

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Utilización de Cacao (*Theobroma cacao*) magro en polvo y Quinoa (*Chenopodium quinoa*) tostada en la elaboración de crema untable.

Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención

Venus Eliana Castillo Santacruz

Luis Andrés Torrico Ochoa

Ingeniería en Alimentos

Proyecto de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniería en Alimentos

Quito, 9 diciembre del 2015

Universidad San Francisco de Quito USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Utilización de Cacao (*Theobroma cacao*) magro en polvo y Quinoa (*Chenopodium quinua*) tostada en la elaboración de crema untable.

Venus Eliana Castillo Santacruz

Luis Andrés Torrico Ochoa

Calificación:

Lucia Ramírez, D.Sc.

Quito, 9 de diciembre del 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: Venus Eliana Castillo Santacruz

Código de estudiante: 104069

Cédula de Identidad: 1722078076

Firma: _____

Nombre: Luis Andrés Torrico Ochoa

Código de estudiante: 105662

Cédula de Identidad: 17161520208

Lugar y fecha: Quito, 9 de diciembre del 2015

DEDICATORIA

*Esta tesis la dedicamos a nuestros
padres que han sido el pilar
fundamental para que logremos
culminar una etapa más de
vida.*

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra profesora y directora de tesis, Lucía Ramírez, por su apoyo incondicional, cariño y sobre todo amistad. A todas las personas que formaron parte del desarrollo del trabajo, a nuestros amigos y futuros colegas, a Manuel Chuquimarca, Jorge Gualotuña y Carolina Andino por sus consejos y toda su colaboración durante los 5 años que duró la carrera.

RESUMEN

El cacao ecuatoriano, desde 1860 ha tenido reconocimiento mundial por su flavor floral y frutal. A pesar de su declive a causa de plagas, ha mantenido su fama de ser de excelente calidad. Sin embargo, el Ecuador no es un gran productor de chocolate, solamente de su materia prima. La Nutella® es el primer chocolate gianduja con leche en el mundo, elaborado en Italia y exportado al resto de países. La quinua tiene historia de consumo de más de 5000 A.C. en países andinos y es considerado el alimento de origen vegetal con mejor calidad proteica. El cacao y la quinua poseen polifenoles, minerales y vitaminas con actividad antioxidante, beneficiosa para el organismo. Debido a todo esto, el desarrollo de un producto a base de estas dos materias primas beneficiaría a los productores y consumidores ecuatorianos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del cacao (*Theobroma cacao*) magro en polvo y quinua (*Chenopodium quinua*) tostada en el desarrollo de una crema untable con características fisicoquímicas similares al producto comercial Nutella®, que además aporte con antioxidantes y cumpla con los requerimientos nutricionales para personas de 20 a 40 años, impulsando el uso de materias primas ecuatorianas. Por otro lado, con la aplicación de pruebas sensoriales se buscó determinar el nivel de aceptación. Para la elaboración, se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 3^2 con 3 repeticiones. Los factores fueron: quinua tostada (10, 12, 14 g/100g) y cacao magro en polvo (10, 12, 14 g/100g). Las variables de respuesta medidas fueron humedad, actividad de agua y pH. Se determinó que las mejores combinaciones de quinua tostada y cacao magro en polvo fueron: 1 (14 g/100 g Quinua tostada; 14 g/100g Cacao magro en polvo), 2 (14g/100g Quinua tostada; 12 g/100g Cacao magro en polvo) y 4 (12g/100g Quinua tostada; 14 g/100g Cacao magro en polvo). Los tres tratamientos no presentaron diferencia significativa en la prueba de ordenamiento por preferencia en consumidores. Debido al contenido de antioxidante del tratamiento 1, se eligió para realizar una prueba de aceptación con intención de compra, estando 90% de los jueces, dispuesto a comprar.

ABSTRACT

The Ecuadorian cocoa, since 1860 has had worldwide recognition for its floral and fruity flavor. Despite its decline due to pests, it has maintained its reputation as been of excellent quality. However, Ecuador is not a major producer of chocolate, only raw materials. The Nutella® is the first gianduja milk chocolate in the world, produced in Italy and exported to other countries. Quinoa has a history of consumption of more than 5000 BC in Andean countries and is considered the food of vegetable origin with better protein quality. Cocoa and quinoa have polyphenols, minerals and vitamins with antioxidant activity, beneficial to the body. Because of all this, the development of a product based on these two commodities would benefit Ecuadorian producers and consumers. The aim of this study was to evaluate the effect of cocoa (*Theobroma cacao*) powder lean and quinoa (*Chenopodium quinoa*) toast in the development of a spreadable cream with similar physicochemical characteristics to Nutella®, which also contribute with antioxidants and meets nutritional requirements for people from 20 to 40 years, promoting the use of Ecuadorian raw materials. Furthermore, the application of sensory tests sought to determine the acceptance level. Design was used completely randomized (DCA) factorial arrangement 3^2 with 3 replications. The factors were: Toasted quinoa (10, 12, 14 g / 100g) and lean cocoa powder (10, 12, 14 g / 100g). The response variables measured were moisture, water activity and pH. It was determined that the best combinations of toasted quinoa and lean cocoa powder, were 1 (14 g / 100 g toasted quinoa 14 g / 100g lean powdered cocoa), 2 (14g / 100g toasted quinoa 12 g / 100g lean Cocoa powder) and 4 (12g / 100g toasted quinoa 14 g / 100 g fat cocoa powder). The three treatments showed no significant difference in the preference test for consumers. Due to the antioxidant content of treatment 1, it was chosen to perform an acceptance test with intention to purchase, 90% of judges is willing to buy.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
Tueste de la quinua	14
Elaboración de crema de cacao magro en polvo y quinua tostada	14
Diseño experimental	15
Ponderación	17
RESULTADOS Y DISCUSIONES	18
Contenido de Humedad	18
Actividad de Agua	19
pH	21
EVALUACIÓN SENSORIAL	23
Prueba de ordenamiento por preferencia	23
Procedimiento	23
Prueba de Rango de Friedman.....	24
Resultados.....	24
Escala de Actitud.....	25
Procedimiento.....	25
Resultados.....	26
ETIQUETA NUTRICIONAL	29
Contenido de antioxidantes	32
Tiempo de vida teórico	33
CONCLUSIONES.....	34

RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	41
ANEXO 1. Flujograma de elaboración de crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada.....	41
ANEXO 2. Codex Alimentarius para chocolate.....	42
ANEXO 3. Especificación de producto comercial Nutella®	43
ANEXO 4. Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables de respuesta	44
ANEXO 5. Fotografías de evaluación sensorial.....	48
ANEXO 6. Aleatorización de las muestras para la prueba de ordenamiento por preferencia	49
ANEXO 7. Cuestionario prueba de ordenamiento por preferencia.....	50
ANEXO 8. Resultados de la prueba de Friedman por INFOSTAT	51
ANEXO 9. Cuestionario prueba de Actitud	52
ANEXO 10. Cálculo de vitaminas (A y C), hierro y calcio	53
ANEXO 11. Etiqueta Comercial	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Formulación base de crema de cacao con Quinoa	14
Tabla 2.- Factores y niveles	15
Tabla 3.-Tratamientos, combinaciones y ajuste	16
Tabla 4.- Variables de respuesta.....	16
Tabla 5.- Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad, actividad de agua y pH de los tratamientos	18
Tabla 6.- Contenido de Humedad de los tratamientos.....	19
Tabla 7.- Actividad de agua de los tratamientos	20
Tabla 8.- pH de los tratamientos.....	21
Tabla 9.- Ponderación de los tratamientos.....	22
Tabla 10.- Formulación de los tratamientos	23
Tabla 11.- Sumatoria de órdenes de preferencia por Friedman.....	25
Tabla 12.- Nivel de Actitud	28
Tabla 13.- Formulación final utilizada para la etiqueta nutricional	29
Tabla 14.- Análisis proximal del producto	29
Tabla 15.- Etiqueta Nutricional de la Crema untable de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinua</i>)	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Frecuencia en nivel de actitud de jueces.....	26
Figura 2.- Decisión de jueces en la escala de actitud	27
Figura 3.- Etiqueta Semáforo de la Crema untable de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinua</i>)	31
Figura 4.- Test de Tukey para Humedad	45
Figura 5.-Test de Tukey para actividad de agua.....	46
Figura 6.- Test de Tukey para pH.....	47

INTRODUCCIÓN

A la molienda de los granos de cacao, cocidos con agua, miel de maguey y harina de maíz, los indígenas de Sudamérica consideraban una “bebida de los dioses”. El significado de la palabra chocolate es agua agria; su preparación y consumo formaba parte de un ritual ancestral que solo los de clase social alta tenían derecho (García, 1991). El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en Ecuador tuvo un auge desde 1860 hasta 1920 que permitió al país insertarse en la economía mundial, siendo uno de los mayores exportadores de cacao fino, por la calidad, sabor y aroma floral y frutal de su cacao nacional “Arriba” (Díaz & Pinoargote, 2012). El Codex STAN 87 (Codex Alimentarius, 2003) define al chocolate como nombre genérico de productos homogéneos a partir de cacao o derivados de cacao con azúcares, edulcorantes, lácteos, sustancias aromatizantes y otros ingredientes alimentarios.

