.95 \pm 0.68 abx |
| HI25 A75 | 5.10 \pm 0.56 bx | 5.04 \pm 0.48 bcx |
| HI50 A100 | 6.47 \pm 0.26 ax | 6.48 \pm 0.68 ax |
| HI50 A75 | 5.83 \pm 1.33 ax | 5.44 \pm 0.41 bx |
| Coefficiente de variación (%) | 6.78 | 8.92 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

Medias en la misma columna con letra distinta (a-c) son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) y medias en la misma fila con letra igual son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

DE: Desviación estándar

Análisis del valor b (Azul a amarillo). Los tratamientos no tuvieron una diferencia significativa ($P < 0.05$) en los días cero y tres (Cuadro 14). Pero si se logró observar una diferencia significativa entre todos los tratamientos, la cual pudo deberse a las diferentes proporciones de harina integral y azúcar que se agregaron en cada tratamiento. El tratamiento control tuvo el mayor valor b, de 27.82 y a medida que se incorporaba harina integral a la formulación disminuía el valor b. Todos los tratamientos presentaron valores altos cercanos a la coloración amarilla, resultados que concuerdan con Hidalgo & Brandolini (2011), que los cambios probablemente fueron causados por la caramelización de azúcares y la reacción de Maillard. La harina sin blanquear mantiene sus pigmentos carotenoides (de color amarillo y rojizo) que contribuyen a la diferenciación del color del pan.

Cuadro 14. Análisis de color para el valor b de semitas hondureñas.

| Tratamientos | b | |
|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| | Día 0 | Día 3 |
| | Media \pm DE | Media \pm DE |
| HI0 A100 (Control) | 27.99 \pm 0.46 ax | 27.65 \pm 0.59 ax |
| HI25 A100 | 26.78 \pm 0.90 bx | 26.53 \pm 0.88 abx |
| HI25 A75 | 25.53 \pm 0.48 cx | 25.71 \pm 1.23 bx |
| HI50 A100 | 24.23 \pm 0.56 dx | 24.21 \pm 0.23 cx |
| HI50 A75 | 23.13 \pm 0.27 ex | 22.85 \pm 0.29 dx |
| Coefficiente de variación (%) | 2.21 | 2.41 |

HI: Harina integral, A: Azúcar.

Medias en la misma columna con letra distinta (a-e) son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) y medias en la misma fila con letra igual son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

DE: Desviación estándar

Costos variables. El costo de formulación para la elaboración de semitas integrales incrementa a medida que la proporción de harina integral aumenta (Cuadro15). La razón fue porque se estaba incorporando un nuevo ingrediente a la formulación, el cual tuvo un costo mayor al de la harina de trigo blanca. El costo al incorporar la harina integral de trigo a la formulación aumenta en 0.06 centavos para los tratamientos con 25% harina integral, y 0.11 centavos en los tratamientos con 50% harina integral, en comparación con el control. La variación conforme al contenido de azúcar no afectó el precio final de la unidad de semita, ya que su aporte fue de decimales y no logró influir significativamente.

Cuadro 15. Costos variables en Lempiras de las formulaciones de semitas hondureñas.

