

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Efecto de la sustitución parcial de grasa con puré de zapallo (*Curcubita maxima*), y Carboximetilcelulosa en el pan de masa laminada tipo Croissant con adición de Inulina

María Alexandra Palomeque Tamayo

Lucía Ramírez, DSc., Directora de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniera en Alimentos

Quito, abril de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Efecto de la sustitución parcial de grasa con puré de zapallo (*Curcubita maxima*), y Carboximetilcelulosa en el pan de masa laminada tipo Croissant con adición de Inulina

María Alexandra Palomeque Tamayo

Lucía Ramírez., D.Sc.
Directora de Tesis

.....

Javier Garrido., MSc.
Coordinador de Ing. en Alimentos

.....

Gabriela Vernaza., Ph.D.
Miembro del Comité de Tesis

.....

Ximena Córdova., Ph.D.
Decana de la Escuela de Ingeniería
Colegio de Ciencias e Ingeniería

.....

Quito, abril de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: María Alexandra Palomeque Tamayo

C. I.: 1719215665

Fecha: Quito, abril de 2015

DEDICATORIA

A Dios, mi familia y amigos. A todos quienes son o fueron luz en el camino, por su amor, fuerza, guía y ejemplo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que colaboraron en el desarrollo de esta tesis. De manera particular, al Departamento de Gastronomía de la Universidad San Francisco de Quito cuyo equipo de trabajo estuvo siempre dispuesto a permitirme usar sus instalaciones, y por su gran gentileza. De manera especial agradezco al Chef Milton Cepeda, profesor del área de panificación de la USFQ, cuyo apoyo y guía en la parte técnica durante las pruebas preliminares y fase experimental de la tesis fue esencial para el desarrollo de este trabajo. Agradezco a mi Directora de tesis, Lucía Ramírez, por su guía, apoyo y consejos durante la realización de este trabajo. A todos mis maestros por sus valiosas enseñanzas durante los años de estudio y a todos quienes conforman el Departamento de Alimentos. A Stalin Santacruz por su guía durante las pruebas preliminares efectuadas. A mi familia por su cariño y apoyo incondicional.

RESUMEN

En el Ecuador, alrededor de 5'558185 millones de ecuatorianos mayores de 20 años sufren de sobrepeso y obesidad. El pan contribuye en un 6.7%, 6%, 5.8% y 9.3% al consumo total diario de energía, carbohidratos, fibra, y grasa total, respectivamente. El croissant es un producto de masa laminada cuyo alto contenido de grasa y calidad de su grasa de laminado es esencial para su estructura y expansión. El zapallo (*Curcubita maxima*) se presenta como una nueva alternativa para la sustitución de grasa en la grasa de laminado en conjunto con la carboximetilcelulosa (CMC) que además actúa como estabilizante de la emulsión formada. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de grasa con puré de zapallo y CMC en el pan de masa laminada tipo croissant. Se usó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3^2+1 . Los factores bajo estudio fueron puré de zapallo (niveles: 15%, 27.5%, y 40%) y CMC (niveles 3%, 5%, y 7%). Se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA) para el análisis estadístico de los datos y las medias fueron analizadas mediante la prueba de Tukey a un 5% de probabilidad. La adición de puré de zapallo influyó significativamente en el volumen específico del croissant y su humedad, mientras que el CMC tuvo influencia en el volumen específico, humedad, firmeza y masticabilidad. El tratamiento D (27.5% zapallo; 3% CMC) fue elegido como mejor prototipo por medio de una ponderación de las variables de respuesta y se sometió a una evaluación sensorial en conjunto con el tratamiento control para medir el nivel de agrado con una escala hedónica de 5 puntos. La media del nivel de agrado fue de 4.17 para el tratamiento D con un 82.95% ubicado en las categorías superiores y no se encontró diferencias significativas con el control. Se logró sustituir un 36.5% de la grasa de laminado y un 32.85% de la grasa en el producto final.

ABSTRACT

In Ecuador, around 5'558185 million people over age 20 suffer from overweight and obesity. Bread contributes about 6.7%, 6%, 5.8% and 9.3% to total daily energy intake, carbohydrate, fiber, and total fat respectively. Croissant is a laminated dough product whose high fat content and quality of its roll in fat is essential for its structure and expansion. Pumpkin (*Cucurbita maxima*) is presented as a new alternative for the replacement of fat in the fat for lamination together with carboxymethylcellulose (CMC) which also acts as a stabilizer of the emulsion formed. The purpose of this study was to evaluate the effect of partial replacement of fat with pumpkin puree and CMC in the laminated dough bread croissant. An experimental design completely randomized with factorial arrangement 3^2+1 was used. The factors under study were pumpkin puree (levels: 15%, 27.5%, and 40%) and CMC (levels 3%, 5%, and 7%). Analysis of variance (ANOVA) was employed for statistical analysis of data and the means were analyzed by Tukey test at 5% probability. The addition of pumpkin puree significantly influenced the specific volume of croissant and its moisture while the CMC had influence on the specific volume, moisture, firmness and chewiness. Treatment D (27.5% pumpkin; 3% CMC) was chosen as the best prototype through a weighting of the response variables and it was subjected to sensory evaluation together with the control treatment to measure the level of liking with a 5-point hedonic scale. The level of liking mean was 4.17 for treatment D with an 82.95% located in the superior categories and no significant differences were found with control. It was possible to substitute 36.5% of roll in fat and 32.85% of fat in the final product.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	12
2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1 Formulación de la masa para croissant	18
2.2. Elaboración de la emulsión para el laminado	18
2.2.1 Ingredientes	18
2.2.2 Puré de zapallo.....	19
2.2.3 Emulsión para laminado	19
2.3 Elaboración del pan	21
2.3.1 Proceso de laminación.....	22
2.3.2 Proceso de fermentación, y horneado.....	22
2.4 Diseño experimental y análisis estadístico	23
2.4.1 Variables de respuesta	24
2.4.2 Metodología para el análisis de las variables de respuesta.....	24
2.4.2.1 Análisis de perfil de textura (TPA)	24
2.4.2.2 Volumen específico	25
2.4.2.3 Determinación de Humedad en el pan.....	25
2.4.3 Análisis estadístico	25
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1 Volumen específico	27
3.2 Humedad	31
3.3 Firmeza	35
3.4 Masticabilidad	38
3.5 Elasticidad	41
Ponderación	43
4. EVALUACIÓN SENSORIAL	44
4.1 Nivel de Agrado	44
4.2 Jueces	44
4.3 Preparación de las muestras y procedimiento	44
5.4 Análisis estadístico	45
5.5 Resultados y Discusión	45
5. CONCLUSIONES	48
6. RECOMENDACIONES	49
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
8. ANEXOS	58
ANEXO 1. Análisis de Varianza (ANOVA) para las variables de respuestas	58
ANEXO 2. Cuestionario de la prueba de Nivel de Agrado	63
ANEXO 3. Proceso de elaboración del pan	64
ANEXO 4. Estructura de celda del pan Croissant	65

ANEXO 5. Pruebas Preliminares.....	66
ANEXO 6. Tratamientos para la sustitución de grasa en el croissant	72
ANEXO 7: Certificado Análisis: Firmeza, Masticabilidad y Elasticidad	73
ANEXO 8. Ficha técnica carboximetilcelulosa de sodio (CMC).....	79
ANEXO 9: Ficha técnica inulina HP	81
ANEXO 10. Ficha técnica de lecitina de soya	83
ANEXO 11: Ficha técnica margarina industrial.....	84

Lista de Tablas

Tabla 1: Formulación de la masa base para el pan croissant.....	18
Tabla 2: Formulación de la emulsión para laminado	20
Tabla 3: Tratamientos, combinaciones y porcentaje de sustitución de grasa.....	24
Tabla 4: Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del volumen específico, humedad, firmeza, masticabilidad y elasticidad de los tratamientos.....	26
Tabla 5: Volumen específico de los tratamientos.....	31
Tabla 6: Humedad de los tratamientos	35
Tabla 7: Firmeza de los tratamientos.....	38
Tabla 8: Masticabilidad de los tratamientos	40
Tabla 9: Elasticidad de los tratamientos	42
Tabla 10: Ponderación de las variables de respuestas	43
Tabla 11: Muestras y codificación para la prueba de nivel de agrado	46
Tabla 12: Nivel de aceptabilidad para muestra 160	46
Tabla 13: Nivel de aceptabilidad para muestra 347	46
Tabla 14: Resumen de la prueba t de student para muestras evaluadas	47
Tabla 15: Volumen específico (cm ³ /g) de los tratamientos.....	58
Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) del volumen específico de los tratamientos	58
Tabla 17: Humedad (g/100g) de los tratamientos	59
Tabla 18: Análisis de varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos	59
Tabla 19: Firmeza (g) de los tratamientos	60
Tabla 20: Análisis de varianza (ANOVA) de la Firmeza de los tratamientos	60
Tabla 21: Masticabilidad de los tratamientos (mJ).....	61
Tabla 22: Análisis de varianza (ANOVA) de la Masticabilidad de los tratamientos.....	61
Tabla 23: Elasticidad de los tratamientos (mm).....	62
Tabla 24: Análisis de varianza (ANOVA) de la Elasticidad de los tratamientos.....	62

Lista de Figuras

Figura 1. Volumen específico del pan croissant afectado por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos.....	30
Figura 2. Humedad del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos.....	34
Figura 3. Firmeza del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos.....	38
Figura 4. Masticabilidad del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos.....	40
Figura 5. Frecuencias para la prueba de nivel de agrado.....	47

1. INTRODUCCIÓN

La obesidad y sobrepeso son problemas crecientes en todos los segmentos de la población mundial relacionados con cambios de dietas y patrones de actividad, que se evidencian en países de alto, mediano y bajos ingresos (Popkin et al., 2012; Fanzo, 2014). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), éstos lideran el quinto lugar como factores de riesgo de muerte mundialmente (World Health Organization, 2013). Los cambios nutricionales envuelven la disminución en el consumo de fibras y granos enteros, y un aumento de la ingesta de alimentos con alta densidad energética y poco nutritivos como carbohidratos refinados, azúcares, y grasas parcialmente hidrogenadas (World Health Organization, 2004; Popkin, 2006). Alrededor de un 44% de los casos de diabetes, 23% de la enfermedad isquémica de corazón y por encima del 41% de algunos tipos de cáncer son atribuidos a estos factores (Koirala et al., 2014).

Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición ENSANUT 2011-2013, 5'558185 de ecuatorianos mayores de 20 años sufren de sobrepeso y obesidad. Se reporta que el 29.2% y un 6% de la población consume en exceso carbohidratos y grasas respectivamente, siendo superior a la recomendación máxima para la prevención de obesidad y otras enfermedades cardiovasculares. Dentro de este estudio, los alimentos que más contribuyen al consumo diario de energía, carbohidratos y grasas son el arroz, pan, pollo, azúcar y aceite de palma, entre otros. El pan contribuye en un 6.7%, 6%, 5.8% y 9.3% al consumo total diario de energía, carbohidratos, fibra, y grasa total, respectivamente (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2013).

El uso de grasas en los productos de panificación y específicamente en el pan es de gran importancia, debido a que confieren lubricación, tienen un mayor efecto en la incorporación de aire a la masa durante el mezclado, favorecen el incremento del volumen del pan, incrementan la extensibilidad de la masa, etc. (Calaveras, 1996; Pareyt et al., 2011).

El pan croissant es un tipo de producto laminado caracterizado por su suavidad, sabor, textura aireada y desmenuzable, debido al alto contenido de grasa empleado durante el laminado y a los sucesivos dobleces que producen múltiples capas alternadas de grasa-masa (Talbot, 2011; Lefébure et al., 2013). El mecanismo de expansión y crecimiento, se atribuye a que las capas de grasa actúan como barrera al vapor de agua producido durante el horneado (Cauvain & Young, 2008; Bousquieres et al., 2014). Para el croissant y pastas danesas, la adición de levadura también contribuye en el incremento de volumen del pan debiendo haber un adecuado balance entre la levadura y la grasa de laminado para evitar el rompimiento de las capas formadas (Cauvain & Young, 2001; Talbot, 2011).

El índice de grasa sólida, la firmeza durante su uso y la estructura cristalina son características fundamentales de la grasa, al igual que su compatibilidad con la masa, para que pueda ser retenida en las láminas (Cauvain & Young, 2001). Muchas de las margarinas elaboradas para estos productos son altas en ácidos grasos saturados o son producidas por hidrogenación parcial generando ácidos grasos trans, que al igual que las grasas saturadas están asociados con hipercolesterolemia y enfermedades coronarias (Ghotra et al., 2002; Adhikari et al., 2010; Manzocco et al., 2012). Además, la grasa total usada puede variar de un 10 a un 40% o más en función del peso de la masa (Hui, 2008). Es por esto, que el empleo de grasa con perfiles de ácidos grasos más saludables o la reducción de su contenido es una alternativa que sigue

siendo investigada en estos productos (Cauvain & Young, 2008; Hui, 2008; Talbot, 2011; Tarancón et al., 2013).

El desarrollo de productos bajos en grasa es de actual interés y por su composición, se encuentran disponibles sustitutos basados en lípidos, carbohidratos o proteínas (Lucca & Tepper, 1994; Grossklaus, 1996). Estos dos últimos son conocidos como mimetizantes de grasa, que imitan una o más de las funciones físicas o sensoriales de la grasa (Lucca & Tepper, 1994). Dentro de los sustitutos de grasa basados en carbohidratos se encuentran: fibras (gomas, celulosa, polidextrosa), almidones, maltodextrinas, además de frutas o puré de frutas. Por su capacidad de retener agua proveen lubricación y cremosidad al sistema incrementando su viscosidad (Lucca & Tepper, 1994; American Dietetic Association, 2005; Lim et al., 2010; Vaclavik & Christian, 2013).

El uso de puré de frutas como sustituto de grasas en productos horneados ha venido creciendo como una alternativa viable. Éstos se usan por su contenido de nutrientes como carbohidratos, fibras y su alto contenido de agua, siendo el agua lo que contribuye a la humedad y produce aeración durante el horneado, incrementando el volumen final (Figoni, 2010). Existen varios estudios referentes a la sustitución de grasa por purés de frutas y vegetales como calabaza, papaya, manzana, ciruela pasa, aguacate, coliflor, fréjol, entre otros, en brownies, muffins, pasteles, y galletas, lográndose obtener productos aceptables con sustituciones parciales de grasa hasta un 50%, pudiéndose extender su aplicación a otros productos horneados (Swanson & Munsayac, 1999; Wiese & Duffrin, 2003; Szafranski et al., 2005; Wekwete & Navder, 2008; Korty & Polus, 2011; Wang & Sullivan, 2012; Hayek & Ibrahim, 2013).