La producción de chocolate se ha tecnificado en la industria y tiene características específicas según la concentración de grasa, pudiendo ser manteca de cacao (real) u otros tipos de mantecas o aceites (sucedáneos) (McFadden & France, 1998). El Codex STAN 87 define al chocolate gianduja con leche como el producto obtenido de chocolate con leche con un contenido mínimo de extracto seco de leche del 10% y de sémola fina de avellana en proporciones de 15% a 40% (Codex Alimentarius, 2003). La marca comercial Nutella® es el primer chocolate gianduja del mundo creado por Pietro Ferrero en Italia que paso por miles de prototipos hasta obtener una consistencia de crema unttable en pan (Padovani, 2015).

En Ecuador existen empresas nacionales y multinacionales que producen chocolates masivamente, sin embargo en cremas de cacao, la marca comercial Nutella® se encuentra en el primer lugar de ventas a pesar de ser importado (Torres, Rubio, & Garcia, 2012). Con los aranceles impuestos en el gobierno del presidente Rafael Correa, aumentó su precio siendo menos accesible para niveles sociales medios y bajos. Esto generó posibilidades a las demás empresas para desarrollar alimentos similares; como Chocotin de “Confiteca” y Choco Avellana de “Hoja Verde”, que se encuentran en el mercado actual. No existe en la plaza comercial ecuatoriana ninguna crema de cacao que utilice quinua o algún cereal en vez de la avellana.

La quinua (*Chenopodium quinua*) es un pseudo cereal que se siembra en las zonas andinas; tiene antecedentes de consumo al norte de Chile, de más de 3000 A.C.;

en Perú se encontró un vestigio de inicio en la domesticación de la planta de 5000 A.C. (Tapia, Gandarillas, & Alandia, 1979). Existen más de 100 variedades de quinua las más utilizadas comercialmente son *Collana negra*, *Pasankalla roja* y *Blanca Junín* (FAO en Perú, 2013). Este alimento tiene la capacidad de adaptación a condiciones climáticas difíciles y cuenta con un alto contenido (13.8 g/100g y 16 g/100g) y calidad de proteínas (PDCAAS de 42%), dependiendo de la variedad (FAO/WHO, 2013). Según la FAO/WHO (2013) posee un excelente balance de aminoácidos esenciales, siendo también altamente digerible en seres humanos. A pesar que la avellana contiene 14.95 g/100g de proteína, es de mala calidad y baja biodigestibilidad (PDCAAS de 35.92%) (Suárez, Kizlasnky, & Lopéz, 2006). Según la norma técnica ecuatoriana 1673 (INEN) (1988) se establece requisitos en color, sabor, olor, humedad, impurezas y residuos de pesticidas para quinua dulce y amarga. En el presente estudio se utilizó quinua dulce para reducir la cantidad de saponinas que podrían generar regusto en la crema untada de chocolate (Arzapalo, Húaman, Quishpe, & Espinoza, 2015).

El producto desarrollado buscó reunir la mayor actividad antioxidante proveniente de compuestos fenólicos, acción de minerales y vitaminas del cacao magro en polvo y la quinua tostada (Repo & Carrasco, 2008). Los fenoles son compuestos químicos que se encuentran distribuidos en plantas en 3 importantes grupos: flavonoides, ácidos fenólicos y polifenoles. La quinua contiene entre 64.25 y 139.94 mg ácido gálico/100g. El ácido gálico se encuentra dentro de los ácidos fenólicos, capaces de atrapar radicales libres, evitando que se unan y dañen moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN) (Repo & Carrasco, 2008). Los minerales presentes son calcio, hierro, magnesio, potasio y zinc, de los cuales el último se encuentra en una concentración aproximada de 4.4 mg/100g, indicando que es el que mayor actividad antioxidante aporta a la quinua. La vitamina E previene las reacciones de peroxidación lipídica, ayudando al control de los niveles de colesterol y mejorando el sistema circulatorio. El pseudo cereal contiene 2.4mg/100g, representando el 16% de la cantidad diaria recomendada (Koziol, 1992). Se considera al cacao como una rica fuente de antioxidantes y se ha demostrado que sus polifenoles son responsables de efectos beneficiosos en la salud, especialmente en el área cardiovascular. Análisis en polifenoles en chocolate indican que su contenido de catequinas y epicatequinas es importante (Vinson & Motisi, 2015). El cacao se encuentra junto al té verde como una de las fuentes más ricas de antioxidantes, pese a que la mayor parte de procesos

industriales eliminan gran parte de sus flavonoles (Dasgupta & Klein, 2014). El chocolate contiene sodio, potasio, calcio, fósforo, hierro, zinc y magnesio; el zinc se encuentra en una concentración de 9 mg/ 100g siendo el único mineral con acción antioxidante del cacao. Su efecto, al igual que en la quinua, se debe a que es cofactor de la enzima superóxido dismutasa y tiene un papel en la renovación celular (Koziol, 1992). Además mantiene activo el sistema inmune, ayudando a la síntesis de ADN (Rafecas & Codony, 2000).

Por otro lado la Organización mundial de la salud (OMS) (2013) recomienda que, para personas de 20 a 40 años las calorías totales sean de aproximadamente 3000 para hombres y 2300 para mujeres, dependiendo de varios factores como la edad, el peso, la actividad física y tipo de metabolismo. Sin embargo, para macronutrientes se establecen valores concisos, donde las proteínas deben cubrir del 10 al 15% de las calorías diarias, los carbohidratos del 55 al 65% y las grasas del 30 al 35%. Además de la reducción del nivel de azúcar a menos del 5% de las calorías provenientes de los carbohidratos totales.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del cacao (*Theobroma cacao*) magro en polvo y quinua (*Chenopodium quinoa*) tostada en el desarrollo de una crema untable con características fisicoquímicas similares al producto comercial Nutella®, que además aporte con antioxidantes y cumpla con los requerimientos nutricionales para personas de 20 a 40 años, impulsando el uso de materias primas ecuatorianas. Por otro lado, con la aplicación de pruebas sensoriales se buscó determinar el nivel de aceptación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tueste de la quinua

Se utilizó quinua dulce (*Chenopodium quinua*), de la marca “Mas Corona” que cumplió con los requisitos reportados por la norma NTE INEN 1673 (INEN, 1988). La quinua fue lavada por 1 minuto con agua potable, para eliminar contaminantes físicos y saponinas residuales y se retiró el exceso de agua mediante un escurrido. Se realizó un tostado a 160°C por 45 minutos, condiciones establecidas en un estudio de tostado de avena (Alañon, Rubio, Díaz, & Perez, 2010). No existen referencias respecto al tostado de pseudo cereales.

Elaboración de crema de cacao magro en polvo y quinua tostada

El proceso (Anexo1) y la formulación base (Tabla 1) de la crema unttable desarrollada se obtuvo a partir de una fórmula para chocolate gianduja con leche (incluye avellana), presentada en la Gran Enciclopedia del cacao (McFadden & France, 1998). Se cambió la avellana por quinua, considerando las especificaciones del chocolate gianduja con leche indicadas en el Codex Alimentarius (2003) (Anexo 2).

El mezclado de los ingredientes fue realizado en un procesador Black and Decker modelo FP2500B a 3000 rpm (Black and Decker, 2015) .

Tabla 1.- Formulación base de crema de cacao con Quinua

Ingredientes	Marca Comercial	Cantidad (g/100g)
Quinua tostada*	Mas Corona	14,0
Sacarosa	Supermaxi	27,0
Cacao magro en polvo*	Pacari	14,0
NaCl	Supermaxi	0,3
Manteca de palma	La Sabrosa	10,5
Aceite de girasol	Girasol	27,0
Esencia de vainilla	Doña Petra	0,2

Leche polvo**	Supermaxi	7,0
Total		100,0

*La quinua tostada y el cacao magro en polvo fueron los factores que variaron en diferentes concentraciones según el diseño experimental. **La leche en polvo actuó como el ingrediente de ajuste para completar los 100g de la formulación.

Diseño experimental

Se dispusieron los tratamientos en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3^2 ; correspondiente a la combinación de 2 factores (quinua tostada y cacao magro en polvo) con 3 niveles cada uno. Se obtuvieron 9 tratamientos y se realizaron 3 repeticiones (27 unidades experimentales).

Los niveles del factor cacao magro en polvo (Tabla 2) fueron determinados mediante las normativas presentadas en el Codex Alimentarius (2003) para chocolate gianduja con leche que establece un mínimo de 2,5% en extracto seco magro de cacao. Por otro lado, al no existir una norma, los niveles de la quinua tostada fueron asociados a los niveles de avellana, que según el Codex Alimentarius (2003) debe ser mínimo 15% de avellanas. Se estableció para la quinua valores próximos.

La Tabla 3 expone los tratamientos, las combinaciones y el ajuste con leche en polvo. Al existir un desbalance en la fórmula global, se utilizó leche en polvo como ingrediente de ajuste para cumplir con la norma establecida del Codex alimentarius (2003) de un mínimo de materia seca de la leche de 2,5%, sin alterar a los demás ingredientes.