| Formulación | Costo L/g | Control | | HI25 A100 | | HI25 A75 | | HI50 A100 | | HI50 A75 | |
|-----------------------|-----------|---------|---------|-----------|---------|----------|---------|-----------|---------|----------|---------|
| | | Peso g | Costo L | Peso g | Costo L | Peso g | Costo L | Peso g | Costo L | Peso g | Costo L |
| Harina blanca | 0.017 | 69.74 | 1.19 | 52.31 | 0.89 | 52.31 | 0.89 | 34.87 | 0.59 | 34.87 | 0.59 |
| Harina Integral | 0.020 | 0.00 | 0.00 | 17.43 | 0.35 | 17.43 | 0.35 | 34.87 | 0.70 | 34.87 | 0.70 |
| Azúcar | 0.017 | 21.6 | 0.37 | 21.60 | 0.37 | 16.20 | 0.37 | 21.60 | 0.37 | 16.20 | 0.37 |
| Manteca | 0.013 | 15.59 | 0.20 | 15.59 | 0.20 | 15.59 | 0.20 | 15.59 | 0.20 | 15.59 | 0.20 |
| Agua | 0.000 | 17.01 | 0.00 | 17.01 | 0.00 | 17.01 | 0.00 | 17.01 | 0.00 | 17.01 | 0.00 |
| Sal | 0.007 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.00 | 0.14 | 0.00 |
| Huevos | 0.007 | 19.49 | 0.14 | 19.49 | 0.14 | 19.49 | 0.14 | 19.49 | 0.14 | 19.49 | 0.14 |
| Margarina | 0.030 | 7.03 | 0.21 | 7.03 | 0.21 | 7.03 | 0.21 | 7.03 | 0.21 | 7.03 | 0.21 |
| Leche en polvo | 0.140 | 1.90 | 0.27 | 1.90 | 0.27 | 1.9 | 0.27 | 1.90 | 0.27 | 1.90 | 0.27 |
| Levadura | 0.047 | 0.86 | 0.04 | 0.86 | 0.03 | 0.86 | 0.03 | 0.86 | 0.04 | 0.86 | 0.04 |
| Total Lempiras | | | 2.41 | | 2.46 | | 2.46 | | 2.51 | | 2.51 |
| Total Dólares | | | 0.109 | | 0.112 | | 0.112 | | 0.114 | | 0.114 |

HI: Harina integral, HB: Harina blanca.

Tasa de cambio (\$1): 22.04 (Banco Central de Honduras, 2015).

Etiqueta nutricional. Se realizó una comparación de la etiqueta nutricional por medio del Food Processor 10.10.0, entre el mejor tratamiento contra el control. En la Figura 3, se logró apreciar que el control (HI0 A100) tiene una menor cantidad de calorías, 440 y aporta 1 g que equivale al 4%, de toda la formulación, de fibra dietética. El tratamiento HI25 A100 aporta 450 calorías y 2 g, que equivale al 8% de toda la formulación, en fibra dietética. Se recomienda la ingesta de 14 g de fibra diarios por cada 1000 kcal ingeridas (Félix, sf).

| Nutrition Facts | |
|--|------------------------------|
| Serving Size (119g) | |
| Servings Per Container | |
| Amount Per Serving | |
| Calories 440 | Calories from Fat 170 |
| % Daily Value* | |
| Total Fat 19g | 29% |
| Saturated Fat 10g | 50% |
| Trans Fat 0g | |
| Cholesterol 35mg | 12% |
| Sodium 190mg | 8% |
| Total Carbohydrate 61g | 20% |
| Dietary Fiber 1g | 4% |
| Sugars 19g | |
| Protein 9g | |
| Vitamin A 4% | • Vitamin C 0% |
| Calcium 4% | • Iron 20% |
| *Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs: | |
| | Calories: 2,000 2,500 |
| Total Fat | Less than 65g 80g |
| Saturated Fat | Less than 20g 25g |
| Cholesterol | Less than 300mg 300mg |
| Sodium | Less than 2,400mg 2,400mg |
| Total Carbohydrate | 300g 375g |
| Dietary Fiber | 25g 30g |
| Calories per gram: | |
| Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4 | |

| Nutrition Facts | |
|--|------------------------------|
| Serving Size (119g) | |
| Servings Per Container | |
| Amount Per Serving | |
| Calories 450 | Calories from Fat 170 |
| % Daily Value* | |
| Total Fat 19g | 29% |
| Saturated Fat 10g | 50% |
| Trans Fat 0g | |
| Cholesterol 35mg | 12% |
| Sodium 190mg | 8% |
| Total Carbohydrate 62g | 21% |
| Dietary Fiber 2g | 8% |
| Sugars 19g | |
| Protein 9g | |
| Vitamin A 4% | • Vitamin C 0% |
| Calcium 4% | • Iron 15% |
| *Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs: | |
| | Calories: 2,000 2,500 |
| Total Fat | Less than 65g 80g |
| Saturated Fat | Less than 20g 25g |
| Cholesterol | Less than 300mg 300mg |
| Sodium | Less than 2,400mg 2,400mg |
| Total Carbohydrate | 300g 375g |
| Dietary Fiber | 25g 30g |
| Calories per gram: | |
| Fat 9 • Carbohydrate 4 • Protein 4 | |