El zapallo (*Curcubita maxima*) es una fruta con alto valor nutricional, que varía de una especie a otra. Así, la fruta fresca contribuye con un alto valor de carotenoides y vitaminas C, E, B6, K, B1, B2, al igual que minerales como el potasio, fósforo, magnesio y hierro (Rakcejeva et al., 2011). Tiene una composición por cada 100g de 6.50g de carbohidratos, 91.60g de agua, 0.10g de grasa total, 1.00g de proteína, 0.50g de fibra dietaria y 2.76g de azúcares totales (United States Department of Agriculture, 2011). Se ha demostrado que el buen desempeño de su fibra, específicamente pectina, sobre la retención de agua y glucosa, lo hacen ideal para posibles aplicaciones tecnológicas y nutricionales (Escalada et al., 2007). Debido a la textura cremosa y alto contenido de agua de su puré, se ha estudiado también su capacidad de imitar las propiedades sensoriales de la grasa reduciendo el contenido calórico en brownies, encontrándose que sustituciones superiores al 50% afectan su calidad y aceptabilidad (Wang & Sullivan, 2012). De este modo, su contenido de fibra y agua lo hacen óptimo para su aplicación en el reemplazo de la grasa.

En el Ecuador, la provincia con mayor producción de zapallo es Manabí. De acuerdo a la Dirección Provincial Agropecuaria de Manabí, hasta el año 2011 se cultivaban 1041 hectáreas de zapallo y 8600 toneladas métricas, siendo los cantones en los que más predomina está cucurbitácea Chone, Rocafuerte, Jipijapa, Portoviejo y Flavio Alfaro. Este cultivo es sembrado en la época invernal con una superficie de siembra no mayor a una hectárea y esporádicamente sembrado sin contar con una zona consolidada del cultivo (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2014). El zapallo es propio del Ecuador con un consumo creciente, pero todavía no tan común como otras frutas.

La carboximetilcelulosa de sodio (CMC) es un hidrocoloide con múltiples funciones, como captar agua, actuar como sustituto de grasa y adhesivo (Gurkin, 2002). Los hidrocoloides también confieren estabilidad por su alta capacidad de retener agua por lo que son empleados para la formación de emulsiones, además de conferir estabilidad a los productos que atraviesan ciclos seguidos de congelación-descongelación (Sanderson, 1996; Lee et al., 2002). Los derivados de celulosa como la CMC son producidos a través de modificaciones químicas que permiten que tengan propiedades homogéneas (Onyango et al., 2009). La carboximetilcelulosa es soluble en agua caliente o fría y sus aplicaciones están basadas en sus propiedades reológicas dependientes de la concentración, peso molecular y grado de sustitución (Saha & Bhattacharya, 2010). Su uso se ha extendido a productos horneados como el pan para mejorar su calidad e incrementar su vida útil (Mettler & Seibel, 1995; Rehman & Mudassar, 2003).

La inulina es una fibra dietaria prebiótica. Es un fructano formado por una mezcla de oligo y/o polisacáridos lineales unidos por enlaces β (2 \rightarrow 1) fructosil-fructosa. Técnicamente, la inulina es fácil de usar y contribuye a obtener el sabor y textura deseada en los productos horneados (Ronkart et al., 2010). La inulina HP (High Performance) de cadena larga tiene un grado de polimerización promedio de 23-25 y una distribución molecular de 11-60. Este tipo de inulina es más deseable como sustituto de grasa, ya que las cadenas largas disminuyen su solubilidad y resultan en la formación de pequeñas partículas o microcristales de inulina insolubles que inducen a la formación de una textura tipo gel (Kelly, 2008; Glibowski, 2010). Adicionalmente, es usada por sus propiedades como agente espesante y retenedor de agua. (Ronkart et al., 2010). El agua es inmovilizada en su estructura garantizando la estabilidad física. Las moléculas de 2-60 unidades son más pequeñas y la capacidad de enlazar agua es menor a otros hidrocoloides. Las moléculas de mayor longitud (Grado de polimerización >10)

participan en la estructura del gel mientras que las partículas menores se encuentran disueltas (Muñoz Ohmen et al., 2012).

La sustitución parcial de grasa con puré de zapallo e hidrocoloides como la carboximetilcelulosa en el laminado del pan croissant se presenta como una alternativa innovadora que además permite conservar las características tecnológicas y sensoriales típicas de este producto laminado, dando valor agregado al zapallo. Adicionalmente, el uso de inulina proporciona fibra al producto final, estabilidad y al igual que la carboximetilcelulosa contribuye a la formación de una matriz de gel con propiedades lubricantes similares a la grasa (Yackel & Cox, 1992).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de grasa con puré de zapallo y carboximetilcelulosa en la grasa de laminado del pan croissant. Se determinó la influencia en las características de firmeza, masticabilidad, elasticidad, volumen específico y humedad final del producto; además del nivel de agrado del consumidor.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Formulación de la masa para croissant

La formulación del pan se realizó en base a varios estudios de pan de masa laminada tipo croissant (Shouk & El-Faham, 2005; Hui, 2006; Cauvain & Young, 2007; Hui, 2008), y pruebas preliminares (Tabla 1).

Para la elaboración de la masa del croissant se utilizó harina de trigo fortificada con aditivos para panificación (Santa Lucía, Ecuador), margarina (Unilever, Ecuador) agua, cloruro de sodio (ECUASAL, Ecuador), levadura comprimida (Levapan, Ecuador), sacarosa (Supermaxi, Ecuador). La formulación base para la elaboración de la masa en relación a 100g de harina de trigo se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1: Formulación de la masa base para el pan croissant

Ingredientes	g/100g de harina de trigo
Harina de trigo	100
Sacarosa	8
Cloruro de sodio	2
Agua	55
Levadura comprimida	5
Grasa para masa	5
Margarina industrial	45

(Hui, 2006; Cauvain & Young, 2007)

2.2. Elaboración de la emulsión para el laminado

2.2.1 Ingredientes

Para la elaboración de la emulsión se emplearon: zapallo (Ecopacific, Ecuador), inulina de achicoria HP con grado de polimerización promedio ≥ 23 (Beneo-Orafti, Bélgica), carboximetilcelulosa de sodio (Amtex, Colombia), lecitina de soya (Industrias Oleaginosas

S.A., Bolivia), y margarina industrial para masas hojaldradas con punto de fusión de 40-42°C (La Fabril, Ecuador).

2.2.2 Puré de zapallo

Se cocinaron al vapor 300g de trozos de zapallo (proporción de agua: zapallo 6:1) cortados en cubos de 2cm por 10 minutos hasta alcanzar una temperatura interna de 80°C medida con un termómetro manual (Allafrance -20 a 110°C, Francia). Luego, se licuaron por 4 minutos en una licuadora (Osterizer Super Deluxe; Venezuela) a velocidad 1 hasta alcanzar la consistencia de puré, almacenándose a 4°C.

2.2.3 Emulsión para laminado

La elaboración de la emulsión se desarrolló en base al método de Griffin (1967) y de acuerdo a Troy y Beringer (2006) y O'Brien, (2010).

La emulsión consistió de dos fases, una acuosa formada por hidrocoloides (carboximetilcelulosa e inulina) y el puré de zapallo (los hidrocoloides se dispersaron en el puré), y una fase grasa conformada por la margarina y el emulsificante que se combinaron mediante condiciones de mezclado y temperatura para formar una emulsión (agua en aceite), con posterior enfriamiento (Gunstone & Padley, 1997, Troy y Beringer, 2006).

Los porcentajes de los ingredientes usados se encuentran detallados en la Tabla 2, en base al peso total de la emulsión, correspondiente al 45% del peso de la harina empleado.

Se batió el puré de zapallo con la inulina en una batidora (Black & Decker Spatula Smart, USA), por 4 minutos a velocidad 1. Se adicionó la carboximetilcelulosa (CMC) con mezclado constante por 8 minutos a velocidad 1. Se derritió la margarina industrial hasta alcanzar una

temperatura de 50°C, adicionándose la lecitina de soya. Se dispersó y homogenizó la lecitina en la margarina con batido constante a velocidad 1, por 2 minutos, manteniendo la temperatura de 50°C. Finalmente se añadió la fase acuosa a la fase oleosa y mediante calentamiento directo se esperó que la mezcla alcance los 60°C, siendo homogenizada en una licuadora (Osterizer Super Deluxe; Venezuela), a esta temperatura por 4 minutos, a velocidad 1. La emulsión formada fue enfriada a temperatura ambiente para su posterior refrigeración.

Tabla 2: Formulación de la emulsión para laminado

Ingredientes	Porcentaje
Puré de zapallo	15, 27.5 y 40
Carboximetilcelulosa (CMC)	3, 5 y 7
Inulina	4
Lecitina de soya	2
Margarina Industrial	47-76 (c.s.p. 100g)

*Los porcentajes se encuentran en base a la proporción dentro de la emulsión para el laminado

Las cantidades de carboximetilcelulosa y puré de zapallo se determinaron mediante pruebas preliminares para alcanzar una emulsión estable sin separación de fases y que tengan una buena consistencia para el laminado. A concentraciones menores al 3% de CMC, se observó separación de fases y consistencia muy suave de la grasa, y a mayores del 7% diferencias en el tamaño de partículas, formación de grumos luego del proceso de homogenización y consistencia poco plástica y dura de la grasa (Anexo 5). Se eligieron concentraciones del 3, 5 y 7% de CMC en base al peso de la emulsión obteniéndose emulsiones estables para los tratamientos y determinando la influencia de su adición en las características del pan a estas proporciones. La adición de inulina HP como retenedor de agua y estabilizante a un 4% se realizó en base a pruebas preliminares y conociéndose que la inulina de cadena larga en cantidades del 2 al 10% (p/p) funciona bien como estabilizante en emulsiones agua en aceite, de grasas para untar, incrementando su viscosidad (Stephen et al., 2006). A concentraciones

menores al 4% de inulina, se siguió observando separación de fases para los tratamientos (G, H, I) con mayor contenido de puré de zapallo (40%) luego de la homogenización final requiriéndose aumentar la proporción de CMC (no factible por exceso de goma en fase acuosa, formación grumos y pérdida de plasticidad final en la grasa de laminado). Por esto se determinó que el 4% de inulina fue adecuado para la elaboración de todos los tratamientos con un 15%, 27.5% y 40% de zapallo.

La viscosidad de las soluciones de inulina es baja (menor a 2 mPa para una solución 5% p/p en agua) (Cui & Roberts, 2009). Butini et al. (2006) en su patente de una margarina reducida en grasa utilizaron entre un 5% y un 20% de inulina en peso de la composición total obteniendo resultados iguales sino superiores que con la margarina control. La adición de carboximetilcelulosa está regida por las buenas prácticas de manufactura, sin efectos tóxicos registrados (Stephen et al., 2006). Los niveles típicos de uso recomendados para la lecitina de soya en emulsiones agua en aceite son del 1-5% de la grasa (ADM, 2014). Un nivel del 2% de lecitina en base al peso total de la emulsión se encontró dentro de los rangos establecidos del 1-5% del peso de la grasa para todos los tratamientos bajo estudio.

2.3 Elaboración del pan

Para la elaboración del croissant, se mezcló harina, cloruro de sodio, margarina para la masa, sacarosa, levadura comprimida y agua. El agua empleada para la masa fue enfriada a 5°C previamente y la temperatura controlada con un termómetro (Allafrance -20 a 110°C, Francia) con la finalidad de retrasar el proceso de fermentación y realizar los procesos de laminado para todos los tratamientos. El amasado se realizó en una batidora mecánica industrial (Salva,

España) por 7 minutos a velocidad 1, y 5 minutos a velocidad 2. Después se dejó reposar la masa por 20 minutos a temperatura ambiente.

2.3.1 Proceso de laminación

El laminado se realizó con una laminadora industrial semiautomática (Salva, España). La emulsión fue colocada en el centro de la masa y se laminó hasta un espesor de 8mm. Se realizaron tres dobleces dobles. Para cada doblez, se bajó el espesor gradualmente desde 20mm a 4mm y se laminó 4 veces tanto horizontal como verticalmente con la finalidad de regular el espesor en toda la masa. Luego del primer doblez se giró la masa y se dejó 20 minutos en la congeladora (Alaska MD120F, Italia) a -25°C . Se realizó el segundo y tercer doblez. Se dejó reposar la masa por 1 hora a 4°C . Posteriormente se laminó la masa hasta alcanzar un espesor final de 4mm, para poder cortarla con un molde plástico rectangular de 10.5 x 6.5cm.

Se modificó el corte triangular típico del croissant a uno rectangular para obtener una forma cilíndrica final, y obtener una superficie homogénea para las determinaciones posteriores. Una vez cortada la masa, se enrolló dándole una forma cilíndrica. Las muestras se congelaron por 2 horas a -25°C y luego se almacenaron a 4°C por 8 horas cubiertas con film plástico para continuar con el proceso de fermentación.

2.3.2 Proceso de fermentación, y horneado

La fermentación se realizó por 60 minutos en una cámara de fermentación controlada (Alaska-Ferma Levita, Italia) a 35°C y humedad relativa del 90%. Se horneó el pan a 175°C por 17 minutos en un horno industrial rotativo a diésel con tiro de vapor (Zucchelli Rotorfan 36, Italia). El tiro de vapor se abrió a los 4 minutos de transcurrido el tiempo de horneado para

que inicie el secado del producto. El pan fue enfriado por 2 horas a temperatura ambiente para realizar las determinaciones físico químicas. El análisis del perfil de textura se realizó 5 horas luego del horneado del croissant.

2.4 Diseño experimental y análisis estadístico

En la emulsión de laminado, se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3^2+1 . Es decir con dos factores y tres niveles dentro de cada factor más un tratamiento control sin sustitución de grasa. Se realizaron 3 repeticiones, siendo un total de 30 unidades experimentales. Por cada repetición, se realizaron 3 determinaciones de cada variable de respuesta obteniéndose un promedio, con el objeto de disminuir el error experimental. Los factores fueron: contenido de puré de zapallo, con niveles del 15%, 27.5% y 40% y contenido de carboximetilcelulosa (CMC), con niveles del 3%, 5% y 7%. Tanto los factores como sus niveles se determinaron mediante ensayos preliminares, para obtener un producto tecnológico y funcionalmente factible. Los niveles se encuentran en base al peso total de la emulsión (100g). Para el tratamiento control o testigo se usó únicamente margarina industrial como grasa de laminado. Este tratamiento no contenía inulina. En la Tabla 3 se observa los tratamientos estudiados con sus respectivas combinaciones y el porcentaje de sustitución de grasa alcanzado para cada uno de éstos.

Tabla 3: Tratamientos, combinaciones y porcentaje de sustitución de grasa

Tratamientos	Combinación	% Sustitución de grasa
A	15% puré zapallo; 3% CMC	24* (21.6)**
B	15% puré zapallo; 5% CMC	26* (23.4)**
C	15% puré zapallo; 7% CMC	28* (25.2)**
D	27.5% puré zapallo; 3% CMC	36.5* (32.85)**
E	27.5% puré zapallo; 5% CMC	38.5* (34.65)**
F	27.5% puré zapallo; 7% CMC	40.5* (36.45)**
G	40% puré zapallo; 3% CMC	49* (44.1)**
H	40% puré zapallo; 5% CMC	51* (45.9)**
I	40% puré zapallo; 7% CMC	53* (47.7)**
CONTROL	100% Margarina industrial	--

* Porcentajes de sustitución en la grasa de laminado

** Porcentajes de sustitución de grasa en el producto final

*** Todos los tratamientos con sustitución de grasa contienen inulina

2.4.1 Variables de respuesta

Las variables de respuesta analizadas fueron: volumen específico, humedad, firmeza, masticabilidad y elasticidad, de acuerdo a las características que presentaba el tratamiento control.