Tabla 2.- Factores y niveles

Factor	Niveles
Quinua tostada (g/100g)	14
	12
	10
Cacao magro en polvo (g/100g)	14
	12
	10

Tabla 3.-Tratamientos, combinaciones y ajuste

Tratamientos	Combinaciones		Ajuste	Total (g/100g)
	Quinoa (g/100g)	Cacao (g/100g)	Leche en polvo (g/100g)	
1	14	14	7	35
2	14	12	9	35
3	14	10	11	35
4	12	14	9	35
5	12	12	11	35
6	12	10	13	35
7	10	14	11	35
8	10	12	13	35
9	10	10	15	35

En la Tabla 4 se detallan las variables de respuesta analizadas con su respectivo método y especificación. Las especificaciones se establecieron considerando el análisis de 4 lotes diferentes del producto comercial Nutella® (Anexo 3), que fue utilizado como referencia.

Tabla 4.- Variables de respuesta

Variable de respuesta	Método	Especificación	Referencia
Humedad (g/100g)	Gravimétrico, 977.10 (AOAC, 2012)	0.7 - 1.2	Nutella*
pH	Potenciométrico, 970.21 (AOAC, 2012)	5.8 – 6.2	Nutella*
Actividad de agua	Psicrométrico, 32.004-32.009 (AOAC, 1980)	0.31 – 0.33	Nutella*

*Media de 4 lotes

Este diseño tuvo el fin de determinar la mejor combinación de quinua tostada y cacao magro en polvo que sea capaz de cumplir con las especificaciones establecidas. Los datos fueron evaluados con un análisis de varianza (ANOVA) y la diferencia entre medias utilizando la prueba de separación de Tukey ($\alpha=0,05$), mediante el uso del paquete estadístico INFOSTAT (Universidad Nacional de Córdoba, 2010).

Ponderación

Para poder seleccionar los mejores tratamientos, se asignó valores o puntajes a las variables de respuesta, considerándose el contenido de humedad como la variable más importante (3), por su efecto superlativo en la aceptabilidad de la textura del chocolate (Romanchik, Tilmon, & Baldree, 2002); además de influir directamente sobre el tiempo de vida útil e inocuidad del producto (Barrile & Cone, 1970). Por otra parte, la actividad de agua (2) es importante por la característica de adsorción de agua y control microbiológico; por último el pH (1) afecta directamente el flavor del chocolate (Jinap, Dimick, & Hollender, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la Tabla 5 se presenta el resumen del análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos para cada una de las variables de respuesta, extendido en el Anexo 4. Se observó que si hubo diferencia significativa entre tratamientos con relación al contenido de humedad, actividad de agua y pH.

Tabla 5.- Resumen del Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad, actividad de agua y pH de los tratamientos

FV	GL	Cuadrados Medios		
		Humedad (g/100g)	Actividad de agua	pH
Total	26			
Tratamientos	8	0,04*	0,01*	0,06*
Factor A (% Quinoa tostada)	2	0,11*	0,04*	0,08*
Factor B (% Cacao magro en polvo)	2	0,01*	0,0029*	0,11*
Interacción A*B	4	0,02*	0,0042*	0,02*
Error Experimental	18	0,0031	0,000028	0,0018

* Significancia al 5% de probabilidad por la prueba de F

Contenido de Humedad

La Tabla 5 indica que el contenido de quinoa tostada, de cacao magro en polvo y su interacción influyó en la humedad de los tratamientos. Según Arzapalo et al. (2015), la concentración de agua en diferentes variedades de quinoa fue de 12 g/100g. Para propósitos de la formulación, se tostó la quinoa; este pseudocereal actúa tecnológicamente como un cereal, de acuerdo a Culberstone (2004) la pérdida de humedad es del 40% en tostado lo que resulta en 7.2 g/100g. Un estudio de Egas et al. (2010) en la elaboración de un cereal de desayuno para quinoa demostró que la variable mencionada del producto final estuvo entre 4.15 a 6.20 g/100g luego de un proceso de extrusión a 160°C x 140psi. Esto explicaría el efecto del factor quinoa tostada sobre el contenido en los tratamientos, ya que al comparar con la del cacao magro en polvo

(Máximo 5 g/100g), Norma NTE INEN 620 (INEN, 1989) y de leche en polvo (Máximo 5 g/100g), Norma NTE INEN 298 (INEN, 2011), los tratamientos con mayor contenido de quinua tostada presentarán mayor humedad, coincidiendo con los datos de la Tabla 6.

Se observa que la humedad de los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 se encuentra dentro del rango de 0.7 a 1.2 g/100g (Tabla 6), obtenido del análisis de 4 lotes del producto comercial Nutella® (Tabla 4).

Tabla 6.- Contenido de Humedad de los tratamientos

Tratamientos	Humedad (g/100g)*	
3 (14:10)	0,91 ± 0,062	a
2 (14:12)	0,88 ± 0,070	a
4 (12:14)	0,8 ± 0,032	ab
1 (14:14)	0,77 ± 0,036	abc
5 (12:12)	0,76 ± 0,084	abc
8 (10:12)	0,69 ± 0,095	cd
6 (12:10)	0,62 ± 0,015	cd
9 (10:10)	0,61 ± 0,011	cd
7 (10:14)	0,60 ± 0,022	d

*Medias ± SD

*Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Los datos presentaron coeficiente de variación de 1,92% que se considera dentro de los límites permitidos para un experimento de laboratorio con un máximo de 5%, siendo aceptables y confiables (Sánchez, 2009).

Actividad de Agua

El resumen del Análisis de Varianza (ANOVA) presentado en la Tabla 5 indica que existió diferencia significativa entre tratamientos y que el contenido de quinua

tostada, cacao magro en polvo y su interacción influyeron significativamente en esta variable de respuesta.

De acuerdo a Egas et al. (2010) la Aw (actividad de agua) en quinua va de 0.29 a 0.37. En la leche en polvo es de aproximadamente 0.25, siendo dependiente del método de obtención (Amiot & Oria, 1991). Investigaciones con *Enterobacterias spp* en procesados de cacao, muestran que la Aw del cacao magro en polvo va de 0.28 a 0.58 (Nascimento, Reolon, Santos, Moreira, Silva, & Silva, 2011). Estos valores exponen que los tratamientos con mayor cantidad de quinua y cacao magro en polvo deberían presentar un mayor resultado. Sin embargo, la Tabla 7 reporta datos contradictorios, ya que los que tienen elevado contenido de leche en polvo fueron mayores. La capacidad de absorción de agua de los ingredientes tiene un efecto indirecto sobre la actividad de agua del producto (Ibarz & Barbosa-Cánovas, 2011). La quinua posee una capacidad de absorción de agua que va desde 4,33 a 4,66% dependiendo de la variedad (Arzapalo, Húaman, Quishpe, & Espinoza, 2015). En contraposición la leche en polvo y el cacao magro en polvo guardan una capacidad de absorción de agua de hasta el 100%, ya que son alimentos desarrollados para solubilizarse rápidamente en agua (Groot, 2004; Norma Oficial Mexicana, 2012). Se explica por qué las combinaciones con un mayor aporte de quinua están dentro del rango de especificación. Los tratamientos 1, 2, 3 y 4 fueron los únicos que estuvieron dentro del rango establecido (0.31 a 0.33), considerando la Nutella®.

Los datos presentaron un coeficiente de variación de 1.43% que está dentro de los límites permitidos para análisis en laboratorio que es de un máximo del 5% (Sánchez, 2009).

Tabla 7.- Actividad de agua de los tratamientos

Tratamientos	Actividad de Agua*	
8 (10:12)	0,45 ± 0,004	a
9 (10:10)	0,44 ± 0,005	a
7 (10:14)	0,44 ± 0,008	a
6 (12:10)	0,41 ± 0,003	b
2 (14:12)	0,32 ± 0,003	c
1 (14:14)	0,32 ± 0,009	c

3 (14:10)	0,31 ± 0,004	cd
4 (12:14)	0,31 ± 0,004	cd
5 (12:12)	0,30 ± 0,004	d

*Medias ± SD

*Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

pH

El pH de un alimento a base de cacao es primordial en las características sensoriales y en el tiempo de vida útil que estos productos deben tener (McFadden & France, 1998). El análisis de varianza (ANOVA) muestra que existió diferencia significativa entre los tratamientos y que el contenido de quinua tostada, cacao magro en polvo y su interacción influenciaron significativamente sobre el pH (Tabla 5). Arzapalo (2015) analizando el pH en diferentes tipos de quinua obtuvo valores de 6.07 a 6.49. Por otro lado, en el estudio realizado por Nascimento (2011) en procesados de cacao se tuvo un dato en el polvo de cacao magro de 5.57. La concentración de hidronios del cacao es inferior al de la quinua, sin embargo, este efecto se ve anulado debido al ajuste con leche en polvo, cuyo pH (6,5) disminuye la acidez de los tratamientos con bajas concentraciones de quinua o cacao (Codex Alimentarius, 2011). Es por esto que los tratamientos 6, 9, 8, 7 y 3, (10g/100g de al menos un factor) no cumplieron con la especificación (Tabla 8). Rabadan-Chavez et al. (2015) al medir el efecto por la adición de sólidos procedentes del cacao, observaron que a mayor aporte de cacao menor fue el pH. Resultados similares se reportaron en el aumento de acidez en chocolates con cambios en la fermentación (Caligiani, Marseglia, & Palla, 2015).