Figura 3. Etiqueta nutricional del tratamiento control HI0 A100 (izquierda) y el mejor tratamiento HI25 A100 (derecha).

Interacciones de los factores sensoriales. El factor harina tuvo influencia sobre las variables de color y apariencia (Cuadro 16). Por otro lado el factor de azúcar, no influyó en ningún atributo sensorial al igual que la interacción de harina*azúcar que no influyeron sobre ninguna variable en el análisis sensorial. Los atributos de sabor, textura y aceptación general, no se vieron afectadas por ninguno de los factores del estudio.

Cuadro 16. Resumen de significancia estadística de los factores sensoriales de la semita hondureña e interacciones.

| Factores | Variables sensorial | | | | |
|---------------|---------------------|-------|---------|------------|------------|
| | Color | Sabor | Textura | Apariencia | A. General |
| Azúcar | 0.909 | 0.607 | 0.626 | 0.280 | 0.775 |
| Harina | 0.009 | 1.000 | 0.381 | 0.022 | 0.530 |
| Harina*Azúcar | 0.819 | 1.000 | 0.922 | 0.418 | 0.530 |

Probabilidades <0.05 tienen diferencias estadísticas

Interacciones de los factores para propiedades fisicoquímicas. El factor harina (Cuadro 17) tuvo influencia significativa para los valores de color (L^*a^*b), pH y Aw. Mientras que el factor de azúcar solo tuvo influencia sobre la variable de textura. La interacción entre los factores harina*azúcar no influyeron sobre ninguna variable en los análisis fisicoquímicos. La interacción de harina*azúcar*día si varió para las variables de Aw y textura, por lo que la harina y el azúcar si influyen a través del tiempo.

Cuadro 17. Resumen de significancia estadística de los factores fisicoquímicos de semitas hondureñas e interacciones.

| Factores | Variables fisicoquímicas | | | | | |
|-------------------|--------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | Aw | Textura | pH | L | a | b |
| Azúcar | 0.0006 | <.0001 | 0.5652 | 0.0163 | <.0001 | 0.0005 |
| Harina | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | <.0001 | <.0001 | <.0001 |
| Harina*Azúcar | 0.0098 | 0.2198 | 0.3694 | 0.4108 | 0.6265 | 0.7148 |
| Harina*Azúcar*Día | <.0001 | <.0001 | 0.7867 | 0.2111 | 0.8364 | 0.9579 |

Probabilidades <0.05 tienen diferencias estadísticas

Interacciones de los factores para propiedades fisicoquímicas en el tiempo. El factor de azúcar (Cuadro 18) tuvo influencia significativa para el valor de Aw y textura al día 0. Mientras que el factor harina influyó en la Aw y textura al día 3 de almacenado, esto se puede asociar a la retrogradación del almidón y a la translocación de agua de la miga hacia la corteza de la semita (Curti *et al.*, 2013). La interacción entre los factores harina*azúcar no influyó en ninguna de las variables de Aw y textura.