2.4.2 Metodología para el análisis de las variables de respuesta

2.4.2.1 Análisis de perfil de textura (TPA)

El perfil de textura se determinó mediante una prueba de compresión doble con un analizador de textura Brookfield CT3 Texture analyzer (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., MA, EUA) equipado con una sonda TA 4/1000 de 38.1 mm de diámetro en forma cilíndrica y el accesorio TA-BT-KIT, y mediante el software TexturePro CT V1.2 Build 9. Para el análisis se empleó toda la muestra de pan de 45 ± 5 g, y la sonda se aplicó en la parte central del croissant. Se usó una carga de activación de 7g, una célula de carga de 10000g fuerza, y la sonda cilíndrica para fines de compresión a una distancia del 40% de profundidad. La

velocidad de prueba fue de 100mm/min. Los parámetros analizados fueron firmeza, elasticidad y masticabilidad.

2.4.2.2 Volumen específico

El volumen del pan fue analizado mediante el método de desplazamiento de semillas basado en la AACC 10-05 (2000), con quinua (Larrea Céspedes et al., 2003, Rodríguez-Sandoval et al., 2012), y el volumen específico aplicando la relación volumen (cm^3) sobre masa (g) (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1980; Shouk & El-Faham, 2005).

2.4.2.3 Determinación de Humedad en el pan.

La humedad del pan se determinó mediante secado en estufa (Precision, Economy Oven 45EG) a 105°C por 24 horas (Ruttarattanamongkol et al., 2011; Fik et al., 2012; Bartkiene et al., 2013; Bartkiene et al., 2014). Se realizaron 3 determinaciones, tomando muestras de la parte central y de los extremos del pan de tres muestras diferentes y se calculó el promedio.

2.4.3 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se usó el software estadístico SPSS Statistics v.22. e InfoStat versión 2014e, considerando una distribución normal mediante el análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 5%. Se confirmó la distribución normal de los datos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Las medias se evaluaron con la prueba de Tukey con una probabilidad del 5%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas entre los tratamientos para las variables volumen específico, humedad, firmeza y masticabilidad (Tabla 4). La adición de puré de zapallo como sustituto de grasa para la emulsión de laminado influyó en el volumen específico y humedad. La carboximetilcelulosa (CMC) tuvo influencia en el volumen específico, humedad, firmeza y masticabilidad del croissant. No obstante la interacción entre los dos factores no tuvo influencia en ninguna de las variables de respuesta. La elasticidad del pan no fue afectada por los factores bajo estudio. El contraste testigo versus resto fue significativo para todas las variables en estudio con excepción de la elasticidad.

Tabla 4: Resumen del análisis de varianza (ANOVA) del volumen específico, humedad, firmeza, masticabilidad y elasticidad de los tratamientos.

Fuentes	GL	Cuadrados Medios				
		Volumen Específico (cm ³ /g)	Humedad (g/100g)	Firmeza (g)	Masticabilidad (mJ)	Elasticidad (mm)
Total	29					
Tratamientos	9	1.44*	9.37*	13399.59*	311.09*	2.36 ^{n.s}
Puré de zapallo (A)	2	0.39*	24.16*	81.40 ^{n.s}	23.68 ^{n.s}	2.81 ^{n.s}
CMC (B)	2	3.54*	5.97*	30914.34*	715.54*	2.42 ^{n.s}
Interacción A*B	4	0.28 ^{n.s}	0.42 ^{n.s}	2801.94 ^{n.s}	89.13 ^{n.s}	0.38 ^{n.s}
Testigo vs resto	1	3.97*	22.44*	47397.11*	964.81*	9.29 ^{n.s}
Error experimental	20	0.10	1.21	1224.23	60.41	4.43

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

3.1 Volumen específico

El volumen específico de los croissants se vio afectado tanto por la adición de puré de zapallo como de CMC independientemente. Existió diferencias significativas entre los tratamientos, al igual que para el contraste testigo versus resto ($P \leq 0.05$) (Tabla 4). En la Figura 1, se observa una tendencia a la disminución del volumen específico del pan con el incremento de CMC. No obstante, la prueba de medias de Tukey (Tabla 5) mostró que los tratamientos control, G y D, fueron estadísticamente iguales ($P > 0.05$) entre sí, obteniendo el mayor volumen específico (rango a).

El mecanismo de expansión de los productos laminados depende en gran medida de la margarina utilizada la cual requiere de propiedades de plasticidad, firmeza y perfil de contenido de grasa sólida que permiten que haya una adecuada separación de las capas de masa y que el agua evaporada en el horno sea atrapada obteniéndose un producto final expandido y con mayor volumen (Lefébure et al., 2013).

Los tratamientos G y D, con un nivel de goma del 3%, fueron efectivos en el aumento de volumen cuando la cantidad de puré de zapallo fue del 40% y 27.5%, respectivamente. Esto puede deberse a que a menores concentraciones la CMC contribuyó a alcanzar una buena plasticidad de la emulsión formada que permitió retener los gases producidos durante la fermentación y cocción, obteniendo un volumen igual al control.

Por otro lado, los tratamientos A, H, E, C, B, I, F fueron estadísticamente diferentes al control ($P \leq 0.05$) (Tabla 4). Dentro de éstos, el tratamiento A, con 15% de puré de zapallo y 3% CMC fue diferente posiblemente por la mayor concentración de la goma en el puré que impidió su

adecuada dispersión, la incorporación de agua dentro de su estructura e influyó en su plasticidad durante la laminación provocando rupturas por donde escaparon los gases generados durante la cocción y fermentación, obteniendo un menor volumen específico.

El rompimiento de las capas de grasa durante la laminación permite el escape de vapor de la masa y restringe la expansión del producto en el horno (Cauvain & Young, 2009).

Esto también pudo suceder con los tratamientos H, E, C, B, I, F, elaborados con cantidades mayores de goma (5% y 7%), en los que a estas proporciones las propiedades hidrofílicas de la carboximetilcelulosa evitaron un buen atrapamiento del vapor de agua generado durante la cocción (Talbot, 2011), y no pudieron formar una capa de grasa homogénea (Hui, 2008). El vapor liberado por estos panes fue responsable por la generación de presiones de gas que empujaron sus láminas de masa, no obstante la estructura de las capas de grasa, compuesta por los hidrocoloides en estas cantidades, no ofrecieron suficiente impedancia frente al vapor, pudiéndose romper durante el horneado por la presión generada o incluso durante la fermentación resultando en un menor volumen específico (Cauvain & Young, 2008). Esta propiedad de barrera de las capas de grasa es dependiente de su continuidad o distribución homogénea. Además, la consistencia más dura de la grasa al aumentar la proporción de goma pudo alterar la integridad de las capas internas de masa, que es esencial en la expansión, provocando la pérdida de volumen (Bousquieres et al., 2014a). Se conoce que la unión fuerte entre las capas de masa durante la laminación puede suceder cuando la grasa no está homogéneamente distribuida y restringe el incremento de volumen en estos productos (Cauvain & Young, 2008).

Es importante considerar también el efecto disruptivo que puede tener el dióxido de carbono, producido por la levadura, sobre la estructura laminada especialmente durante la fermentación reduciendo el volumen del pan, por lo que se debe mantener las capas de masa y grasa intactas en el croissant (Cauvain & Young, 2009).

Cauvain y Telloke (1993), sugirieron que para los productos laminados fermentados como el croissant es importante que la grasa de laminado sea razonablemente firme y plástica durante la laminación pero relativamente suave durante la fermentación para contribuir con la expansión del pan.

La adición de hidrocoloides en emulsiones puede tener efectos adversos en sistemas reducidos en grasa dependiendo del tipo y cantidad añadida pudiendo quedar partículas del polisacárido no absorbido en la fase acuosa, lo que promueve la floculación a través de mecanismos de depleción o agregación, causando inestabilidad al sistema (Chanamai & McClements, 2001; Chung et al., 2013).

Chysirichote et al. (2011), no encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el volumen específico, pero las muestras con sustitutos de grasa en hojaldre chino relleno con fréjol presentaron un menor volumen específico y tamaño que el control, atribuible a la retención del agua por parte de los sustitutos de grasa como inulina y maltodextrinas formando el agua más cadenas de gluten y existiendo menos grasa para acortar las cadenas, terminando en un posible rompimiento.

Shouk y El-Faham (2005), estudiaron la aplicación de maltodextrinas de maíz y pectina como sustitutos de grasa, en conjunto con harina de cebada en grano sin cáscara sobre la calidad de pan croissant, obteniendo un mayor volumen específico con los sustitutos de grasa que con el

tratamiento control y observaron la tendencia al incremento del peso final por su mayor captación de agua.

En este estudio únicamente los tratamientos G y D tuvieron un volumen igual al control. Los datos tuvieron un coeficiente de variación del 7.69% encontrándose dentro del rango aceptable para condiciones de laboratorio de un máximo del 10% (Sánchez-Otero, 2009).

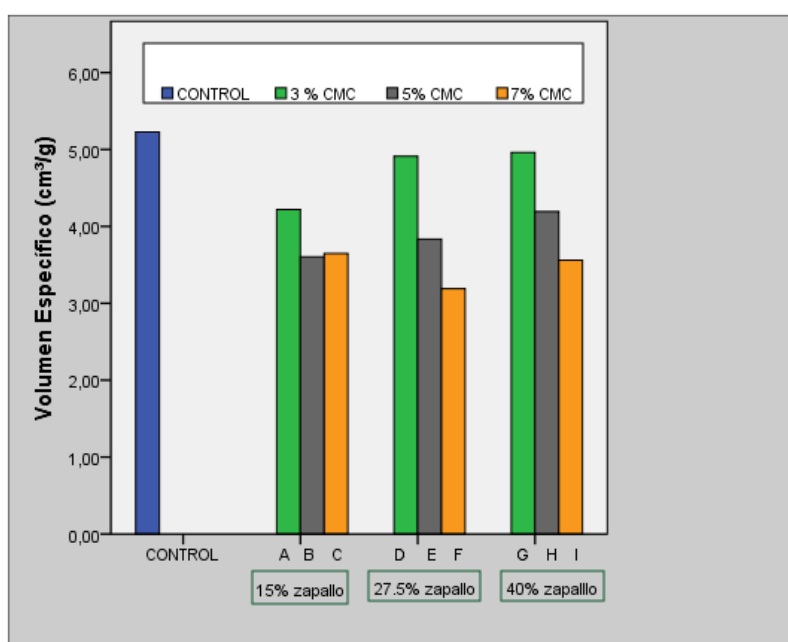


Figura 1. Volumen específico del pan croissant afectado por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos

Tabla 5: Volumen específico de los tratamientos

Tratamientos	Volumen específico (cm ³ /g)
CONTROL	5.23 ^a ±0.20
G	4.96 ^{ab} ±0.21
D	4.91 ^{ab} ±0.32
A	4.22 ^{bc} ±0.59
H	4.19 ^{bc} ±0.30
E	3.83 ^{cd} ±0.14
C	3.65 ^{cd} ±0.35
B	3.60 ^{cd} ±0.18
I	3.56 ^{cd} ±0.35
F	3.19 ^d ±0.30

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) por la prueba de Tukey $\bar{x} \pm SD(n = 3)$

3.2 Humedad

La carboximetilcelulosa y el puré de zapallo influyeron en la humedad del pan croissant ($P \leq 0.05$) (Tabla 4). Contrario a lo esperado no hubo interacción entre ambos factores mostrando que actúan de forma independiente. En la Figura 2, se muestra una tendencia al incremento de la humedad conforme aumenta el nivel de CMC y puré de zapallo. No obstante, la prueba de medias de Tukey mostró que los tratamientos A, B, C y D, fueron estadísticamente iguales al control ($P > 0.05$) (Tabla 6). Los tratamientos A, B y C, que tuvieron la menor proporción de puré de zapallo empleado del 15% fueron iguales al tratamiento control debido a que la cantidad de puré añadido fue menor en comparación con los tratamientos que usaron un 27.5% y 40% de puré de zapallo, y las cantidades de CMC adicionada en relación a la cantidad de puré no influyeron significativamente en la retención de agua.

El tratamiento D con un 27.5% de puré de zapallo y 3% CMC también obtuvo una humedad igual al control ($P > 0.05$) probablemente porque esta cantidad de goma permitió que el agua se evaporara durante la cocción, disminuyendo la humedad del pan.

Romanchik-Cerpovicz et al. (2002), obtuvieron resultados similares al reemplazar en su totalidad la grasa en galletas de barra de chocolate con goma okra o puré de manzana obteniendo más de tres veces la humedad de las galletas control, sin reemplazo de grasa.

Wekwete y Navder (2008), encontraron que las galletas sustituidas parcialmente a un nivel del 50% con puré de aguacate u oatrim (75% humedad) en comparación con el control a base de mantequilla (15% humedad) tenían una mayor humedad final por su contenido inicial de agua. Además, la pérdida de humedad durante el horneado fue significativamente menor para el control que para los tratamientos con reemplazo de grasa.

Los tratamientos E, F, G, H, I fueron significativamente diferentes al control ($P \leq 0.05$), y correspondieron a las proporciones usadas de puré de zapallo del 27.5% y 40%. Tal como lo señalaron Romanchik-Cerpovicz et al. (2002) y Wekwete y Navder (2008) en sus respectivos estudios, se esperaba que al presentar estos tratamientos un mayor contenido de agua inicial obtuvieran una humedad final mayor. No obstante, la adición de CMC también contribuyó a retener la humedad en el croissant, al captar el agua del puré de zapallo. Es probable que en estos tratamientos, la carboximetilcelulosa presente en la grasa que hacía de barrera al paso de vapor de agua generado durante el horneado impidiera la liberación de vapor de la grasa al estar retenida en la estructura de la goma, concentrándose así la humedad en el pan. Kazier y Dyer (1995), en su estudio sobre margarina para masas laminadas reducidas en grasa y su aplicación en hojaldres, pastas danesas y croissant indicaron que la mayor humedad obtenida en los croissants y pastas danesas reducidas en grasa pudo deberse a que aunque hay más agua disponible en la grasa de laminado para estos productos, la formación de la corteza del pan durante el horneado impidió la pérdida de humedad adicional.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Shouk y El-Faham (2005), quienes encontraron que los croissants reemplazados en grasa con sustitutos como maltodextrinas y pectina obtuvieron un mayor contenido de humedad que se incrementó conforme el nivel de sustitución aumentó.

Sternhagen y Hosney (1994) estudiando los efectos en la firmeza de la pasta de hojaldre danés encontraron que las pastas hechas con sustitutos de grasa en la grasa de laminado tenían significativamente más humedad que la pasta hecha con la margarina de laminación control. Wang y Sullivan (2012), determinaron que a un mayor reemplazo de grasa con puré de zapallo en brownies, se incrementó la actividad de agua, inherente al alto contenido de agua del puré de zapallo y a la mayor humedad presente en el producto. Pimdit et al. (2008), obtuvieron resultados similares indicando que la adición de sustitutos de grasa en margarina para hojaldre reducida en grasa, incrementó la humedad final y la actividad de agua de la pasta de hojaldre.