Tabla 8.- pH de los tratamientos

Tratamientos	pH*	
6 (12:10)	6,31 ± 0,046	a
9 (10:10)	6,26 ± 0,038	a
8 (10:12)	6,24 ± 0,010	ab
7 (10:14)	6,23 ± 0,072	ab
3 (14:10)	6,22 ± 0,015	ab

5 (12:12)	6,14 ± 0,010	bc
2 (14:12)	6,09 ± 0,058	c
4 (12:14)	6,05 ± 0,059	c
1 (14:14)	5,86 ± 0,013	d

*Medias ± SD

*Medias seguidas por las mismas letras, no difieren entre si al 5% de probabilidad por la prueba de Tukey.

Los datos obtenidos presentaron un coeficiente de variación de 1.92% que está dentro de los límites permitidos para análisis en laboratorio que es de un máximo del 5% (Sánchez, 2009).

Los tratamientos 1, 2, 4 fueron los de más alto puntaje (Tabla 9).

Tabla 9.- Ponderación de los tratamientos

Tratamiento	Humedad	AW	pH	Total
1 (14:14)	3	2	1	6
2(14:12)	3	2	1	6
3(14:10)	3	2	0	5
4(12:14)	3	2	1	6
5(12:12)	3	0	1	4
6(12:10)	0	0	0	0
7(10:14)	0	0	0	0
8(10:12)	0	0	0	0
9(10:10)	0	0	0	0

En color gris los tratamientos con mejor ponderación.

EVALUACIÓN SENSORIAL

El objetivo de esta prueba sensorial fue encontrar el de mayor preferencia para una posterior prueba de aceptación.

En la Tabla 10 se encuentra las formulaciones que se analizaron en la prueba de ordenamiento por preferencia.

Tabla 10.- Formulación de los tratamientos

Ingredientes	Tratamientos		
	1 (723)	2 (657)	4 (298)
	g/100g		
Quinoa tostada	14	14	12
Sacarosa	27	27	27
Cacao magro en polvo	14	12	14
NaCl	0,3	0,3	0,3
Manteca	10,5	10,5	10,5
Aceite	27	27	27
Vainilla	0,2	0,2	0,2
Leche polvo	7	9	9

Prueba de ordenamiento por preferencia

Las pruebas afectivas indican la reacción subjetiva del juez ante el producto señalando si le gusta o no, si acepta o rechaza o si lo prefiere o no. En el caso de las de preferencia el análisis busca conocer si los jueces prefieren una muestra sobre otra, estas evaluaciones presentan alta variabilidad en datos y son más complejas de interpretar ya que son apreciaciones personales. Se debe incluir en el cuestionario una sección de comentarios para observar el por qué los consumidores prefieren una en particular. No se debe utilizar letras ni figuras para codificarlas (Anzaldúa-Morales, 2005).

Procedimiento

Participaron 57 consumidores no entrenados (30 hombres y 27 mujeres, entre las edades de 22 a 31 años). Todos fueron reclutados en las inmediaciones de la

Universidad San Francisco de Quito y analizaron el nivel de preferencia en los 3 tratamientos de la crema untable de cacao y quinua. Se buscó diferenciar según el contenido de quinua tostada y cacao magro en polvo.

Los jueces se dispusieron en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito en cabinas y mesas individuales, como se observa en el Anexo 5. Se entregó un plato con un pan tostado marca Grille, de 2cm de largo x 2cm de ancho que actuó como vehículo y 20g de cada una de las muestras a temperatura ambiente (20 °C), en vasos de polietileno tereftalato (PET) de 10 onzas como indica Anzaldúa (2005) para este tipo de producto. Se codificó (Tabla 10) y aleatorizó (Anexo 6) con 3 dígitos para evitar un error de tendencia central. Adicionalmente, se colocó un vaso con agua y se pidió a los panelistas no entrenados tomar un sorbo de agua antes y después de analizar cada muestra, con el fin de evitar sesgo de sabores (Sancho, Bota, & Castro, 1999). Los consumidores probaron de izquierda a derecha, ordenándolas según su nivel de preferencia. Numerando del 1 (más preferida) al 3 (menos preferida) (Anzaldúa-Morales, 2005) (Anexo 7). Las sesiones duraron aproximadamente 5 minutos. Los datos obtenidos se analizaron con una prueba de Friedman utilizando el paquete estadístico INFOSTAT (Universidad Nacional de Córdoba, 2010).

Prueba de Rango de Friedman

Es una prueba utilizada para medir datos no paramétricos, es decir que no siguen una distribución normal; equivalente a realizar una prueba de análisis de varianza (ANOVA). La prueba ordena en bloques, remplazándolos por el valor asignado (Corzo, 2005).

Resultados

En la Tabla 11 se observa que no existió diferencia significativa entre la sumatorias de los órdenes de preferencia de las muestras evaluadas por los jueces (Anexo 8). Observándose que aunque cada tratamiento fue diferente en la cantidad de quinua tostada y cacao magro en polvo, los consumidores no tuvieron variaciones en el nivel de preferencia. Resultados similares se obtuvieron en ejemplos de aplicaciones en el libro de análisis sensorial de alimentos de Ibáñez y Barcina (2001), en que no existió diferencia significativa en muestras de diferentes chocolates sucedáneos.

Tabla 11.- Sumatoria de órdenes de preferencia por Friedman

Tratamientos	Suma de órdenes de preferencia
1 (723)	114 ^{ns}
2 (657)	119 ^{ns}
4 (298)	127 ^{ns}

^{ns} No existe diferencia significativa en la sumatoria de órdenes de preferencia ($p > 0,050$)

Al no existir diferencia significativa entre tratamientos, se escogió el tratamiento con la mayor cantidad de quinua tostada y cacao magro en polvo, por el alto contenido de antioxidantes que aportan al producto, siguiendo los objetivos planteados en el proyecto. El tratamiento 1 (723, quinua tostada: 14g/100g; cacao magro en polvo 14g/ 100g) continuó el análisis sensorial mediante una prueba de actitud con intención de compra.

Escala de Actitud

Dentro de los métodos afectivos en la evaluación sensorial de alimentos, se encuentra la escala de actitud. Es una prueba de aceptación con consumidores con respecto a características específicas o globales (Della, Minim, & Carneiro, 2012).

Un artículo con alto nivel de agrado no necesariamente se interpreta como una venta segura (Anzaldúa-Morales, 2005). El deseo de los panelistas por tener un producto es conocido como aceptación o actitud de compra. Esta característica no depende solo de que tan agradable o desagradable un juez perciba el alimento, sino también de otros aspectos como los hábitos, cultura, región, etc. (Sancho, Bota, & Castro, 1999).

Procedimiento

Se presentó a los consumidores la muestra escogida (723) de la prueba de ordenamiento por preferencia. El nivel de actitud de compra fue medido pidiendo a los jueces no entrenados seleccionar un punto de los 7 expuestos en la escala de actitud (Anexo 9) siendo 1 el punto más aceptable (Me gustaría muchísimo comprarlo) y 7 el menos aceptable (me disgustaría muchísimo comprarlo) (Anzaldúa-Morales, 2005). Participaron 60 panelistas no entrenados (30 hombres y 30 mujeres, entre las edades de 22 a 35 años), que fueron reclutados en las inmediaciones de la Universidad San

Francisco de Quito, y que debían analizar el nivel de aceptación en la crema untada de cacao magro en polvo y quinua tostada a temperatura ambiente (20 °C), en la escala de actitud.

Los consumidores se dispusieron en el aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito en cabinas y mesas individuales (Anexo 5). Se entregó un plato con la muestra, codificada con 3 dígitos (654) con el fin de evitar error por asociación con la prueba de preferencia. El vehículo fue un pan tostado marca Grille, de 2cm de altura x 2cm de ancho. Se sirvió 20g a temperatura ambiente (20°C) en un vaso PET de 10 onzas (Anzaldúa-Morales, 2005). Adicionalmente, se colocó un vaso de agua y se pidió tomar un sorbo antes de analizarla, con el fin de evitar sesgo de sabores (Sancho, Bota, & Castro, 1999). Los jueces escogieron el punto en la escala de aceptación según su criterio global del producto. Las sesiones duraron aproximadamente 5 minutos. Las calificaciones obtenidas se midieron mediante el promedio en una hoja de cálculo Excel.

Resultados

En la Figura 1 se encuentran los datos obtenidos en la prueba de aceptación dispuestos de forma decreciente, indicando que no existieron jueces con puntajes negativos de compra en el producto.