Cuadro 18. Resumen de significancia estadística de los factores fisicoquímicos a través del tiempo de semitas hondureñas e interacciones.

| Factores | Variables fisicoquímicas | | | |
|---------------|--------------------------|---------|--------|---------|
| | Día 0 | | Día 3 | |
| | Aw | Textura | Aw | Textura |
| Harina | 0.1667 | 0.0135 | <.0001 | 0.0088 |
| Azúcar | 0.0293 | <.0001 | 0.0045 | 0.0115 |
| Harina*Azúcar | 0.1238 | 0.9992 | 0.0163 | 0.2290 |

Probabilidades <0.05 tienen diferencias estadísticas

4. CONCLUSIONES

- El producto elaborado a partir de 25% harina integral y 100% azúcar, fue el tratamiento más aceptado por los panelistas siendo la proporción de harina integral lo que más influyó en los atributos sensoriales evaluados.
- La cantidad de harina integral fue el factor que más influyó en las características sensoriales de apariencia, debido a que los panelistas percibieron una diferencia.
- El nivel de salvado de trigo presente en la harina generó cambios en las características fisicoquímicas otorgando un mayor valor L, mayor firmeza en la miga y una mayor actividad de agua, a diferencia del control.
- El uso de harina integral aumentó los costos variables de formulación, siendo el tratamiento HI0 A100 (control) el que presentó el menor costo variable de L. 2.41 y el tratamiento HI50 A100 el de mayor precio con L.2.51.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas formulaciones con otro tipo de pan dulce que ofrezca más opciones nutritivas a la población.
- Aplicar análisis sensoriales a la comunidad hondureña en general para determinar la aceptación del mismo, no solo en estudiantes universitarios.

6. LITERATURA CITADA

Baik, M. and Chinachoti, P. 2011. Moisture redistribution and phase transitions during bread staling. *Journal of Cereal Chemistry*. 77(4): 484-488.

Banco Central de Honduras. 2015. Cotización del dólar. Consultado el 29 de octubre de 2015. Disponible en <http://www.bch.hn/>

Bakke, A. and Vickers, Z. 2007. Consumer liking of refined and whole wheat breads. *Journal of Food Science* 72: 473-480.

Boudová Pečivová P., Kubáň V., Mlček J. and Rop, O. 2013. Textural and sensory properties of the sweet Czech Christmas bread with sugar solutions. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 12(2), 223-229.

Curti, E., Carini, E., Bonacini, G., Tribuzio, G. and Vittadini, E. 2013. Effect of the addition of bran fractions on bread properties. *Journal of Cereal Science* 57(3): 325-332.

Desrosier, Y. 2001. Estudio de la vida útil del pan molde. Consultado el 11 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/9093>

European Food Information Council (EUFIC), 2005. Fibra alimentaria-su función en una dieta sana. Consultado el 28 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/nutricion/fibra/artid/fibra-alimentaria-funcion-dieta-sana/>

FDA. 1999. Health Claim Notification for Whole Grain Foods (on line). Available on: <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/dockets/99p2209/99P-2209-let0003.pdf>. Accessed at October 10th, 2015.

FDA. 2009. Apéndice A: Definiciones de las afirmaciones sobre el contenido de nutrientes. Guía para la industria: Guía de Etiquetado de Alimentos (en línea). Consultado el 16 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247930.htm>

FDA. 2009. Apéndice F: Cálculo del porcentaje de valor diario (VD) para los nutrientes. Consultado el 28 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/LabelingNutrition/ucm247936.htm>

Jover, E., Molist, M. y Torrent, M. 2014. Seguridad alimentaria en la pastelería (en línea). Consultado el 25 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.100graus.net/pdf/2/360.pdf>

Félix, J. Nutrición y fibra: Ingesta recomendada. Consultado el 30 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.mapfre.es/salud/es/cinformativo/ingesta-recomendada-fibra-dietetica.shtml>

Fernández, M. y Bárcenas, M. 2011. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. 5-2: 40-53.

Fessas, D. and Schiraldi, A. 1998. Texture and staling of wheat bread crumb: effects of water extractable proteins and pentosans. *Thermochimica Acta*. 323 (1-2), 17-26.

Guías Alimentarias para Honduras. 2013. Consultado el 10 de octubre de 2015. Obtenido en: <http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/GUIASALIMENTARIAS.pdf>

Guinet, R. y Godon, B. 1996. La Panificación francesa: la ultracongelación. 1ra ed. Montagud. España. 368 p.