Otros estudios respecto al uso de carbohidratos como sustitutos de grasas en productos horneados como pasteles, galletas y muffins muestran un incremento en el contenido final de humedad y actividad de agua a comparación del control sin reemplazo (Hippleheuser et al., 1995; Silva, 1996; Savas, 1999; Theleriti, 2000; Woods & Navder, 2006, Power et al, 2007).

Los sustitutos de grasa a base de carbohidratos resultan en un aumento en la retención de humedad final del producto lo que es deseable en el pan ya que retarda su envejecimiento y debiéndose controlar esta humedad y actividad de agua del producto que podrían reducir su vida útil (Hui, 2008).

La humedad de los productos laminados es usualmente menor que en los pasteles, siendo alrededor del 5% para las pastas de hojaldre a un 17% para las pastas danesas. No hay límites establecidos del nivel de humedad aceptable en los productos laminados porque varían dependiendo del tipo de producto y de la preferencia del consumidor (Cauvain & Young, 2000).

De acuerdo con la norma INEN 95:1979 sobre requisitos del pan común, todos los tratamientos cumplieron lo especificado de un máximo del 35% de humedad para el pan blanco (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 1979).

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 4.08% estando dentro del rango aceptable para condiciones de laboratorio de un máximo del 10% (Sánchez-Otero, 2009).

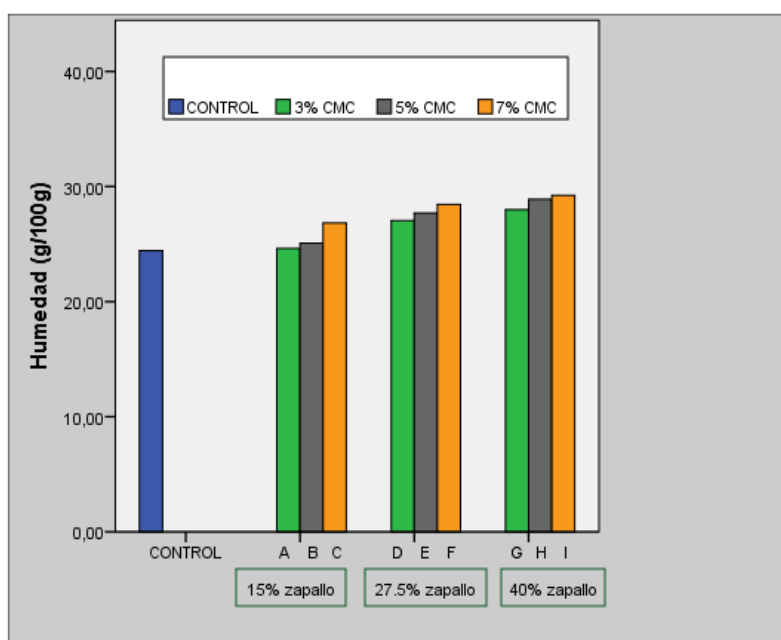


Figura 2. Humedad del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos

Tabla 6: Humedad de los tratamientos

Tratamientos	Humedad (g/100g)
I	29.24 ^a ±0.94
H	28.89 ^a ±1.02
F	28.45 ^a ±1.31
G	27.99 ^{ab} ±1.11
E	27.71 ^{abc} ±1.00
D	27.04 ^{abcd} ±0.72
C	26.83 ^{abcd} ±0.31
B	25.08 ^{bcd} ±2.05
A	24.62 ^{cd} ±0.15
CONTROL	24.43 ^d ±1.18

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) por la prueba de Tukey $\bar{x} \pm SD(n = 3)$

3.3 Firmeza

La firmeza del croissant no fue afectada por la cantidad de puré de zapallo adicionada ni por la interacción de los factores ($P > 0.05$) (Tabla 4). Sin embargo, la adición de carboximetilcelulosa afectó la firmeza del pan ($P \leq 0.05$). Hubo diferencia significativa entre los tratamientos, al igual que para el contraste testigo vs resto ($P \leq 0.05$). Esto concuerda con lo observado por Shouk y El-Faham (2005), cuando aumentó la firmeza del croissant al incrementar la sustitución de grasa con maltodextrinas y pectina.

En la Figura 3, se observa una tendencia al aumento de la firmeza del croissant cuando se incrementa el nivel del hidrocoloide para una misma proporción de puré de zapallo. No obstante la prueba de medias de Tukey (Tabla 7) mostró que los tratamientos G y D fueron estadísticamente iguales al tratamiento control ($P > 0.05$).

Los tratamientos G y D pudieron tener una firmeza igual al control debido a la menor cantidad de goma usada (3%) en la grasa de laminado, y a la relación de ésta con el puré de zapallo. La mayor cantidad de puré de zapallo usada en los tratamientos G (40%) y D (27.5%), influyeron en una buena distribución de la goma, que incrementó la viscosidad del sistema. De igual

manera, el agua pudo evaporarse con facilidad, resultando en un pan con menor firmeza y expandido influyendo también en el mayor volumen específico obtenido.

El tratamiento A, pese a tener un 3% de CMC al igual que los tratamientos G y D, y tener una firmeza estadísticamente igual a éstos, fue diferente al tratamiento control. Esto podría deberse, igual que sucedió con el volumen específico, a la concentración de goma en una menor proporción de 15% de puré de zapallo que resultó en la obtención de una grasa más dura y poco plástica que impidió una mayor aireación afectando el mecanismo de expansión y su firmeza final.

Los tratamientos B, C, E, F, H, I, también fueron significativamente diferentes al tratamiento control ($P \leq 0.05$) e iguales entre sí (Tabla 7). La adición de cantidades mayores de goma del 5% y 7% produjo una disminución en la plasticidad de la grasa, haciéndoles menos resistentes a la presión de vapor generada durante la cocción afectando el mecanismo de aireación y dándoles una estructura más compacta menos aireada que el control, incrementando sus valores de firmeza.

Ang (2001), encontró que con las fibras de celulosa, la fuerza de compresión en pastel y brownies se incrementó conforme aumentó la cantidad adicionada. Su incorporación aumentó la resistencia al corte y a una textura esponjosa resultando en una estructura rígida.

Röbke et al. (2011) observaron un ligero incremento en la dureza de miga al usar altas concentraciones de inulina y oligofructosa, estudiando su uso como sustitutos de grasa y azúcar, en bollos de panes rápidos. En otra investigación, Sternhagen y Hosney (1994) encontraron que la muestra de pasta danesa con más alto nivel de agua fue significativamente menos firme que las otras muestras en el día 1 luego del horneado.

Los datos de firmeza tuvieron un coeficiente de variación del 10.35% encontrándose en el límite del rango aceptable para condiciones de laboratorio de un máximo del 10% (Sánchez-Otero, 2009). Esto podría deberse a fenómenos como la recuperación elástica a los que la masa está sujeta. Al salir de los rodillos de la laminadora, la masa viscoelástica se relaja al haber atravesado por un estado de estrés a uno de relajación, recuperándose simultáneamente en forma instantánea y retrasada. Esto hace variar su espesor final del que fue calibrado inicialmente (Tanner et al., 2007; Bousquieres et al., 2014b). Se reporta además que antes de pasar por los rodillos, las presiones son mayores en la superficie de la masa y después en el centro, lo que podría alterar la uniformidad del espesor de las láminas (Bousquieres et al., 2014b). Esto generó que al cortar los croissants con el molde, haya variación de los pesos. La formación irregular de las capas de grasa (Cauvain & Young, 2007) inherente a algunos tratamientos, también pudo influir en la variación. La superficie no homogénea del pan horneado que presentaba rugosidades o levantamientos resultantes del mecanismo de expansión de los productos laminados influyó de igual forma en las mediciones de los atributos de textura con el texturómetro. Todos estos factores pudieron influir en los coeficientes de variación obtenidos para la firmeza, elasticidad y masticabilidad del pan.

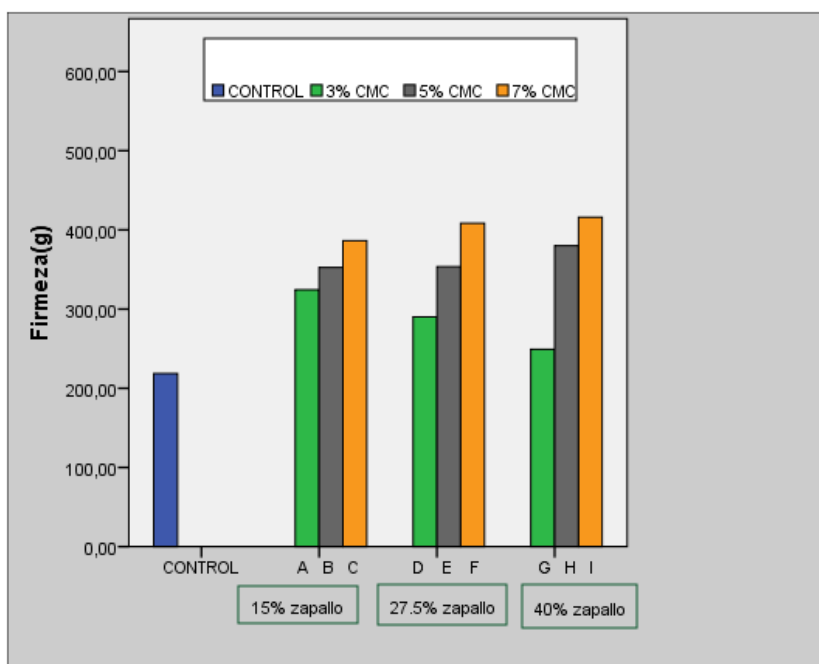


Figura 3. Firmeza del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos

Tabla 7: Firmeza de los tratamientos

Tratamientos	Firmeza(g)
I	416.00 ^a ±5.17
F	408.44 ^a ±8.98
C	386.33 ^{ab} ±34.84
H	380.00 ^{ab} ±13.68
E	353.55 ^{ab} ±43.84
B	352.44 ^{ab} ±76.57
A	324.33 ^{abc} ±44.52
D	290.11 ^{bcd} ±18.38
G	249.22 ^{cd} ±21.55
CONTROL	218.67 ^d ±12.86

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) por la prueba de Tukey $\bar{x} \pm SD(n = 3)$

3.4 Masticabilidad

La masticabilidad medida de forma instrumental se refiere a la cantidad de energía requerida para masticar una muestra sólida a un estado listo para la deglución y es el producto de la gomosidad y elasticidad (McKenna. & Kilcast, 2004; Rao et al., 2014). El análisis de varianza

(ANOVA) (Tabla 4) mostró que solo el contenido de carboximetilcelulosa influyó significativamente en la masticabilidad del pan ($P \leq 0.05$).

En la Figura 4, se observó la tendencia al aumento de los valores de masticabilidad conforme aumentaba la proporción de CMC. No obstante, la prueba de medias de Tukey mostró que los tratamientos E, B, A, D y G fueron estadísticamente iguales al control ($P > 0.05$). En estos tratamientos se adicionó un 3% de CMC (A, D, G) y 5% de CMC (B, E) en la emulsión, obteniéndose valores de masticabilidad iguales al control ya que hasta estas concentraciones de CMC, la energía requerida para masticar las muestras fue igual.

Se conoce también que la reducción de grasa en los productos horneados como el pan causa un incremento en su dureza y masticabilidad (Kilcast, 2013).

Los tratamientos I, F, C y H fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) al control, siendo los tratamientos I, F y C con mayor contenido de goma (7%) además del tratamiento H con 5% de CMC y 40% de reemplazo de zapallo en la grasa de laminado.

Chysirichote et al. (2011), no encontraron diferencias significativas en la masticabilidad entre el control y los tratamientos reducidos en grasa elaborados con geles de inulina y maltodextrinas en niveles de 25, 50,75 y 100% por peso de la grasa en la corteza externa del hojaldre chino relleno con fréjol.

El uso de CMC en este estudio, por otro lado, produjo diferencias con algunos tratamientos (Tabla 8) en relación al control.

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 13.28%, superando el rango aceptable para condiciones de laboratorio de un máximo del 10% (Sánchez-Otero, 2009). La

recuperación elástica y su relación con la variación del espesor final de la masa, la formación irregular de las capas de grasa en ciertos tratamientos, al igual que la superficie no homogénea con levantamientos resultado del mecanismo de expansión de los productos laminados influyeron, como se explicó previamente para la firmeza, en la variación de las mediciones del texturómetro incrementándose el coeficiente de variación.

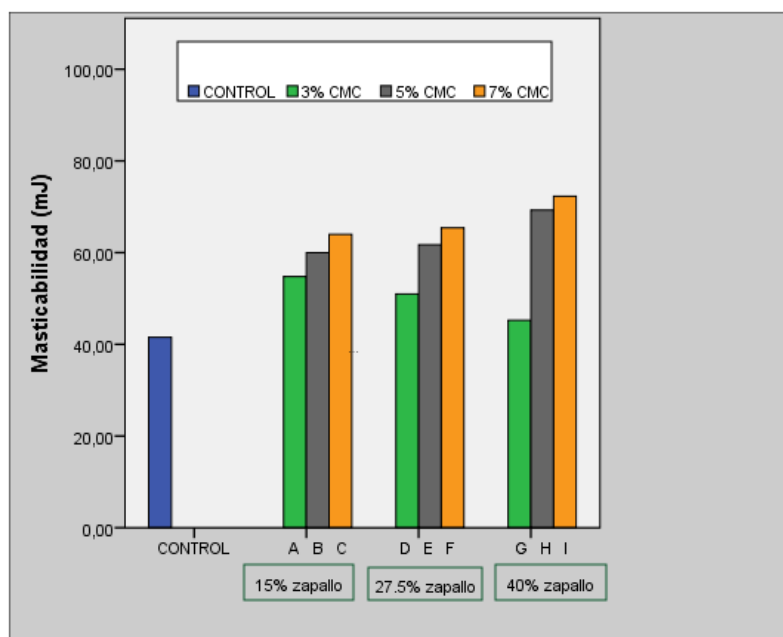


Figura 4. Masticabilidad del pan croissant afectada por la adición de puré de zapallo y carboximetilcelulosa (CMC) en los diferentes tratamientos

Tabla 8: Masticabilidad de los tratamientos

Tratamientos	Masticabilidad(mJ)
I	72.32 ^a ±7.60
H	69.29 ^a ±3.19
F	65.40 ^{ab} ±5.17
C	64.00 ^{ab} ±0.95
E	61.73 ^{abc} ±14.89
B	60.00 ^{abc} ±11.04
A	54.77 ^{abc} ±5.24
D	50.98 ^{abc} ±3.74
G	45.23 ^{bc} ±2.97
CONTROL	41.51 ^c ±10.70

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) por la prueba de Tukey $\bar{x} \pm SD(n = 3)$

3.5 Elasticidad

La elasticidad se refiere a la recuperación elástica que se produce cuando se retira la fuerza compresiva y mide cuanto de la estructura original del alimento se ha roto por la compresión inicial (Hleap & Velasco, 2010; Abdelghafor et al., 2011). En el croissant, este parámetro no se vio influenciado por el contenido de puré de zapallo o carboximetilcelulosa, ni por su interacción, en la grasa de laminado ($P>0.05$). Los tratamientos fueron estadísticamente iguales ($P>0.05$) incluso al contrastar con el tratamiento control (Tabla 4).