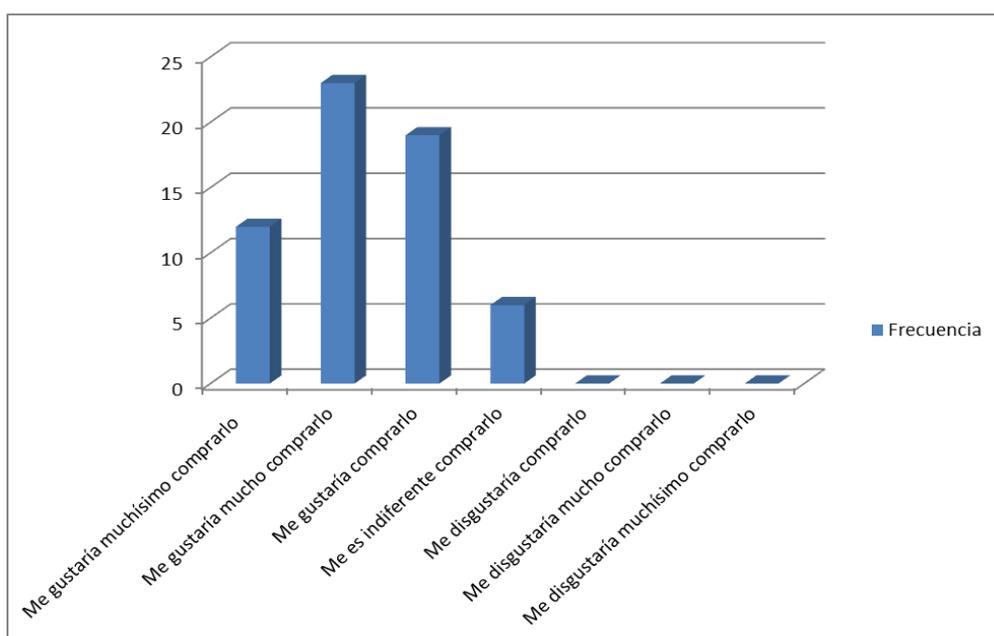


Figura 1.- Frecuencia en nivel de actitud de jueces

En la Figura 2 se encuentran los porcentajes por puntuación de la escala. Se observa que el punto 5 (me gustaría comprarlo), 6 (me gustaría mucho comprarlo) y 7 (me gustaría muchísimo comprarlo) correspondieron al 32%, 38% y 20% respectivamente en la decisión de los jueces, mostrando también que el 90% estaría dispuesto a comprar el producto.

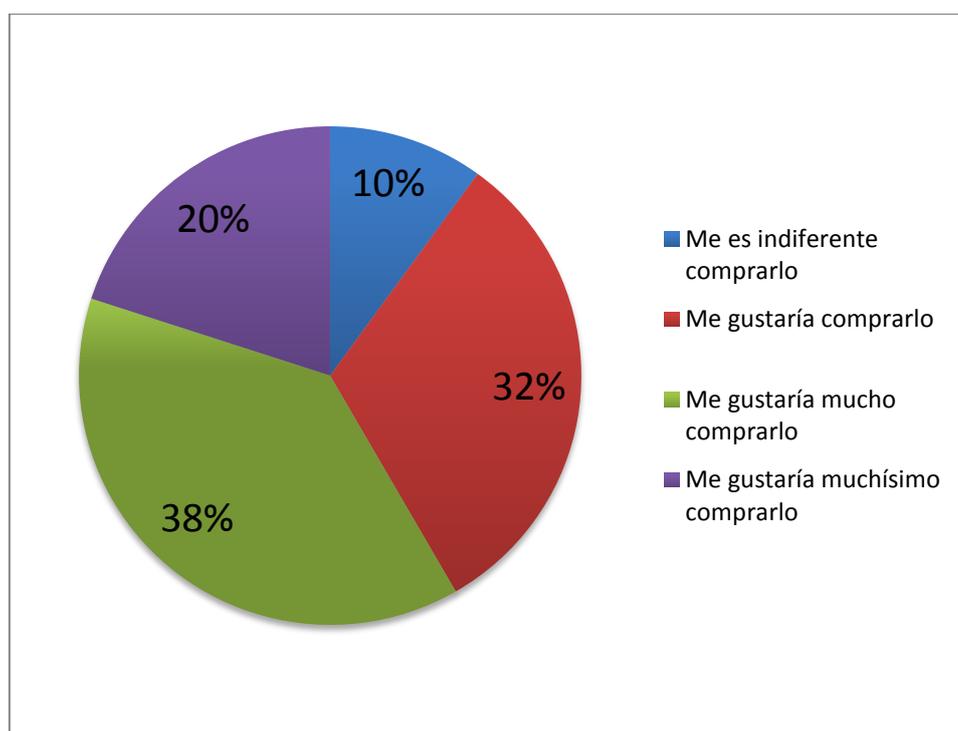


Figura 2.- Decisión de jueces en la escala de actitud

En la Tabla 12 se observa la frecuencia que se obtuvo en cada punto de la escala de aceptación, así como el valor numérico asignado a cada punto; se registró un promedio de 5.68 que está entre el punto 5 y 6 que son niveles positivos en compra.

Tabla 12.- Nivel de Actitud

Nivel actitud	Valor numérico asignado	Frecuencia	Nivel de actitud final
Me gustaría muchísimo comprarlo	7	12	5,68
Me gustaría mucho comprarlo	6	23	
Me gustaría comprarlo	5	19	
Me es indiferente comprarlo	4	6	
Me disgustaría comprarlo	3	0	
Me disgustaría mucho comprarlo	2	0	
Me disgustaría muchísimo comprarlo	1	0	

ETIQUETA NUTRICIONAL

En la Tabla 13 se detalla la formulación final del producto, obtenida mediante la evaluación sensorial.

Tabla 13.- Formulación final

Ingredientes	Cantidad (g/100g)
Quinoa tostada	14,0
Sacarosa	27,0
Cacao magro en polvo	14,0
NaCl	0,3
Manteca de palma	10,5
Aceite de girasol	27,0
Esencia de vainilla	0,2
Leche polvo	7,0
Total	100,0

A partir de la formulación lograda, se realizó los análisis proximales para la elaboración del etiquetado nutricional. La grasa saturada, colesterol y fibra dietaria fueron calculados por sumatorias teóricas de los ingredientes; los carbohidratos mediante diferencia teórica (Tabla 14).

Tabla 14.- Análisis proximal del producto

Análisis	Contenido (g /100g)	Métodos	Referencia
Grasa Total	38	Soxhlet 920.85	AOAC, 2012
Grasa Saturada	10,94	Sumatoria teórica	Manteca de palma + leche en polvo+ aceite girasol
Colesterol	0,006	Sumatoria teórica de fuentes de origen animal	Leche en polvo
Proteína	7	Kjeldahl 950.48	AOAC, 2012
Sodio	0,19	Titulación en	AOAC, 1975

		cenizas 3.067, 3.068 y 3.070	
Azúcar	29	Fehling 920.180	AOAC, 2012
Humedad	1,5	Gravimétrico 977.10	AOAC, 2012
Cenizas	1,9	Gravimétrico 923.03	AOAC, 2012
Carbohidratos	51,6	Diferencia teórica	CHO=100 - (Proteína+Grasa+Humedad+Cenizas)
Fibra dietaria	0,56	Sumatoria teórica	-

La etiqueta nutricional (Tabla 15) fue desarrollada siguiendo la norma NTE INEN 1334-1 (INEN, 2014). En vitaminas (A y C), calcio y hierro las aproximaciones son teóricas de acuerdo a la contribución de cada ingrediente de la formulación además considerando el tamaño de porción y los valores diarios recomendados de cada micro nutriente (OMS, 2013) (Anexo 10).

Tabla 15.- Etiqueta Nutricional de la Crema untable de cacao (*Theobroma cacao*) y quinua (*Chenopodium quinua*)

Información Nutricional	
Tamaño de porción	1 cucharada (25g)
Porciones por envase	10
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	628 KJ (150 Cal)
Energía de la grasa	376 KJ (90 Cal)
	% Valor diario *
Grasa total 10g	15%
Grasa saturada 3g	15%
Grasa trans 0g	0%
Colesterol 1,5 mg	1%
Sodio 48 mg	2%
Carbohidratos Totales 13 g	4%
Fibra Dietética 0,14 g	
Azucares 7g	
Proteína 2g	
Vitamina A 17 %	Vitamina C 5 %
Calcio 0 %	Hierro 5%

*Los porcentajes de Valores Diarios Recomendados están basados en una dieta de 8380 KJ (2000 Cal) para personas de 20 a 40 años. Sus valores pueden ser más altos o más bajos dependiendo de sus necesidades calóricas.

La Figura 3 presenta la etiqueta semáforo de la crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada elaborada según el capítulo II del etiquetado de alimentos procesados del Ministerio de salud pública del Ecuador (2012). En el Anexo 11 se encuentra la presentación comercial del producto desarrollado.



Figura 3.- Etiqueta Semáforo de la Crema untable de cacao (*Theobroma cacao*) y quinua (*Chenopodium quinua*)

De acuerdo con la Tabla 15 y Figura 3 el producto tuvo un alto contenido de grasa y azúcar. Estos datos concuerdan con los reportados en la Nutella®. Según Mc Fadden y France (1998) el chocolate de elevada calidad puede contener hasta 40% de manteca vegetal y un 30% de azúcar, siendo procedente de pasta de cacao.