LabFerrer-Aqualab. sf. Fundamentos de actividad de agua (en línea). Consultado 10 de octubre de 2015. Disponible en: <http://blog.actividaddeagua.com/wp-content/uploads/2014/05/Fundamentos-de-actividad-de-agua.pdf>

Moreno, Y., Herrera, P., Merino, J. y Álvarez, L. 2003. Relación de amilosa: amilopectina en el almidón de harina nixtamalizada de maíz y su efecto en la calidad de la tortilla. *Revista fitotécnica* 26(2): 115-121.

Morris, V.J. 1990. Starch gelation and retrogradation. *Trends in food science and technology*. 1:2-6.

Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 95: 1979. Consultado el 22 de septiembre de 2015. Disponible en <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0095.1979.pdf>

Organización Mundial de la Salud (OMS). 2014. Diabetes (en línea). Consultado el 05 de octubre de 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/es/>

Padilla, H. y Vera, J. 2010. Estudio de vida útil del pan molde blanco. Tesis Tecnología de Alimentos. Guayaquil, Ecuador, Escuela Superior Politécnica del litoral, 34 p.

Rogers, D., Zeleznak, K., Lai, C. and Hosney, R.C. 1998. Effect of native lipids, shortening and bread moisture on bread firming. *Cereal Chemistry*. 65:498-501.

Schmiele, M., Zafalon, L., Cardoso, S., Steel, C. and Chang, Y. 2012. Rheological properties of wheat flour and quality characteristics of pan bread as modified by partial additions of wheat bran or whole grain wheat flour. *International Journal of Food Science and Technology* 47: 2141-2150.

Slavin, J. 2004. Whole grains and human health. *Nutr Res Rev* 17:99–110

Tejero, F. 2005. La evolución de los mejorantes en las masas (en línea). Consultado el 15 de octubre de 2015. Disponible en: http://www.franciscotejero.com/tecnica/mejorantes/mejorantes_en_masas.htm

Villar, J. 2014. Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de camote (*Ipomoea batatas* var. bush buck) en las características físicos-químicas y sensoriales del pan blanco. Tesis Ingeniería Agroindustrial. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 34 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Interacciones de harina y azúcar para Aw y textura en día 0 de semitas hondureñas.

| | | Día 0 | | | | |
|---------|---------------|-------|-----------|-------------|---------|--------|
| | | DF | Type I SS | Mean Square | F value | Pr > F |
| Aw | BLK | 2 | 0.00044 | 0.00022 | 0.20 | 0.8199 |
| | Harina | 2 | 0.00489 | 0.00244 | 2.26 | 0.1667 |
| | Azúcar | 1 | 0.00760 | 0.00760 | 7.02 | 0.0293 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.00320 | 0.00320 | 2.96 | 0.1238 |
| Textura | BLK | 2 | 0.64474 | 0.32237 | 0.24 | 0.7948 |
| | Harina | 2 | 21.10686 | 10.55343 | 7.74 | 0.0135 |
| | Azúcar | 1 | 81.75564 | 81.75564 | 59.96 | <.0001 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.000001 | 0.000001 | 0.00 | 0.9992 |

Anexo 2. Interacciones entre factores de harina y azúcar para Aw y textura en día 3 de semitas hondureñas.

| | | Día 3 | | | | |
|---------|---------------|-------|-----------|-------------|---------|--------|
| | | DF | Type I SS | Mean Square | F value | Pr > F |
| Aw | BLK | 2 | 0.00204 | 0.00102 | 5.28 | 0.0345 |
| | Harina | 2 | 0.02060 | 0.01030 | 53.24 | <.0001 |
| | Azúcar | 1 | 0.00294 | 0.00294 | 15.22 | 0.0045 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.00177 | 0.00177 | 9.18 | 0.0163 |
| Textura | BLK | 2 | 33.45891 | 16.72946 | 0.74 | 0.5070 |
| | Harina | 2 | 410.11761 | 205.05881 | 9.07 | 0.0088 |
| | Azúcar | 1 | 240.11959 | 240.11959 | 10.62 | 0.0115 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 38.33830 | 38.33830 | 1.70 | 0.2290 |