Esto concuerda con el estudio realizado por Chysirichote et al. (2011), en el cual no se obtuvo diferencias significativas entre la elasticidad del control y los tratamientos reducidos en grasa elaborados con geles de inulina y maltodextrinas a niveles de 25, 50,75 y 100%, en la corteza externa del hojaldre chino relleno con fréjol.

La elasticidad del pan está relacionada con la fuerza de la pared celular o estructura de celda de la miga y se espera que sea elástico luego de la remoción de cualquier fuerza compresiva, además está asociada con un producto fresco y aireado (McKenna & Kilcast, 2004; Kilcast, 2013). La elasticidad fue igual para todos los tratamientos y tanto el nivel de goma como de zapallo adicionado no influyeron significativamente en esta propiedad.

La disminución de la elasticidad puede asociarse a la estructura de miga más compacta y densa obtenida como resultado de la disminución de grasa en las formulaciones, no obstante los tratamientos fueron estadísticamente iguales entre sí.

Estos datos tuvieron un coeficiente de variación del 11.85%, que fue superior al rango aceptable para condiciones de laboratorio de un máximo del 10% (Sánchez-Otero, 2009). Tanto la recuperación elástica y su relación con la variación del espesor final de la masa como

la superficie no homogénea con levantamientos resultado del mecanismo de expansión de los productos laminados y la formación irregular de las capas de grasa inherente a ciertos tratamientos influyeron en la obtención de este valor.

Tabla 9: Elasticidad de los tratamientos

Tratamientos	Elasticidad (mm)
CONTROL	19.43±5.08
H	18.58±0.39
G	18.41±0.36
D	17.93±1.94
I	17.66±1.66
E	17.59±2.33
B	17.41±0.55
A	17.31±0.74
C	16.99±1.68
F	16.27±1.61

* Medias de la elasticidad para los tratamientos

$\bar{x} \pm SD(n = 3)$

Ponderación

Se asignó puntajes a las variables analizadas considerando lo que el consumidor espera en un producto de masa laminada tipo croissant (Tabla 10). Los atributos de textura como la firmeza, masticabilidad y elasticidad son los más importantes, relacionados con las propiedades de suavidad y estructura desmenuzable del croissant. La humedad y volumen específico del pan, contribuyen a las características de textura deseables en el producto, y se relacionan con su calidad final. La firmeza fue el factor más importante (5), seguido de masticabilidad (4), elasticidad (3), humedad (2) y volumen (1).

Tabla 10: Ponderación de las variables de respuestas

Tratamiento	Firmeza	Masticabilidad	Elasticidad	Humedad	Volumen Específico	Total
A	0	4	3	2	0	9
B	0	4	3	2	0	9
C	0	0	3	2	0	5
D	5	4	3	2	1	15
E	0	4	3	0	0	7
F	0	0	3	0	0	3
G	5	4	3	0	1	13
H	0	0	3	0	0	3
I	0	0	3	0	0	3

El mejor tratamiento obtenido en base a la ponderación fue D con 3% de CMC y 27.5% de puré de zapallo, seguido de G, con 3% de CMC y 40% de puré de zapallo en la grasa de laminado (Tabla 10). Considerando la factibilidad tecnológica de producción, también se eligió al tratamiento D como el mejor por la distribución homogénea de la emulsión en las capas de masa, mientras que la producción del tratamiento G presentó dificultades durante la laminación por la falta de dureza y plasticidad, observándose una distribución poco homogénea y de difícil manejo industrialmente. Consecuentemente, se eligió el tratamiento D para continuar con un análisis sensorial.

4. EVALUACIÓN SENSORIAL

4.1 Nivel de Agrado

Tanto el tratamiento (D) como el control fueron evaluados sensorialmente mediante una escala hedónica de 5 puntos.

4.2 Jueces

La prueba se realizó a 88 consumidores (47 mujeres y 41 hombres, con edades entre 18 y 62 años) siendo estudiantes, docentes, y trabajadores de la Universidad San Francisco de Quito, reclutados de manera voluntaria para realizar este estudio.

4.3 Preparación de las muestras y procedimiento

Se cortaron los extremos de las muestras de pan croissant enfriadas a temperatura ambiente luego de una hora del horneado, y se pesaron 30g de la parte central del pan. Se codificó las muestras con códigos de tres dígitos, elegidos al azar por medio de tablas de números aleatorios para evitar errores debido al orden de presentación (Lawless & Heymann, 2010). Las muestras fueron contrabalaceadas para los 2 órdenes posibles, es decir la mitad de las muestras se presentaron en el primer orden y la otra mitad en el segundo orden, para reducir las fuentes de error (Kemp et al., 2009). En la Tabla 11 se observan los códigos de las muestras y su descripción. Las muestras fueron servidas a temperatura ambiente (22°C) dos horas después del horneado, en bandejas de poliestireno, además de un vaso con agua y un cuestionario.

Se explicó a los jueces la manera de efectuar la prueba, el orden de las muestras, el modo de elección a través de la escala hedónica de 5 puntos, y tomar agua entre cada muestra para enjuagar la boca y evitar la influencia de una muestra sobre otra, en la prueba.

5.4 Análisis estadístico

Se asignó un valor para cada una de las opciones de la escala hedónica de 5 puntos; desde disgusta mucho ‘1’ a gusta mucho ‘5’ con un nivel medio de indiferencia (ni me gusta ni me disgusta). Se obtuvo la media del nivel de agrado para cada muestra y se determinó si existía diferencia significativa entre las dos muestras mediante la prueba t de student para muestras pareadas (Chambers IV & Baker Wolf, 2005) asumiendo la normalidad de los datos y las propiedades de la escala hedónica.

5.5 Resultados y Discusión

En las Tablas 12 y 13 se observa los resultados de las frecuencias obtenidas para la muestra 160 (control) y 347 (tratamiento D), respectivamente. Para la muestra 160 (Figura 5) se observó que la opción “gusta mucho” y “gusta” obtuvieron las frecuencias más altas de 33 y 32, respectivamente. Para la muestra 347 (Figura 5), la opción “gusta mucho” presentó una frecuencia de 32 en tanto la opción “gusta” una frecuencia de 41. Tanto para la muestra 160 como para la 347 el nivel de agrado se encontró distribuido en ambas categorías superiores de “gusta mucho” y “gusta” con un 73.86% y 82.95% respectivamente. La prueba t de student para un $\alpha=0.05_{(bilateral)}$ mostró que no hubo diferencia significativa entre las 2 muestras en cuanto al nivel de agrado ($P>0.05$) (Tabla 14). La muestra 347 con 27.5% de reemplazo con puré de zapallo y 3% de CMC en la grasa de laminado presentó un buen nivel de agrado igual al tratamiento control (muestra 160) y por tanto podría utilizarse esta formulación sin afectar el agrado del consumidor hacia el producto.

Tabla 11: Muestras y codificación para la prueba de nivel de agrado

Códigos de las muestras	Tratamiento
160	Control
347	D

Tabla 12: Nivel de aceptabilidad para muestra 160

Nivel de agrado	Gusta mucho	Gusta	Ni gusta, ni disgusta	Disgusta	Disgusta mucho
Valor numérico asignado	5	4	3	2	1
Frecuencia	33	32	21	2	0
Nivel de agrado	4.09				

Tabla 13: Nivel de aceptabilidad para muestra 347

Nivel de agrado	Gusta mucho	Gusta	Ni gusta, ni disgusta	Disgusta	Disgusta mucho
Valor numérico asignado	5	4	3	2	1
Frecuencia	32	41	13	2	0
Nivel de Agrado	4.17				

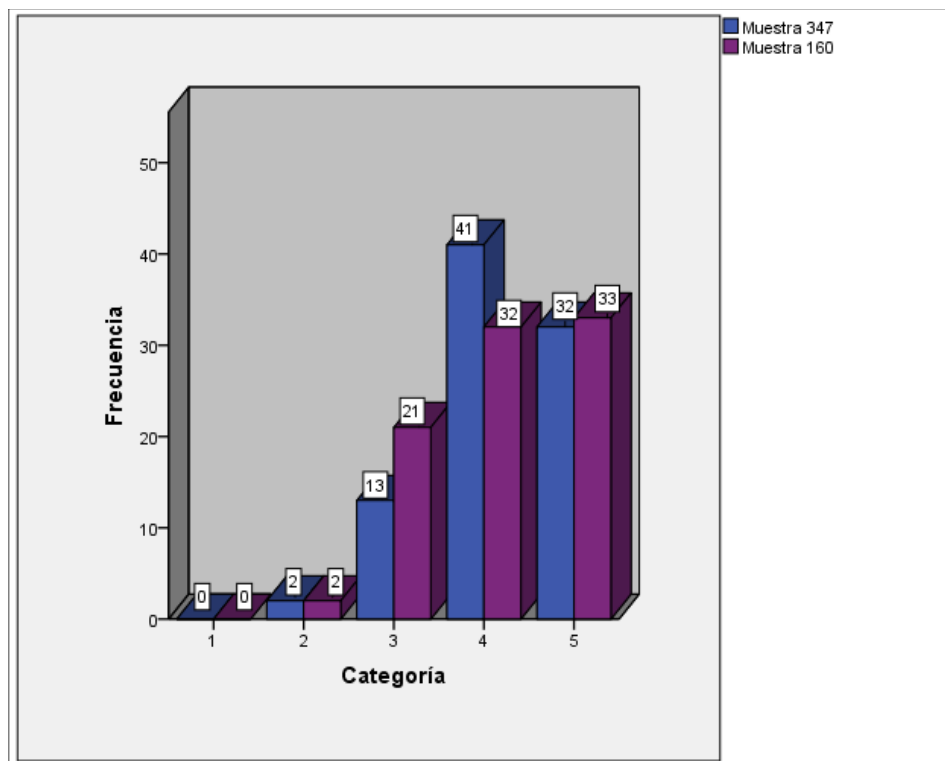


Figura 5. Frecuencias para la prueba de nivel de agrado

Tabla 14: Resumen de la prueba t de student para muestras evaluadas

Parámetro	Valor
T	-0.583
gl	87
Sig(bilateral)	0.561
α	0.05

5. CONCLUSIONES

- La adición de carboximetilcelulosa en la grasa de laminado tuvo influencia significativa en el volumen específico, humedad, firmeza y masticabilidad del croissant, en tanto que el puré de zapallo influyó significativamente en la humedad y volumen específico final del producto.
- El mejor tratamiento obtenido fue el que tenía el menor contenido de goma (3%) y un nivel intermedio de puré de zapallo (27.5%), siendo estos los niveles óptimos de CMC y puré de zapallo para obtener un producto similar al tratamiento control.
- Se logró sustituir un 36.5% de la grasa de laminado y un 32.85% de la grasa en el producto final obteniendo un pan croissant con buenas características de firmeza, masticabilidad, elasticidad, humedad y volumen.
- El croissant reducido en grasa mostró una buena aceptación por parte de los consumidores, encontrándose el nivel de agrado en un 82.95% en las categorías superiores y no se encontró diferencia significativa con el control en cuanto al nivel de agrado.

6. RECOMENDACIONES

- Profundizar la investigación acerca de la sustitución de grasa por carbohidratos en productos laminados como el croissant, pastas danesas y masas de hojaldre, y sus efectos en las propiedades fisicoquímicas y funcionales.
- Evaluar el uso de emulsificantes como monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos y DATEM (ésteres de ácido diacetil tartárico de mono y diglicéridos) como alternativa a los sustitutos por carbohidratos o en combinación con éstos, que permitan obtener un producto laminado óptimo.
- Emplear homogeneizadores de presión y con control automático de temperatura en la fabricación de la emulsión de laminado para lograr disminuir el tamaño de partículas adecuadamente y de manera uniforme consiguiendo emulsiones estables.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelghafor, R. F., Mustafa, A. I., Ibrahim, A. M .H. & Krishnan, P. G. (2011). Quality of bread from composite flour of sorghum and hard white winter wheat. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(1), 9-15.
- Adhikari, P., Zhu, X-M., Gautam, A., Shin, J-A., Hu, J-N., Lee, J-H. , Akoh, C. C. & Lee, K-T. (2010) Scaled-up production of zero-trans margarine fat using pine nut oil and palm stearin. *Food Chemistry*, 119(4), 1332–1338.
- ADM. (2014) *Lecithin emulsifying*. 15 abril 2014. Recuperado de <http://www.adm.com/en-US/products/food/lecithin>.
- American Association of Cereal Chemists. (2000). Approved Methods of the AACC.10th edition. St Paul, MN: The Association.
- American Dietetic Association. (2005). Position of the American Dietetic Association: Fat Replacers. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(2), 266-275.
- Ang, J.F. (2001). Powdered cellulose and the development of new generation healthier foods. *Cereal Foods World*, 46, 107-111.
- Bartkiene, E., Jakobson, I., Juodeikiene, G., Vidmantienė, D., Pugajeva, I. & Bartkevics, V. (2013). Effect of fermented *Helianthus tuberosus* L. tubers on acrylamide formation and quality properties of wheat bread. *Food Science and Technology*, 54, 414-420.
- Bartkiene, E., Schleining, G., Juodeikiene, G., Vidmantienė, D., Krungleviciute, V., Rekstyte, T., Basinskiene, L., Stankevicius, M., Akuneca, I., Ragazinskiene, O. & Maruska, A. (2014). The influence of lactic acid fermentation on biogenic amines and volatile compounds formation in flaxseed and the effect of flaxseed sourdough on the quality of wheat bread. *Food Science and Technology*, 56(2), 445–450.
- Bousquieres, J., Deligny, C., Challoy, S. & Lucas, T. (2014a). Using confocal laser scanning microscopy to examine the breakdown of fat layers in laminated dough. *Food Research International*, 62, 359-365.
- Bousquieres, J., Deligny, C., Riaublanc, A. & Lucas, T. (2014b). CLSM study of layers in laminated dough: Roll out of layers and elastic recoil. 60(1), 82-91.
- Buttini, R., Gazzola, G., Righi, A. (2006). Margarine-like food composition with reduced fat content. USA.
- Calaveras, J. (1996). *Tratado de panificación y bollería*. Madrid: AMV Ediciones.469p.