La crema untable presentó 38% de grasa total cumpliendo con el 15% del valor diario recomendado en una porción de 25g (OMS, 2013). Sin embargo, la mayor parte de los lípidos tienen origen vegetal (insaturados) cuyos beneficios en el aporte de energía, absorción de vitaminas liposolubles y aumento de HDL (High density lipoprotein) permite el buen funcionamiento del organismo (Badui, 2006). La grasa saturada (3g) y el colesterol (1.5 mg) del producto provienen principalmente de la leche en polvo, al ser el único ingrediente de origen animal. Una porción aporta con el 1% del colesterol del VDR (Valor diario recomendado) (OMS, 2013). La baja concentración, limita la actividad negativa del colesterol LDL (Low density lipoprotein) siendo beneficioso para el sistema cardiovascular (Badui, 2006).

Los azúcares hacen referencia a los glúcidos presentes, que pueden aportar sabor dulce (Monosacáridos, disacáridos, polisacáridos), no se refiere a todos los carbohidratos (Badui, 2006). La etiqueta nutricional y semáforo muestran elevada

concentración de azúcar. Los glúcidos no son nutrientes esenciales, ya que el cuerpo puede obtener toda su energía de proteínas y grasas. Pese a esto son una fuente de obtención energía rápida, útil para realizar actividades de consumo energético inmediato. La principal reserva de glucosa en el organismo es el glucógeno, los azúcares son buen suministro de glucosa y fructosa, esenciales para aumentar los depósitos de este combustible (Peinado, Rojo-Tirado, & Benito, 2013). La FAO (Food and Agriculture Organization) (2007) recomienda que se consuma menos del 10% y la OMS (2013) alrededor del 5% de azúcares. Una porción de la crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada aporta con el 2.3% del azúcar, estando dentro de los parámetros permitidos.

El sodio (Na⁺) cumple un papel primordial en el metabolismo celular, como en la transmisión del impulso nervioso, mediante la bomba de sodio-potasio; ayuda al control de la osmolaridad y al volumen de las células (Farias, Cuevas, & Duchi, 2013). Además, actúa en la contracción muscular, absorción de nutrientes y equilibrio ácido-base. La Tabla 15 y Figura 3 señalan el contenido de sodio (48 mg), como bajo según la norma para etiqueta semáforo (Ministerio de salud pública, 2012). El consumo excesivo del sodio puede ocasionar problemas cardiovasculares asociados al efecto vasoconstrictor, hipertensión, daños renales por el esfuerzo realizado para excretar el exceso de sodio y osteoporosis (Gottau, 2012).

No se sugiere el consumo de la crema untable de cacao magro en polvo y quinua por parte de personas con problemas de diabetes, intolerantes a la lactosa, problemas cardíacos y sobrepeso. La crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada cumple con los requerimientos nutricionales recomendados en personas de 20 a 40 años detalladas en la introducción (OMS, 2013) (Tabla 15).

Contenido de antioxidantes

La quinua tiene un promedio 102.095 mg de ácido gálico/100g utilizado para determinar el contenido de fenoles (Repo & Carrasco, 2008). Según Del Pino (2011) el tostado en el café causa la pérdida del 40% en antioxidantes (Compuestos fenólicos), comparando con el tostado realizado (160°C x 40 min), la concentración de ácido gálico disminuiría a 61.257 mg/100g. Considerando que la formulación final contiene quinua tostada (14 g/100g), se esperaría tener 8.57 mg de ácido gálico, con actividad

antioxidante, en el producto. La vitamina E (2.4 mg/100g) tiene una disminución máxima del 55% a temperaturas de cocimiento (Badui, 2006), resultando en 1,08 mg/100g en la quinua tostada y 0,151 mg/100g en el alimento.

Los flavonoides son los polifenoles de mayor importancia en el cacao magro en polvo, cerca del 10% del peso corresponde a su contenido (Mercado & García, 2009). La formulación final presenta cacao magro en polvo (14 g/100g), indicando que el producto posee alrededor de 1,4 g/100g de antioxidantes.

Por otro lado, el zinc (cofactor de la enzima superóxido dismutasa, con poder antioxidante) de la quinua (4.4 mg/100g) y del cacao magro en polvo (9 mg/100g) no se ve afectado por el proceso de térmico ya que la lixiviación del mineral se da a elevadas presiones y temperaturas (Estrada, 2008). El aporte final del mineral es de 1,876 mg/100g, procedentes de la quinua tostada (0,616 mg/14g) y del cacao magro en polvo (1,26 mg/14g).

Tiempo de vida teórico

La humedad (0,7-1,2g/100g), actividad de agua (0,31-0,33) y pH (5,8-6,2) de la Tabla 4 indica que el producto tendría una estabilidad teórica de 8 meses en percha, al compararse con la Nutella®. Esto está relacionado con el tiempo de vida aproximado de un chocolate sucedáneo, de aproximadamente 1 año (McFadden & France, 1998). La actividad de agua es uno de los factores más importantes en el control de microorganismos en alimentos y su tiempo de vida útil. Se considera que en actividades de agua inferiores a 0,6 el crecimiento microbiano es casi nulo (Adams & Moss, 2010). En chocolates el tiempo de vida útil es determinado por cambios sensoriales, donde la peroxidación lipídica ocasiona cambios en el sabor (Dasgupta & Klein, 2014).

CONCLUSIONES

- Se desarrolló una crema untable de cacao magro en polvo con quinua tostada con las características fisicoquímicas similares al producto comercial Nutella®.
- El contenido de quinua tostada, cacao magro en polvo y su interacción influyeron significativamente en la humedad, actividad de agua y pH de los tratamientos.
- Los tratamientos 1 (14 g/100 g Quinua tostada; 14 g/100g Cacao magro en polvo), 2 (14g/100g Quinua tostada; 12 g/100g Cacao magro en polvo) y 4 (12g/100g Quinua tostada; 14 g/100g Cacao magro en polvo) fueron los mejores, ya que cumplieron con las variables de respuesta en los rangos establecidos, a partir de Nutella®; no tuvieron diferencia significativa en la prueba de ordenamiento por preferencia con consumidores. El tratamiento 1 se escogió por tener la mayor cantidad de antioxidantes procedentes de los factores que aportan (8,57 mg ácido gálico, 0.151 mg de vitamina E, 1,4g de flavonoides y 1,876 mg de zinc) en 100g de producto. En la prueba de aceptación el 90% de los panelistas indicó que les agradó y estarían dispuestos a comprarlo.
- El tratamiento 1 cumplió con los requerimientos nutricionales para personas de 20 a 40 años, manteniéndose bajo los estándares establecidos por la OMS.
- Se explotó la utilización de materias primas de alta calidad de origen ecuatoriano, desarrollando un alimento innovador que puede generar un mercado con alta rentabilidad.
- La crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada tuvo buena aceptación por parte de los posibles consumidores, estando el 90% dispuesto a comprar.

RECOMENDACIONES

- Agregar al flujograma de producción del chocolate unttable, la etapa de conchado, para mejorar el tamaño de partícula y sabor, en una producción a nivel industrial.
- Evaluar la función y actividad de los antioxidantes en el organismo.
- Recalcar, mediante campañas publicitarias, las ventajas nutricionales de la combinación de chocolate con quinua.
- Realizar un estudio de mercado, de tal forma que el producto pueda salir a la venta con un elevado número de posibles compradores.
- Analizar la calidad de la proteína, ya que al contener quinua se espera que aporte con todos los aminoácidos esenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M., & Moss, M. (2010). *Food Microbiology*. (3 ed.). Cambridge-UK: Royal society of Chemistry.
- Alañon, M., Rubio, H., Díaz, M., & Perez, M. (15 de Marzo de 2010). Monosaccharide anhydrides, new markers of toasted oak wood used for ageing wines and distillates. *Food Chemistry*., 119(2), 505-512.
- Amiot, J., & Oria, R. (1991). *Ciencia y Tecnología de la leche*. Zaragoza-España: Acribia.
- Anzaldúa-Morales, A. (2005). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Zaragoza-España: Acribia.
- AOAC. (1975). *Official methods of Analysis*. (12 ed.). Maryland-USA: AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (1980). *Official methods of Analysis*. (13 ed.). Maryland-USA: AOAC INTERNATIONAL.
- AOAC. (2012). *Official methods of Analysis*. (19 ed., Vol. 2). Maryland-USA: AOAC INTERNATIONAL.
- Arzapalo, D., Húaman, K., Quishpe, S., & Espinoza, C. (marzo de 2015). Extracción y Caracterización del almidón de tres variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) negra collana, pasankalla roja y blanca junín. *Revista de la Sociedad Química de Perú*., 81(1), 44-54.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4 ed.). Naucalpan de Juárez-México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Barrile, J., & Cone, F. (19 de Junio de 1970). Effect of added moisture on the heat resistance of *Salmonella anatum* in Milk Chocolate. *Applied Microbiology*., 19, 177-178.
- Black and Decker. (2015). *PowerPro Wide-Mouth Food Processor*. Recuperado el 15 de Noviembre de 2015, de [www.blackanddeckerappliances.com](http://www.blackanddeckerappliances.com/products/food-preparation/food-processors/power-pro-wide-mouth-10-cup-food-processor-fp2500b.aspx): <http://www.blackanddeckerappliances.com/products/food-preparation/food-processors/power-pro-wide-mouth-10-cup-food-processor-fp2500b.aspx>
- Caligiani, A., Marseglia, A., & Palla, G. (18 de Septiembre de 2015). Cocoa: production, chemistry and use. *Food and health*., 185-190.