Anexo 3. Interacciones de factores de harina y azúcar para pH en semitas hondureñas.

| | Source | DF | Type I SS | Mean Square | F value | Pr > F |
|----|---------------|----|-----------|-------------|---------|--------|
| pH | BLK | 2 | 0.14508 | 0.07254 | 7.8 | 0.0026 |
| | Harina | 2 | 0.25977 | 0.12988 | 13.96 | 0.0001 |
| | Azúcar | 1 | 0.00360 | 0.00360 | 0.39 | 0.5400 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.00889 | 0.00889 | 0.96 | 0.3384 |

Anexo 4. Interacciones de harina y azúcar para valor L*a*b en semitas hondureñas.

| | Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr>F |
|---|---------------|----|-----------|-------------|---------|--------|
| L | BLK | 2 | 3.1 | 1.55 | 0.73 | 0.4914 |
| | Harina | 2 | 197.04 | 98.51 | 46.53 | <.0001 |
| | Azúcar | 1 | 13.15 | 13.15 | 6.21 | 0.0203 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 1.33 | 1.33 | 0.63 | 0.4364 |
| a | BLK | 2 | 0.80 | 0.40 | 2.53 | 0.102 |
| | Harina | 2 | 9.47 | 4.73 | 29.77 | <.0001 |
| | Azúcar | 1 | 5.11 | 5.11 | 32.14 | <.0001 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.04 | 0.04 | 0.28 | 0.6009 |
| b | BLK | 2 | 1.05 | 0.53 | 1.48 | 0.2492 |
| | Harina | 2 | 80.39 | 40.20 | 112.65 | <.0001 |
| | Azúcar | 1 | 7.71 | 7.71 | 21.6 | 0.0001 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.06 | 0.06 | 0.17 | 0.6868 |

Anexo 5. Interacciones de harina y azúcar para análisis de aceptación en semitas hondureñas.

| | Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|------------|---------------|----|-----------|-------------|---------|--------|
| Color | BLK | 2 | 0.13268 | 0.06633 | 0.08 | 0.9233 |
| | Harina | 1 | 5.75000 | 5.75000 | 6.92 | 0.0089 |
| | Azúcar | 1 | 0.01087 | 0.01087 | 0.01 | 0.9090 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.04348 | 0.04347 | 0.05 | 0.8192 |
| Sabor | BLK | 2 | 0.94181 | 0.47090 | 0.46 | 0.6318 |
| | Harina | 1 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00 | 1.0000 |
| | Azúcar | 1 | 0.27173 | 0.27173 | 0.27 | 0.6068 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.00000 | 0.00000 | 0.00 | 1.0000 |
| Textura | BLK | 2 | 0.82488 | 0.41244 | 0.36 | 0.6975 |
| | Harina | 1 | 0.88043 | 0.88043 | 0.77 | 0.3808 |
| | Azúcar | 1 | 0.27174 | 0.27174 | 0.24 | 0.6262 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.01087 | 0.01087 | 0.01 | 0.9224 |
| Apariencia | BLK | 2 | 1.38128 | 0.69064 | 1.16 | 0.3142 |
| | Harina | 1 | 3.14130 | 3.14130 | 5.28 | 0.0221 |
| | Azúcar | 1 | 0.69565 | 0.69565 | 1.17 | 0.2801 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.39130 | 0.39130 | 0.66 | 0.4178 |
| A. General | BLK | 2 | 0.00418 | 0.00208 | 0.00 | 0.9975 |
| | Harina | 1 | 0.32880 | 0.32880 | 0.40 | 0.5300 |
| | Azúcar | 1 | 0.06793 | 0.06793 | 0.08 | 0.7752 |
| | Harina*Azúcar | 1 | 0.32880 | 0.32880 | 0.40 | 0.5300 |