- Cauvain, S. P. & Telloke, (1993). Danish pastries and croissants. *FMBRA Report No. 153*, August.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2000). *Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects*. Gloucester: Blackwell Science Ltd. 304p.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2001). *Baking problems solved*. USA: CRC Press. 304p.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2007). *Technology of Breadmaking*. USA: Springer Science & Business Media. 397p.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2008). *Productos de panadería: ciencia, tecnología y práctica*. Zaragoza: Acribia S.A. 264p.
- Cauvain, S. P. & Young, L. S. (2009). *More baking problems solved*. USA: CRC Press. 252p.
- Chambers IV, E. & Baker Wolf, M. (Ed.). (2005). *Sensory Testing Methods*. USA: ASTM International Standards Worldwide. 115p.
- Chanamai, R. & McClements, D. J. (2001). Depletion Flocculation of Beverage Emulsions by Gum Arabic and Modified Starch. *Food Engineering and Physical Properties*, 66(3), 457-463.
- Chung, C., Degner, B. & McClements, D. J. (2013). Designing reduced-fat food emulsions: Locust bean gumefat droplet interactions. *Food Hydrocolloids*, 32, 263-270.
- Chysirichote, T., Utaipatanacheep, A. & Varayanond, W. (2011) Effect of reducing fat and using fat replacers in the crust of flaky chinese pastry. *Nat. Sci*, 45(1), 120 – 127.
- Cui, S.W. & Roberts, K.T. (2009). Dietary Fiber: Fulfilling the promise of added-value formulations. In Kasapis, S. Norton, I.T., Ubbink, J.B. (Ed.), *Modern Biopolymer Science: Bridging the divide between fundamental treatise and industrial application* (399-448). USA: Academic Press.
- Escalada, M. F., Ponce, N-M., Stortz, C. A., Gerschenson, L. N. & Rojas, A. M. (2007). Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). *LWT*, 40(7), 1176–1185.
- Fanzo, J. (2014). Strengthening the engagement of food and health systems to improve nutrition security: Synthesis and overview of approaches to address malnutrition. *Global Food Security*, 3(3-4), 183-192.
- Figoni, P. I. (2010). *How baking Works: Exploring the fundamentals of baking science*. 3rd ed. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc. p481.

- Fik, M., Surówka, K., Maciejaszek, I., Macura, M. & Michalczyk, M. (2012). Quality and shelf life of calcium-enriched wholemeal bread stored in a modified atmosphere. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 418–424.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D. & Narine, S.S. (2002). Lipid shortenings: a review. *Food Research International*, 35 (10), 1015–1048.
- Glibowski, P. (2010). Effect of thermal and mechanical factors on rheological properties of high performance inulin gels and spreads. *Journal of Food Engineering*, 99(1), 106-113.
- Griffin, W.C., Lynch, M.J. & Larthrob, L.B . (1967). *Drug Cosmet Ind* , 101(41).
- Grossklaus, R. (1996). Fat Replacers - Requirements from a Nutritional Physiological Point of View. *Fett/Lipid*, 98(4), 136-141.
- Gunstone, F. D. & Padley, F. B. (1997). *Lipid Technologies and Applications*. USA: CRC Press. 848p.
- Gurkin, S. (2002). Hydrocolloids – Ingredients that add flexibility to tortilla processing. *Cereal Foods World*, 47, 41-43.
- Hayek, S. A. & Ibrahim, S. A. (2013). Consumer acceptability of chocolate chip cookies using applesauce as a fat (butter) substitute. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(3), 159-168.
- Hippleheuser, A. L., Landberg, L. A. & Turnak, F. L. (1995). A System approach to formulating a low fat muffin. *Food Technology*, 49(3), 92-96.
- Hleap, J. I. & Velasco, V. A. (2010). Análisis de las propiedades de textura durante el almacenamiento de salchichas elaboradas a partir de tilapia roja (*Oreochromis sp.*). *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8(2), 46-56.
- Hui, Y. H. (Ed.). (2006). *Handbook of Food Science, Technology and Engineering* (178-16). USA: CRC Press. 928p.
- Hui, Y. H. (Ed.). (2008). *Bakery Products: Science and Technology*. USA: John Wiley & Sons. 586p.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Pan común. Requisitos. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 95: 1979.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Harina de Trigo. Ensayo de Panificación. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 530: 1980.

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición: ENSANUT Ecuador 2011-2013 .2013. 6 abril 2014. Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/salud-salud-reproductiva-y-nutricion/>
- Kazier, H. & Dyer, B. (1995). Reduced-fat pastry margarine for laminated dough in puff, danish, and croissant applications. *Cereal Foods World*, 40(5), 363-365.
- Kelly, G. (2008). Inulin-Type Prebiotics – A Review: Part 1. *Alternative Medicine Review*, 13(4), 315-329.
- Kemp, S. A., Hollowood, T & Hort, J. (2009). *Sensory Evaluation: A Practical Handbook*. Singapore: Wiley-Blackwell. 208p.
- Kilcast, D. (2013). *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality: A Practical Guide*. Philadelphia: Woodhead Publishing. 658p.
- Koirala, M., Khatri, R. B., Khanal, V. & Amatya, A. (2014). Prevalence and factors associated with childhood overweight/obesity of private school children in Nepal. *Obesity Research & Clinical Practice*. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.orcp.2014.10.219>
- Korty, M. & Polus, N. (2011). The effect of puréed cauliflower as a fat replacer on the texture, color, and palatability of chocolate chips muffins. 3 mayo 2014. Recuperado de <http://www.cfs.purdue.edu/>
- Larrea Céspedes, M.A., Cerro Ruíz, M. & Salazar Castro, G. (2003). Estudio experimental para la elaboración de las galletas tipo “cookie” con adición de fibra de pulpa de madera pre tratada con peróxido de hidrógeno alcalino (H₂O₂). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna.
- Lawless & Heymann. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Springer. 619p.
- Lee, M. H., Baek, M. H., Cha, D. S., Park, H. J. & Lim, S. T. (2002). Freeze – thaw stabilization of sweet potato starch gel by polysaccharide gums. *Food Hydrocolloids*, 16, 245-352.
- Lefébure, É., Ronkart, S., Brostaux, Y., Béra, F., Blecker, C. & Danthine, S. (2013). Investigation of the influence of processing parameters on physicochemical properties of puff pastry margarines using surface response methodology. *Food Science and Technology*, 51(1), 225-232.
- Lim, J., Inglett, G. E., & Lee, S. (2010). Response to Consumer Demand for Reduced-Fat Foods; Multi-Functional Fat Replacers. *Japan Journal of Food Engineering*, 11(4), 163 -168.

- Lucca, P. A. & Tepper, B. J. (1994). Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends in Food Science & Technology*, 5, 12-19.
- Manzocco, L., Calligaris, S., Da Pieve, S., Marzona, S. & Nicoli, M.C. (2012). Effect of monoglyceride-oil-water gels on white bread properties. *Food Research International*, 49(2), 778-782.
- McKenna, B. M. & Kilcast, D. (2004). *Texture in food: Solid Foods*. Cornwall: Woodhead Publishing. 560p.
- Mettler, E. & Seibel, W. (1995). Optimizing of rye bread recipes containing mono-diglyceride, guar gum, and carboxymethylcellulose using a maturograph and an oven rise recorder. *Cereal Chemistry*, 72, 109-115.
- Ministerio De Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2014) Informe De Siembra Y Cosecha De Zapallo En La Provincia De Manabí. Dirección De Investigación Y Generación De Datos Multisectoriales.
- Muñoz Ohmen, S. A., Restrepo Molina, D.A. & Sepúlveda Valencia, J. U. (2012). Revisión: inulina en algunos derivados cárnicos. *Revista Facultad Nacional Agronomía Medellín*, 65(2), 6789-6798.
- O'Brien, R. (2010). *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. Tercera Edición. USA: CRC Press. 680p.
- Onyango, C. Unbehend, G. & Lindhauer, M. G. (2009). Effect of cellulose-derivatives and emulsifiers on creep-recovery and crumb properties of gluten-free bread prepared from sorghum and gelatinised cassava starch. *Food Research International*, 42(8), 949-955.
- Pareyt, B., Finnie, S. M., Putseys, J. A. & Delcour, J. A. (2011). Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality. *Journal of Cereal Science*, 54(3), 266-279.
- Pimdit, K., Therdthai, N. & Jangchud, K. (2008). Effects of fat replacers on the physical, chemical and sensory characteristics of puff pastry. *Kasetsart Journal (Natural Science)*, 42(4), 739-746.
- Popkin, B. M. (2006). Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(2), 289-298.
- Popkin, B. M., Adair, L. S. & Ng, S. W. (2012). Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries. *Nutr. Rev.*, 70(1), 3-21.

- Power, L., Williams, C., Fremont, J., Gupta, N., Samuel, L. & Navder, K. P. (2007). Effect of tofu as a fat replacer on texture of shortened cakes. *Journal of American Dietetic Association*, 107(8), A74.
- Rakcejeva, T., Galoburda, R., Cude, L. & Strautniece, E. (2011). Use of dried pumpkins in wheat bread production. *Procedia Food Science*, 1, 441 – 447.
- Rao, M. A, Rizvi, S. S. H., Datta, A.K. & Ahmed, J. (2014). *Engineering Properties of Foods*. Florida: CRC Press. 768p.
- Rehman, S. & Mudassar, A. (2003). Effect of carboxy methyl cellulose and carrageenan gum on the shelf life of bread. *Pak. J. Food Sci.*, 13 (1-2), 49-52.
- Röbke, C., Ktenioudaki, A & Gallagher, E. (2011). Inulin and oligofructose as fat and sugar substitutes in quick breads (scones): a mixture design approach. *European Food Research and Technology*, 233(1), 167–181.
- Rodríguez-Sandoval, E., Lascano, A. & Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 199–207.
- Romanchik-Cerpovicz, J. E., Tilmon, R.W. & Baldree, K.A. (2002). Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookies prepared with Okra gum as a fat ingredient substitute. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(9), 1301-1303.
- Ronkart, S. N., Paquot, M., Deroanne, C., Fougnyes, C., Besbes, S. & Blecker, C.S. (2010). Development of gelling properties of inulin by microfluidization. *Food Hydrocolloids*. 24(4), 318-324.
- Ruttarattanamongkol, K., Wagner, M. E. & Rizvi, S.S.H. (2011). Properties of yeast free bread produced by supercritical fluid extrusion (SCFX) and vacuum baking. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 12(4), 542–550.
- Saha, D. & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 587–597.
- Sánchez-Otero, J. (2009). *Introducción al Diseño Experimental*. Quito, Ecuador. 245p.
- Sanderson G. R. (1996). Gums and their use in food systems. *Food Technology*, 50, 81-84.
- Savas, M.P. (1999). Replacement of fat in cakes. Diploma Thesis. Athens, Greece: National Technical University Athens.
- Shouk, A. A & El-Faham, S. Y. (2005). Effect of fat replacers and hull-less barley flour on low-fat croissant quality. *Polish journal of food and nutrition sciences*, 14(3), 287–292.

- Silva, R.F. (1996). Use of inulin as a natural texture modifier. *Cereal Foods World*, 41(10), 792-794.
- Sternhagen, L. G. & Hosney, R. C. (1994). Firming Effects in Danish Pastry. *Cereal Chemistry*, 71(6), 560-563.
- Stephen, A.M., Phillips, G. O. & Williams, P.A. (Ed.). (2006). *Food polysaccharides and their applications*. USA: CRC Press. 752p.
- Swanson, R.B. & Munsayac, L.J. (1999). Acceptability of fruit purees in peanut butter, oatmeal, and chocolate chip reduced-fat cookies. *Journal of the American Dietetic Association*, 99 (3), 343-345.
- Szafranski, M., Whittington, J. A. & Bessinger, C. (2005). Pureed cannellini beans can be substituted for shortening in brownies. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(8), 1295-1298.
- Talbot, G. (Ed.). (2011). *Reducing saturated fats in foods*. USA: Woodhead Publishing Limited. 416p.
- Tanner, R. I., Dai, S.C., Qi, F. (2007). Bread dough rheology and recoil 2. Recoil and relaxation. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 143(2-3), 107-119
- Tarancón, P., Fiszman, S.M., Salvador, A. & Tárrega, A. (2013). Formulating biscuits with healthier fats. Consumer profiling of textural and flavour sensations during consumption. *Food Research International*, 53(1), 134–140.
- Theleriti, P.G. (2000). Replacement of fat and sugar in cakes. Diploma Thesis. Athens, Greece: National Technical University Athens.
- Troy, B. D. & Beringer, P. (2006). *Remington: The Science and Practice of Pharmacy*. Vol 1. USA: Lippincott Williams & Wilkins. 2393p.
- United States Department of Agriculture. (2011). USDA National Nutrient Database for Standard Reference: Pumpkin raw. 6 abril 2014. Recuperado de <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3176>
- Vaclavik, V. & Christian, E. W. (2013). *Essentials of Food Science*. New York: Springer Science & Business Media. 519p.
- Wang, M. & Sullivan, J. (2012). Pumpkin puree as fat replacers in brownies. Recuperado de <http://www.purdue.edu/hhs/>

- Wekwete, B. & Navder, K. P. (2008). Effects of avocado fruit puree and oatrim as fat replacers on the physical, textural and sensory properties of oatmeal cookies. *Journal of Food Quality*, 31(2), 131-141.
- Wiese, T. D. & Duffrin, M.W. (2003). Effects of substituting pawpaw fruit puree for fat on the sensory properties of a plain shortened cake. *HortTechnology*, 13(3), 442-444.
- Woods, E. & Navder, K. P. (2006). Effect of c-trim as fat replacer on the physical, textural and sensory properties of chocolate chip cookies. *Journal of American Dietetic Association*, 106(8), A55.
- World Health Organization. (2004). Global Strategy on diet, physical activity and health WHO. 13 abril 2014. Recuperado de: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/>
- World Health Organization (2013). Obesity and overweight. Report No.: 311. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Yackel, W. C., & Cox, C. L. (1992). Application of starch-based fat replacers. *Food Technology*, 46, 146-148.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Análisis de Varianza (ANOVA) para las variables de respuestas

a) Volumen específico

Tabla 15: Volumen específico (cm³/g) de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
A	4.64	3.54	4.48	4.22
B	3.68	3.40	3.73	3.60
C	4.00	3.31	3.63	3.65
D	5.19	4.98	4.57	4.91
E	3.68	3.95	3.87	3.83
F	3.34	2.84	3.39	3.19
G	4.79	4.89	5.20	4.96
H	4.50	3.91	4.17	4.19
I	3.36	3.36	3.96	3.56
CONTROL	5.18	5.45	5.05	5.23

Tabla 16: Análisis de varianza (ANOVA) del volumen específico de los tratamientos

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Ft
Total	29	14.99			
Tratamientos	9	12.97	1.44	14.27*	2.4
Puré de zapallo (A)	2	0.79	0.39	3.91*	3.49
Carboximetilcelulosa (B)	2	7.08	3.54	35.07*	3.49
Interacción A*B	4	1.13	0.28	2.79 ^{n.s.}	2.87
Testigo vs resto	1	3.97	3.97	39.36*	4.35
Error experimental	20	2.02	0.10		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F. CV calculado: 7.69%

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

b) Humedad

Tabla 17: Humedad (g/100g) de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
A	24.78	24.48	24.59	24.62
B	23.12	27.22	24.91	25.08
C	26.74	27.18	26.57	26.83
D	27.50	27.42	26.21	27.04
E	28.10	28.45	26.57	27.71
F	29.21	29.20	26.93	28.45
G	27.65	29.23	27.09	27.99
H	27.80	29.82	29.06	28.89
I	30.32	28.79	28.60	29.24
CONTROL	24.02	25.76	23.52	24.43