- Codex Alimentarius. (2003). *Norma para el chocolate y los productos del chocolate*. Roma-Italia: Codex STAN 87.
- Codex Alimentarius. (2011). *Leche y productos lácteos*. (2 ed.). Roma-Italia.: Codex STAN 207.
- Corzo, J. (2005). *Estadística no paramétrica. Métodos basados en rangos*. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Culberstone, J. (2004). *Grain, Cereal, Food Processing*. Oxford-Inglaterra: Blackwell Publishing.
- Dasgupta, A., & Klein, K. (2014). Tea, coffe and chocolate: rich sources of antioxidants. *Antioxidants in food, vitamins and supplements.*, 237-257.
- Della, L., Minim, V., & Carneiro, J. (2012). *Análise Sensorial de Alimentos*. Viçosa-Brasil: UFV.
- Díaz, L., & Pinoargote, M. (2012). *Análisis de las características organolépticas del chocolate a partir de Cacao CCN51 tratado Enzimáticamente y Tostado a diferentes temperaturas*. Guayaquil-Ecuador: Escuela superior politécnica del litoral.
- Egas, L., Villacrés, E., Salazar, D., Peralta, E., & Ruilova, M. (Noviembre de 2010). Elaboración de un cereal para desayuno con base a Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) expandida. *Revista tecnologica ESPOL-RTE.*, 23(2), 9-15.
- Escuela superior politécnica de Chimborazo. (2014). *Azúcares reductores. Reacción de fehling*. Chimborazo-Ecuador: Escuela de bioquímica y farmacia.
- Estrada, H. (2008). *Estudio termodinámico de lixiviación de un conentrado de zinc a elevada presión y temperatura con ácido y temperatura con ácido nítrico*. México D.F: Instituto politécnico nacional. .
- FAO en Perú. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de Quinoa en Perú*. Lima-Perú: Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura.
- FAO. (2007). *Azúcar*. USA: Depósitos de documentos de la FAO.
- FAO/WHO. (2013). *Nutritional Properties*. In *Quinoa: an ancient crop to contribute to world food security*.
- Farias, M., Cuevas, A., & Duchi, H. (2013). Más allá del sodio: cambios en la dieta y su efecto en hipertensión. *Revista chilena de cardiología*, 32(2), 141-151.
- García, H. (1991). *Cocina prehispánica mexicana: la comida de los antiguos mexicanos*. Mexico: PANORAMA.

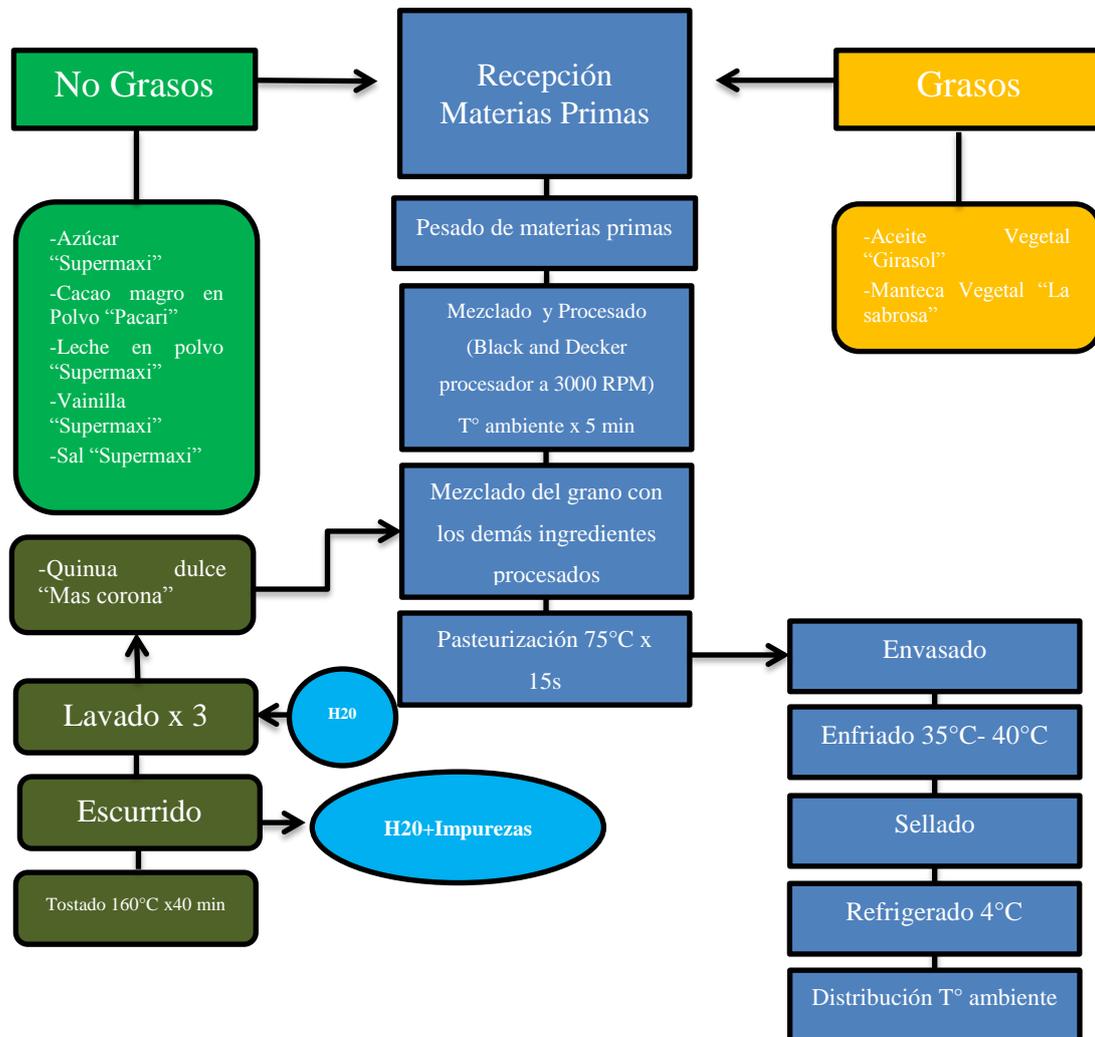
- Gottau, G. (5 de 10 de 2012). *Vitónica*. Recuperado el 28 de 11 de 2015, de Las consecuencias del exceso de sodio van más allá de la hipertensión arterial.: www.vitonica.com
- Groot, H. (1 de Noviembre de 2004). *Industrias alimenticias*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de Materias secas, garantía de éxito.: <http://www.industriaalimenticia.com/articulos/85161-mezclas-secas-garant-iacute-a-de-exito>
- Ibáñez, F., & Barcina, Y. (2001). *Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones*. España: Springer.
- Ibarz, A., & Barbosa-Cánovas, G. (2011). *Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos*. Madrid-España: Mundi-Prensa.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Leche en polvo y crema en polvo. Requisitos*. Quito-Ecuador: Norma tecnica Ecuatoriana NTE INEN:298.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1988). *Quinoa. Requisitos*. Quito-Ecuador: Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 1673.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*. Quito-Ecuador: NTE INEN 1334-1.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1989). *Cacao en Polvo, Requisitos*. Quito: Norma técnica ecuatoriana. NTE INEN 620.
- Jinap, S., Dimick, S., & Hollender, R. (1995). Flavour evaluation of chocolate formulated from cocoa beans from different countries. *Food Control.*, 6(2), 105-110.
- Koziol, M. (1992). Chemical composition and nutritional evaluation of quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Journal of food composition and analysis.*, 5, 35-68.
- McFadden, C., & France, C. (1998). *La gran enciclopedia del chocolate*. Barcelona-España: Hymosa.
- Mercado, E., & García, E. (7 de 2009). *Ciencia y desarrollo*. Recuperado el 27 de 11 de 2015, de Los polifenoles del chocolate y cacao.: www.cyd.conacyt.gob.mx
- Ministerio de salud pública. (2012). *Capítulo II. Del etiquetado de los alimentos procesados*. Quito-Ecuador: MSP.
- Nascimento, M., Reolon, E., Santos, A., Moreira, V., Silva, I., & Silva, N. (24 de Febrero de 2011). Enterobacterias en productos procesados del cacao. *Brief communication*.