Tabla 18: Análisis de varianza (ANOVA) de la humedad de los tratamientos

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Ft
Total	29	108.65			
Tratamientos	9	84.37	9.37	7.72*	2.4
Puré de zapallo (A)	2	48.32	24.16	19.90*	3.49
Carboximetilcelulosa (B)	2	11.93	5.97	4.91*	3.49
Interacción A*B	4	1.68	0.42	0.35 ^{n.s.}	2.87
Testigo vs resto	1	22.44	22.44	18.49*	4.35
Error experimental	20	24.28	1.21		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F. CV calculado: 4.08%

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

c) Firmeza

Tabla 19: Firmeza (g) de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
A	296.33	375.67	301.00	324.33
B	296.33	439.67	321.33	352.44
C	349.67	419.00	390.33	386.33
D	279.33	311.33	279.67	290.11
E	391.00	364.33	305.33	353.55
F	398.67	416.33	410.33	408.44
G	265.00	258.00	224.67	249.22
H	379.33	366.67	394.00	380.00
I	421.33	411.00	415.67	416.00
CONTROL	231.00	219.67	205.33	218.67

Tabla 20: Análisis de varianza (ANOVA) de la Firmeza de los tratamientos

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Ft
Total	29	145081.04			
Tratamientos	9	120596.34	13399.59	10.95*	2.4
Puré de zapallo (A)	2	162.80	81.40	0.066 ^{n.s.}	3.49
Carboximetilcelulosa (B)	2	61828.68	30914.34	25.25*	3.49
Interacción A*B	4	11207.77	2801.94	2.29 ^{n.s.}	2.87
Testigo vs resto	1	47397.11	47397.11	38.72*	4.35
Error experimental	20	24484.69	1224.23		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F. CV calculado: 10.35%

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

d) Masticabilidad

Tabla 21: Masticabilidad (mJ) de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
A	50.90	60.73	52.67	54.77
B	52.23	72.63	55.13	60.00
C	64.10	63.00	64.90	64.00
D	55.07	50,13	47.73	50.98
E	77.50	59.80	47.90	61.73
F	71.30	61,63	63.27	65.40
G	46.90	47.00	41.80	45.23
H	70.77	65.63	71.47	69.29
I	80.60	65.67	70.70	72.32
CONTROL	38.23	53.47	32.83	41.51

Tabla 22: Análisis de varianza (ANOVA) de la Masticabilidad de los tratamientos

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Ft
Total	29	4007.95			
Tratamientos	9	2799.78	311.09	5.15*	2.4
Puré de zapallo (A)	2	47.37	23.68	0.39 ^{n.s.}	3.49
Carboximetilcelulosa (B)	2	1431.08	715.54	11.85*	3.49
Interacción A*B	4	356.52	89.13	1.48 ^{n.s.}	2.87
Testigo vs resto	1	964.81	964.81	15.97*	4.35
Error experimental	20	1208.17	60.41		

* Significativo al 5% de probabilidad por la prueba F. CV calculado: 13.28%

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F

e) Elasticidad

Tabla 23: Elasticidad (mm) de los tratamientos

Tratamientos	Repeticiones			Media
	1	2	3	
A	17.46	16.51	17.96	17.31
B	17.92	16.82	17.48	17.41
C	18.68	15.32	16.96	16.99
D	20.09	16.31	17.4	17.93
E	20.23	16.76	15.79	17.59
F	18.09	15.02	15.7	16.27
G	18.01	18.52	18.69	18.41
H	19.00	18.22	18.52	18.58
I	19.46	16.19	17.34	17.66
CONTROL	16.90	25.27	16.11	19.43

Tabla 24: Análisis de varianza (ANOVA) de la Elasticidad de los tratamientos

Fuente	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Ft
Total	29	109.85			
Tratamientos	9	21.24	2.36	0.53 ^{n.s.}	2.4
Puré de zapallo (A)	2	5.61	2.81	0.63 ^{n.s.}	3.49
Carboximetilcelulosa (B)	2	4.84	2.42	0.55 ^{n.s.}	3.49
Interacción A*B	4	1.50	0.38	0.085 ^{n.s.}	2.87
Testigo vs resto	1	9.29	9.29	2.10 ^{n.s.}	4.35
Error experimental	20	88.61	4.43		

^{n.s.} No significativo al 5% de probabilidad por la prueba F. CV calculado: 11.85%

ANEXO 2. Cuestionario de la prueba de Nivel de Agrado

Fecha:

Género: M () F ()

Edad: ____ años

Por favor, evalúe las muestras servidas de izquierda a derecha e indique cuanto a usted le gusta o disgusta el producto según su apariencia. Marque la respuesta que mejor refleje su juicio.

Muestra 160

- () Me gusta mucho
- () Me gusta
- () Ni me gusta ni me disgusta
- () Me disgusta
- () Me disgusta mucho

Muestra 347

- () Me gusta mucho
- () Me gusta
- () Ni me gusta ni me disgusta
- () Me disgusta
- () Me disgusta mucho

Comentarios: _____

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 3. Proceso de elaboración del pan

Mezclado



Laminado



Cortado y formado



Fermentación



Horneado



Panes horneados (tratamientos)



ANEXO 4. Estructura de celda del pan Croissant



ANEXO 5. Pruebas Preliminares

Emulsión de laminado

Las pruebas preliminares se realizaron en base a revisión bibliográfica (Griffin 1967; Gunstone & Padley, 1997; Butini et al., 2006; Stephen et al., 2006; Troy & Beringer, 2006; O'Brien, 2010; ADM, 2014) y mediante el procedimiento descrito en la metodología para la elaboración de la grasa de laminado. Diferentes porcentajes de carboximetilcelulosa, puré de zapallo, inulina y lecitina de soya se probaron para ver su interacción, separación de fases y consistencia final obtenida. En un vaso de precipitación de 250ml se colocaron 200ml de la grasa elaborada. Se observó la consistencia y se midió la separación de sus fases luego de 1 hora de adicionada la grasa.

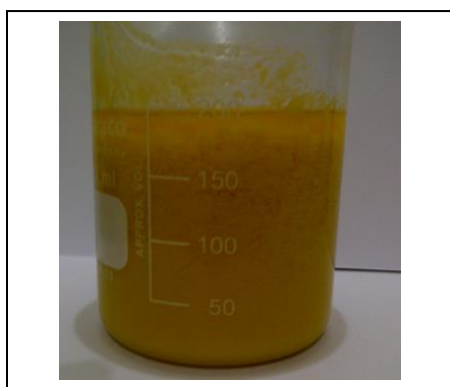
Pruebas con la carboximetilcelulosa (CMC)

- 2% CMC

Ingredientes	g/100g
CMC	2
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	15
Margarina	77

Ingredientes	g/100g
CMC	2
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	27.5
Margarina	64.5

Ingredientes	g/100g
CMC	2
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	40
Margarina	52



-1% CMC

Ingredientes	g/100g
CMC	1
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	15
Margarina	78



Ingredientes	g/100g
CMC	1
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	27.5
Margarina	65.5



Ingredientes	g/100g
CMC	1
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	40
Margarina	53



8% CMC

Ingredientes	g/100g
CMC	8
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	15
Margarina	71



Ingredientes	g/100g
CMC	8
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	27.5
Margarina	58.5



Ingredientes	g/100g
CMC	8
Inulina	4
Lecitina	2
Puré de zapallo	40
Margarina	46



A concentraciones mayores del 7% de CMC los tratamientos presentaron formación de grumos por la alta cantidad de goma empleada pese a no presentar separación de fases visible, su consistencia fue dura y poco plástica. A concentraciones menores del 3% presentaron separación de fases visible, y una consistencia más suave y disminución de su plasticidad.

Disminución de la plasticidad conforme el incremento de CMC



Separación de fases medida (cm) en los tratamientos variando la cantidad de CMC y puré de zapallo

CMC(%)	Lecitina de soya (%)	Inulina (%)	Margarina (%)	Puré de zapallo (%)	Separación visible(cm)*
8	2	4	71	15	No visible
8	2	4	58.5	27.5	No visible
8	2	4	46	40	0.2
2	2	4	77	15	1
2	2	4	64.5	27.5	1
2	2	4	52	40	1
1	2	4	78	15	0.5
1	2	4	65.5	27.5	2
1	2	4	53	40	2

*Valores medidos luego de 1 hora de enfriado a temperatura ambiente en base a 200ml de la grasa

Pruebas iniciales realizadas con lecitina de soya

Ingredientes	g/100g
Puré de zapallo	40
Margarina	3
Lecitina	57

Ingredientes	g/100g
Puré de zapallo	40
Margarina	2
Lecitina	58

Ingredientes	g/100g
Puré de zapallo	40
Margarina	1
Lecitina	59



Puré de zapallo (%)	Lecitina de soya(%)	Margarina (%)	Separación visible (cm)*
40	3	57	1
40	2	58	1.2
40	1	59	1.2

*Valores medidos luego de 1 hora de enfriado a temperatura ambiente en base a 200ml de la grasa

Diferencia entre el uso de margarina de mesa (izquierda) e industrial (derecha) (Punto fusión: 40-42) en la expansión y estructura laminada del tratamiento control



Diferencia entre el uso de margarina de mesa (izquierda) e industrial (derecha) (Punto fusión: 40-42) en la expansión y estructura laminada del tratamiento G (40% puré zapallo; 3% CMC)



El uso de margarina de mesa fue inadecuado para la laminación debido a su consistencia suave que fue absorbida por las capas de masa generando un pan de miga compacta y con poca visibilidad de la estructura laminada. La utilización de margarina industrial permitió obtener la estructura característica aireada y desmenuzable de los productos laminados como el croissant.

ANEXO 6. Tratamientos para la sustitución de grasa en el croissant

TRATAMIENTO A



TRATAMIENTO B



TRATAMIENTO C



TRATAMIENTO D



TRATAMIENTO E



TRATAMIENTO F



TRATAMIENTO G



TRATAMIENTO H



TRATAMIENTO I



Emulsión de laminado para el pan croissant elaborada con diferentes porcentajes de carboximetilcelulosa (CMC) y puré de zapallo. Tratamientos: A (15% puré zapallo; 3% CMC), B (15% puré zapallo; 5% CMC), C (15% puré zapallo; 7% CMC); D (27.5% puré zapallo; 3% CMC), E (27.5% puré zapallo; 5% CMC), F (27.5% puré zapallo; 7% CMC), G (40% puré zapallo; 3% CMC), H (40% puré zapallo; 5% CMC), I (40% puré zapallo; 7% CMC).

ANEXO 7: Certificado Análisis: Firmeza, Masticabilidad y Elasticidad



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

 Dr. As. Len Chacqui y Rta. Pajumayo, Huachi, Ambato (Caudal) Teléfono: 2402310 Correo: lenam@utdel.com

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 14-144

Solicitud N° 14-144		Pág. 1 de 1				
Fecha de recepción: 23 enero 2014		Fecha de emisión de informe: 23 enero 2014				
Información del cliente:						
Empresa: Portofino	C.I.BUC: 171021505					
Representante: Msc. Alfredo Pazos Pazos	Tel: 02241987					
Dirección: Chacabambas 203-06 y Tarata Tarata	Celular: 0998873437					
Ciudad: Quito	E-mail: alfredp@portofino.com					
Descripción de las muestras:						
Producto: Pan tipo Croissant	Cant: 2 x 0,5g x 50					
Marca comercial: N/A	Tipo de envase: Celofán					
Fecha de muestreo:	No de operaciones: 10					
P. E. N. N°:	P. E. N. N°:					
Comentarios: Análisis de: Firmeza, Elasticidad, Masticabilidad	Referencia: 001-001-001					
Cuentas especiales: Ninguna X Intercambio: Intercambio	Muestreo por el cliente: 2 veces 2014					
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Método utilizado	Unidades	Resultados
Pan	141436	A	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	236
			Elasticidad		mm	17,46
			Masticabilidad		ml	50,9
Pan	141437	B	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	276
			Elasticidad		mm	17,92
			Masticabilidad		ml	52,2
Pan	141438	C	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	350
			Elasticidad		mm	18,68
			Masticabilidad		ml	64,1
Pan	141439	D	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	279
			Elasticidad		mm	20,09
			Masticabilidad		ml	65,5
Pan	141438	E	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	391
			Elasticidad		mm	20,23
			Masticabilidad		ml	77,5
Pan	141439	F	Firmeza	Tensiómetro BROOKFIELD	g	399
			Elasticidad		mm	18,09
			Masticabilidad		ml	71,3

Certificado No:14-144						Pág. 2 de 2
Pan	14414374	G	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	265
			Elasticidad		mm	18,01
			Masticabilidad		mJ	46,9
Pan	14414375	H	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	379
			Elasticidad		mm	19,00
			Masticabilidad		mJ	70,8
Pan	14414376	I	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	421
			Elasticidad		mm	19,46
			Masticabilidad		mJ	80,6
Pan	14414377	CONTROL	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	231
			Elasticidad		mm	16,9
			Masticabilidad		mJ	38,2
Conds. Ambientales: 19.9° C; 52% HR						
Nota: Se adjuntan informes de datos y gráficos respectivos						
						
Autorización para transferencia electrónica de resultados						GR

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Vía Av. Los Chasquis y Río Tayaquito, Machi, Ambato Ecuador 1801000. Teléfono: 2499989 Correo: laboan@utmas.edu.ec

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 14-170

005.8.06

Definición N°: 14-170	790-140.2
Fecha recepción: 12 junio 2014	Fecha de emisión de informe: 12 junio 2014
Información del cliente:	
Empresa Particular	C.I. RUC: 1716215665
Dirección: Avda. Alameda Pinarque, Machi	Tel: 0212-49507
Dirección: Guashulagua N29-66 y Tonalá Itina	Celular: 0958075437
Ciudad: Quito	E-mail: laboan@utmas.edu.ec
Descripción de las muestras:	
Estado: Molido y Homogeneizado	Marca: X y Y
Aditivo: Conservante: No	Tipos de envase: Sacos
Lote: No	No de muestras: 03
V. Exp.: No	V. Exp.: No
Conservación: Ambiente X Refrigeración: Congelación	Almacén: en Lab. No
Cierre seguridad: Ninguno X Inicial: Lote	Muestra por el cliente: 11 junio 2014

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Pa	1701407	A	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	176
			Humedad		mm	15,51
			Acidez titulable		ml	60,7
Pa	1701408	CONCRE	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	220
			Humedad		mm	25,27
			Acidez titulable		ml	34,9
Pa	1701409	B	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	111
			Humedad		mm	16,51
			Acidez titulable		ml	50,1
Pa	1701410	C	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	164
			Humedad		mm	16,76
			Acidez titulable		ml	59,8
Pa	1701411	D	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	990
			Humedad		mm	16,82
			Acidez titulable		ml	72,6
Pa	1701412	U	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	258
			Humedad		mm	18,52
			Acidez titulable		ml	47,0
Pa	1701413	C	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	419
			Humedad		mm	15,32
			Acidez titulable		ml	63,0
Pa	1701414	F	Gravedad específica	Técnica BROMATOL	g	116
			Humedad		mm	15,02
			Acidez titulable		ml	61,0

Certificado No:14-170						Pág. 2 de 2
Pao	17014435	I	Firmesa	Testadorómetro BROOKFIELD	g	411
			Elasticidad		mm	16,19
			Masticabilidad		ml	65,7
Pao	17014436	II	Firmesa	Testadorómetro BROOKFIELD	g	367
			Elasticidad		mm	18,22
			Masticabilidad		ml	65,6
Conds. Ambientales: 20.1° C; 52% HR Nota: Se adjuntan informes de datos y gráficos respectivos <div style="text-align: center;">   DIRECTOR TECNICO Ing. Gladys Risueño Directora Técnica </div>						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						09

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser circulada. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS



Dir: Av. Los Chacales y Río Payamón, Huachi, Ambato Ecuador Telefonos: 2460998 Correo: laccaul@hotmail.com

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado Nro:14-171		001.01 01				
Solicitud N°: 14-171		Pag. 1 de 2				
Fecha recepción: 11 junio 2014		Fecha de ejecución de ensayos: 11 junio 2014				
Información del cliente:						
Empresa: Perfeitas		C.I.R.U.C.: 17021645				
Representante: María Alejandra Pedraza Tanayo		Tel: 022249887				
Dirección: Guandahaga N09-46 y Tomás Borrero		Celular: 0994873437				
Ciudad: Quito		E-mail: alcap171@hotmail.com				
Descripción de las muestras:						
Producto: Paquito Crisante		Peso: 3 x 80g c/a				
Marca comercial: n/a		Tipo de muestra: Crudo				
Lote: n/a		No de muestras: 10				
E. Obj: n/a		E. Exp: n/a				
Conservación: Ambiente X Refrigeración: Congelación		Atmós: en lab: n/a				
Cadena de custodia: Ninguno X: Inactivo: Faltan		Muestras por el cliente: 12 junio 2014				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Pa	1711437	P	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	410
			Elasticidad		mm	25,70
			Mostrabilidad		ml	63,3
Pa	1711438	Q	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	280
			Elasticidad		mm	17,40
			Mostrabilidad		ml	47,7
Pa	1711439	A	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	301
			Elasticidad		mm	17,96
			Mostrabilidad		ml	52,7
Pa	1711440	Q	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	225
			Elasticidad		mm	18,69
			Mostrabilidad		ml	43,8
Pa	1711441	B	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	321
			Elasticidad		mm	17,48
			Mostrabilidad		ml	55,1
Pa	1711442	COMERON	Fisica	Tensómetro BROOKFIELD	g	205
			Elasticidad		mm	16,11
			Mostrabilidad		ml	32,8

Certificado No:14-171						Pág. 2 de 2
Pan	17114443	E	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	305
			Elasticidad		mm	15,79
			Masticabilidad		mJ	47,9
Pan	17114444	I	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	416
			Elasticidad		mm	17,34
			Masticabilidad		mJ	70,7
Pan	17114445	H	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	394,0
			Elasticidad		mm	18,52
			Masticabilidad		mJ	71,5
Pan	17114446	C	Firmeza	Texturómetro BROOKFIELD	g	390,0
			Elasticidad		mm	16,96
			Masticabilidad		mJ	64,9
Conds. Ambientales: 18,5° C; 52% HR Nota: Se adjuntan informes de datos y gráficos respectivos						
  DIRECTOR TECNICO Ing. Gladys Risueño Directora Técnica						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						

Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.
 No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

ANEXO 8. Ficha técnica carboximetilcelulosa de sodio (CMC)



Colombia

Carrera 51 No. 13-66

Medellin, Colombia

tel +57 (4) 444-9998

fax +57 (4) 265-7252

www.amtex.com.co

FICHA TÉCNICA

Gelycel F1-4000

Especificación 10032

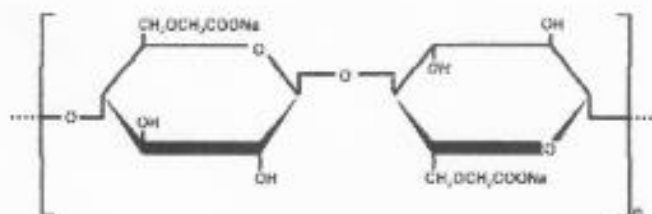
1.0 Descripción fisicoquímica

Nombre químico: **Carboximetil Celulosa de Sodio (CMC).**

Sinónimos: **CMC, Goma de celulosa, NaCMC.**

Eter celulósico de carácter aniónico y soluble en agua.

Estructura:



2.0 Especificaciones

Item	Parámetro	Método
Humedad : wt%	8.0 máximo	ASTM-D1439
Pureza:	99.5 mínimo	ASTM-D1439
DS	0.75-0.90	ASTM-D1439
Viscosidad (sol 1wt%, 25C, LVF). cps	4,000-5,000	ASTM-D1439
pH (solución 1wt%)	6.5-8.5	Método Amtex
Retención (w/w) M-40	10.0 Máximo	Método Amtex
Retención (w/w) M-80	50.0 Máximo	Método Amtex



Colombia

Carrera 51 No. 13-06

Medellin, Colombia

tel +57 (4) 444-9991

fax +57 (4) 265-7252

www.amtex.com.co

3.0 Características Sensoriales

Color	Crema-Blanco
Olor	Inoloro
Sabor:	Insaboro

4.0 Características Microbiológicas

Coliformes	Negativo
Coliformes Fecales	Negativo
Salmonella SPP	Negativo
Levaduras	Negativo
Mohos	Negativo

5.0 Información Nutricional (por 100 grs)

Calorías	0 Kcal
Grasas	0.0 g
Colesterol	0.0 g
Sodio	Aprox 9.5 g
Calcio	Máx. 5 mg
Hierro	Máx. 10 ppm
Carbohidratos	0.0 g
Fibra Dietaria	Min 85.0 g
Fibra Soluble	Min 85.0 g
Fibra Insoluble	Máx. 0.1 g
Proteínas	0.0 g
Vitaminas	0.0 g

ANEXO 9: Ficha técnica inulina HP

Hoja de Especificaciones		bene ^o crafti	
Beneo HP			
DOC.CHA4-05*05/08			
Descripción			
Orafit[®]HP	es una inulina de alto rendimiento. Es un ingrediente alimenticio compuesto de inulina de achicoria de la cual se han extraído las moléculas más pequeñas (patente en curso).		
Inulina de achicoria	es una mezcla de oligo- y polisacáridos compuestos de unidades de fructosa unidas entre sí mediante enlaces β(2-1). Prácticamente cada molécula se termina con una unidad de glucosa. El recuento de unidades de fructosa o glucosa (= grado de polimerización o DP) de la gama de inulinas de achicoria se halla principalmente entre 2 y 60.		
Especificaciones de composición			
Todos los valores se expresan sobre materia seca. Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.			
	Inulina	> 99.5 %	
	Inulina DP ≥5	≥ 99 %	
	Glucosa + fructosa + sacarosa	≤ 0.5 %	
	Materia seca (d.m.)	97 ± 1.5 %	
	Contenido en carbohidratos	> 99.5 %	
	DP promedio de la inulina	≥ 23	
	Cenizas (sulfatadas)	< 0.2 %	
	Conductividad (15°Brix)	< 250 µS	
	Metales pesados	Pb, As cada uno < 0.1 mg/kg Cd, Hg cada uno < 0.01mg/kg	
	pH (10°Brix)	5.0 - 7.0	
Especificaciones microbiológicas			
Todos los valores se expresan sobre materia seca. Métodos analíticos : ver nuestros folletos técnicos.			
	Aeróbios mesófilos – recuento total	max. 1000/g	
	Levaduras	max. 20/g	
	Mohos	max. 20/g	
	Esporas aeróbicas termófilas	max. 1000/g	
	Anaeróbicos H ₂ S productores de esporas termófilas	max. 25/g	
	Enterobacteriaceae	ausente en 1 g	
	Bacillus cereus	max. 100/g	
	Staphylococcus aureus	ausente en 1 g	
	Escherichia coli	ausente en 1 g	
	Clostridium perfringens	ausente en 1 g	
	Clostridium botulinum	ausente en 1 g	
	Salmonella	ausente en 100 g	
	Listeria	ausente en 25 g	
BENE0 HP Hoja de Especificación en SP			
1/2			

Etiquetado

Todos los valores son valores promedios expresados por 100 g de producto comercial.

Carbohidratos	0 (97 ¹⁾)	Gluten	ausente
Azúcares	0	Lactosa	ausente
Fibra dietética ²⁾	97	Leche/carne/derivados del huevo	ausente
Proteína	ausente	Semillas/componentes de la soja	ausente
Grasa	ausente	Insecticidas, pesticidas	ausente
Vitaminas y Minerales	insignificante	Nueces, frutos secos	ausente
Valor Calórico ³⁾	97 kcal/407 kJ	Colza	ausente
Proteinheite ⁴⁾	0	Otros alergenos	ausente
		Actividad enzimática	ausente
		Folato	ausente

1) Incluyendo fibra dietética

2) medido por el método AOAC 997.08

3) valor calórico basado en 1 kcal/g para inulina pura. Valor susceptible de ser adaptado a las regulaciones locales.

4) conforme a las regulaciones alemanas.

Otra Información *ver también nuestros folletos técnicos*

Aspecto	Polvo blanco finamente granulado.	
Comportamiento	Hygroscópico.	
Sabor	Neutral, no dulce, sin dejar gusto.	
Solubilidad en agua	< 5 g/l a 25°C	
Mojabilidad en agua	Buena.	
Dispersabilidad en agua	Se requiere agitar.	
Propiedades y aplicaciones	Ver nuestros folletos técnicos.	
Tamaño de partículas	Ver documento "Tamaño de Partículas".	
Densidad	Aprox. 490 ± 40 g/l.	
Etiquetado – Lista de ingredientes	Inulina.	
Seguridad	Seguro. No tóxico. No peligroso. El consumo excesivo puede ocasionar efectos laxantes. Es, como otros polvos finos, que cuando se mezclan con el aire y se encienden, pueden causar una explosión.	
Envasado	Sacos de papel en pallets, ver "Especificaciones de los Envases".	
Condiciones óptimas de almacenamiento	Fresco y seco, en su envase hermético original.	
Máxima duración	Ver envase (mínimo 18 meses fecha entrega).	
Condiciones de transporte	Según documento "Condiciones de Transporte".	
Irradiación	No irradiado.	
GMO	No contiene OGM ni componentes derivados. No es fabricado utilizando tecnología basada en OGM.	
Kosher	Certificado, Orthodox Union (OU).	Representado por:
Halal	Certificado, The Islamic Food and Nutrition Council of America (IFANCA).	
Origen vegetal	Adecuado para vegetarianos.	
Producido por	ORAFI – ver dirección en etiqueta de envase.	

To the best of our knowledge, this information is reliable but should not be considered as a warranty of any kind.

Specifications may be subject to change without notice.

ANEXO 10. Ficha técnica de lecitina de soya



INDUSTRIAS OLEAGINOSAS S.A.

FICHA TÉCNICA DE LECTINA DE SOYA

ANÁLISIS FISIQUÍMICO

HUMEDAD	1,00	%	MAX
INSOLUBLES DE ACETONA	62,00	%	MIN
INSOLUBLES DE HEXANO	0,30	%	MAX
GRASA	38,00%		MAX
INDICE DE ACIDEZ	28,00%		MAX
INDICE DE PEROXIDOS	1,00 mEq/Kg		MAX
VISCOSIDAD	80 - 150	POISES	

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

BACTERIAS MESOFILAS AEROBIAS (U.F.C./g)	3.000
COLIFORMES TOTALES (NMP/g)	<10
ESCHERICHIA COLI(NMP/g)	<10
SALMONELLA sp (en 25g)	0
LEVADURAS Y MOHOS (U.F.C./g)	<10

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO

COLOR	MARRON OSCURO
OLOR	CARACTERÍSTICO
SABOR	CARACTERÍSTICO

FABRICA DE ACEITES COMESTIBLE

Panorama Industrial P.I. 19 * Telf: (591)3 346 0035 * Fax: 346 760 * Cédula 646 * E-mail: administracion@iol-sa.com
Santa Cruz - Bolivia

ANEXO 11: Ficha técnica margarina industrial








ESPECIFICACIÓN COMERCIAL

HOJALDRINA S

Rev. 01
3071115

DESCRIPCIÓN Margarina vegetal industrial elaborada con aceite de palma no hidrogenada, fraccionada e interesterificada, con monoácidos destilados, lecitina de soya, saborizantes idénticos a la manteca, agua y caroteno como colorante natural

APLICACIÓN Diseñada para la elaboración de masas hojaldradas, panes tipo denis (crossant)

VENTAJAS

- Excelente formación de capas
- Buena incorporación con los demás ingredientes.
- Excelente maquinabilidad.
- Excelente desempeño en masas pre-congeladas y a temperatura ambiente.
- No interfiere con la fermentación de la masa.

ESPECIFICACIONES

Acidez (Ac. Palmítico), % (1)	= 0.25 máx.	AOCS Ca-5a-40
Punto Fusión,(SPM) °C (1)	= 40-42	AOCS Cc-03-25
Humedad & Volátiles, % (1)	= 17 máx.	AOCS Ca-2b-38
Cloruro, %	= 1.6 máx.	AOAC 960.29
Sabor y Olor (1)	= Característico	Sensorial
Aspecto (1)	= Libre de impurezas	Sensorial

CONDICIONES MICROBIOLÓGICAS

Coliformes totales ufc/g	= 1.0×10^1	ADAC 991.14
Aerobios mesófilos REP ufc/g	= 1.0×10^6	ADAC 989.10
Mohos y levaduras ufc/g	= 1.0×10^6	ADAC 997.02
E. Coli ufc/g	= 1.0×10^1	ADAC 991.14
Staphylococcus aureus ufc/g	= 1.0×10^6	ADAC 2003.06

(*) Al momento del empaque del producto (1) Reportado en certificado de análisis.

EMPAQUE Se empaqa en cajas de cartón con fundas de polietileno en las siguientes presentaciones:

- Cajas de 20 kg

(*) Otras presentaciones de desarrollo bajo pedido y consulta.

ALMACENAMIENTO

- Evitar Almacenar el producto por largos periodos para evitar la oxidación
- Evitar cambios rápidos o extremos de temperatura o humedad relativa

VIDA UTIL Seis meses en empaque cerrado, bajo condiciones óptimas de almacenamiento

TRANSPORTE En contenedores aislados, evitando calentamiento excesivo, por encima de su punto de fusión

Fecha de Actualización: agosto-2014

La información contenida en este documento es la más actual y válida para nuestra organización. Cualquier recomendación o sugerencia para la utilización de este producto es aplicable bajo las condiciones de uso recomendadas.

Km 5 1/2 Vía Manta-Montecristi, Ecuador. Tel: 593-52- 920-826.
Fax: 593-52-924-252 - Casilla 13-05-4761