- Norma Oficial Mexicana. (2012). *Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. México DF-México: NOM-155-SCFI.
- OMS. (2013). *Organización mundial de la salud*. Recuperado el 15 de 11 de 2015, de Requerimientos nutricionales.: www.who.int
- Padovani, G. (2015). *Nutella world. 50 years of innovation*. Italia: Rizzoli.
- Peinado, A., Rojo-Tirado, M., & Benito, P. (2013). El azúcar y el ejercicio físico: importancia en los deportistas. *Nutrición Hospitalaria*, 28, 48-56.
- Del Pino, R. (2011). *Influencia del grado de tostado sobre la capacidad antioxidante y el efecto genoprotector del café soluble. Contribución de la fracción de melnoidinas*. Burgos-España: Universidad de Burgos.
- Rabadan-Chavez, G., Quevedo, L., Milliar, A., Reyes, E., & Jaramillo, M. (10 de 10 de 2015). Cocoa powder, cocoa extract and epicatechin attenuate hypercaloric diet-induced obesity through enhanced B-oxidation and energy expenditure in white adipose tissue. *ELSEVIER*, 20, 54-67.
- Rafecas, M., & Codony, R. (2000). *Estudio nutricional del cacao y productos derivados*. Barcelona-España: Universidad de Barcelona.
- Repo, R. &. (1988). *Cultivos Andinos: Que son, como usarlos*. Cusco-Perú: Centro de estudios regionales Andinos, "Bartolomé de las Casas".
- Repo, R., & Carrasco, V. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de cereales andinos: quinua, kaniwa y kiwicha. *Sociedad química del Perú.*, 74(2).
- Romanchik, J., Tilmon, R., & Baldree, K. (2002). Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar prepared with okra gum as a fat ingredient substitute. *Journal of the American Dietetic Association.*, 102(9), 1301-1303.
- Sánchez, J. C. (2009). *Introducción al diseño experimental*. Quito, Ecuador: Cámara ecuatoriana del libro- Núcleo Pichincha.
- Sancho, J., Bota, E., & Castro, J. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona- España: Edicions Universitat Barcelona.
- Suárez, M., Kizlasnky, A., & López, L. (2006). Evaluación de la calidad de las proteínas en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregidos por digestibilidad. *Nutricion Hospitalaria.*, 21(1), 47-51.

- Tapia, M., Gandarillas, H., & Alandia, S. (1979). *La Quinoa y La Kañiwa*. Bogota-Colombia: IICA.
- Torres, A., Rubio, E., & Garcia, H. (2012). *Cacao theobroma*. Quito-Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.
- Universidad Nacional de Córdoba. (2010). *INFOSTAT Software Estadístico*. Recuperado el 14 de 11 de 2015, de www.infostat.com.ar
- Vinson, J., & Motisi, M. (2015). Polyphenol antioxidants in commercial chocolate bars: Is the label accurate. *Journal of functional food.*, 12, 526-529.

ANEXOS

ANEXO 1. Flujograma de elaboración de crema untable de cacao magro en polvo y quinua tostada



ANEXO 2. Codex Alimentarius para chocolate

CODEX STAN 87

Página 5 de 12

CUADRO 1. CUADRO RESUMIDO DE LOS REQUISITOS DE COMPOSICIÓN DE LA SECCIÓN 2¹

(% referido al extracto seco del producto y previa deducción del peso de los otros productos alimenticios comestibles autorizados de la sección 2)

PRODUCTOS	COMPONENTES (%)						
	Manteca de cacao	Extracto Seco magro de Cacao	Total, extracto seco de cacao	Materia seca de leche	Total, extracto seco magro de la leche	Almidón/Harinas	Avellanas
2. Tipos de chocolate							
2.1 TIPOS DE CHOCOLATE (COMPOSICIÓN)							
2.1.1 Chocolate	≥18	≥14	≥35				
2.1.1.1 Chocolate a la taza	≥18	≥14	≥35			< 8	
2.1.2 Chocolate dulce/familiar	≥18	≥12	≥30				
2.1.2.1 Chocolate familiar a la taza	≥18	≥12	≥30			< 18	
2.1.3 Chocolate de cobertura	≥31	≥2,5	≥35				
2.1.4 Chocolate con leche		≥2,5	≥25	2,5-3,5	12-14		
2.1.5 Chocolate con leche familiar		≥2,5	≥20	≥5	≥20		
2.1.6 Chocolate de cobertura con leche		≥2,5	≥25	≥3,5	≥14		
2.1.7 Otros productos de chocolate							
2.1.7.1. Chocolate blanco	≥20			2,5-3,5	≥14		
2.1.7.2 Chocolate Gianduja		≥8	≥32				≥20 ≤40
2.1.7.3 Chocolate Gianduja con leche		≥2,5	≥25	≥2,5	≥10		≥15 ≤40
2.1.7.4 Chocolate para mesa							
2.1.7.4.1 Chocolate para mesa	≥ 11	≥ 9	≥ 20				

¹ El extracto seco de leche se refiere a la adición de ingredientes lácteos en sus proporciones naturales, salvo que la grasa de leche podrá agregarse o eliminarse

ANEXO 3. Especificación de producto comercial Nutella®

Análisis	Método	Lote			
		L157KS	L189KA	L178KL	L202KS
Humedad (g/100g)	Gravimétrico, 977.10 (AOAC, 2012)	0.7	1.1	1.2	0.9
pH	Potenciométrico, 970.21 (AOAC, 2012)	5.8	6	5.8	6.2
Actividad de Agua	Psicrométrico, 32.004-32.009 (AOAC, 1980)	0.31	0.32	0.33	0.32

ANEXO 4. Análisis de Varianza (ANOVA) de las variables de respuesta

a) Análisis de Varianza (ANOVA) de la humedad en los tratamientos

F.V.	SC	gl	CM	p-valor
Tratamientos	0,32	8	4,00E-02	<0,0001*
% Quinoa tostada	0,21	2	0,11	<0,0001*
% Cacao magro en polvo	0,02	2	1,00E-02	0,0454*
%Quinoa tostada* %Cacao magro en polvo	0,08	4	0,02	0,002*
Error	0,06	18	3,10E-03	
Total	0,37	26		

*Significativo al 5% de probabilidad ($p < 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad g/100g	27	0,85	0,78	1,92

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15910

Error: 0,0031 gl: 18

Tratamiento	%Quinoa tostada	%Cacao magro en polvo	Medias	n	E.E.	Orden
3	14	10	0,91	3	0,03	a
2	14	12	0,88	3	0,03	a
4	12	14	0,8	3	0,03	ab
1	14	14	0,77	3	0,03	abc
5	12	12	0,76	3	0,03	abc
8	10	12	0,69	3	0,03	bcd
6	12	10	0,62	3	0,03	cd
9	10	10	0,61	3	0,03	cd
7	10	14	0,6	3	0,03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) por la prueba de Tukey

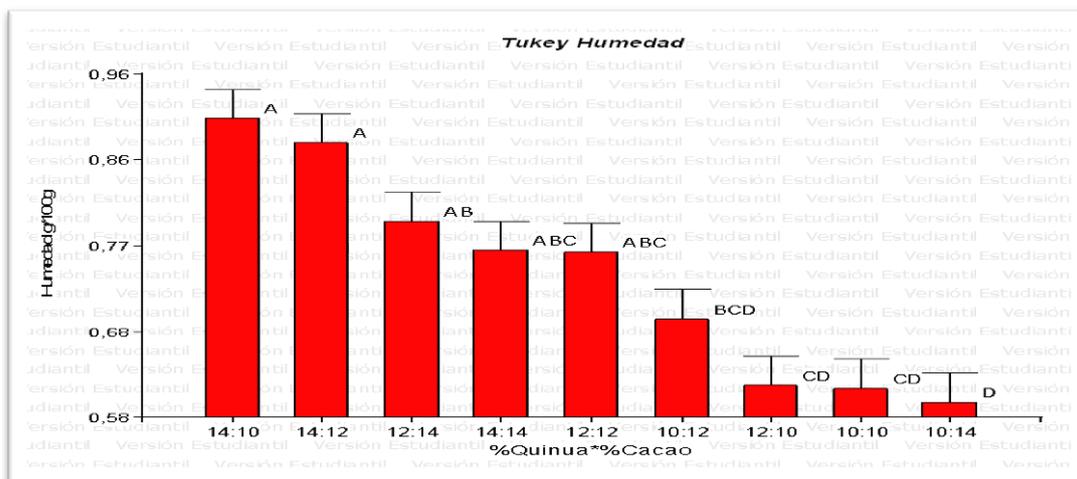


Figura 4.- Test de Tukey para Humedad

b) Análisis de Varianza (ANOVA) de la actividad de agua de los tratamientos

F.V.	SC	gl	CM	p-valor
Tratamientos	0,1	8	0,01	<0,0001*
% Quinoa tostada	0,08	2	0,04	<0,0001*
% Cacao magro en polvo	1,00E-02	2	2,90E-03	<0,0001*
%Quinoa tostada* %Cacao magro en polvo	0,02	4	4,20E-03	<0,0001*
Error	5,00E-04	18	2,80E-05	
Total	0,1	26		

*Significativo al 5% de probabilidad ($p < 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Aw	27	1	0,99	1,43

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01506

Error: 0,0000 gl: 18

Tratamiento	%Quinua tostada	%Cacao magro en polvo	Medias	n	E.E.	Orden
8	10	12	0,45	3,00E+00	3,00E-03	a
9	10	10	0,44	3,00E+00	3,00E-03	a
7	10	14	0,44	3,00E+00	3,00E-03	a
6	12	10	0,41	3,00E+00	3,00E-03	b
2	14	12	0,32	3,00E+00	3,00E-03	c
1	14	14	0,32	3,00E+00	3,00E-03	c
3	14	10	0,31	3,00E+00	3,00E-03	cd
4	12	14	0,31	3	3,00E-03	cd
5	12	12	0,3	3	3,00E-03	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) por la prueba de Tukey

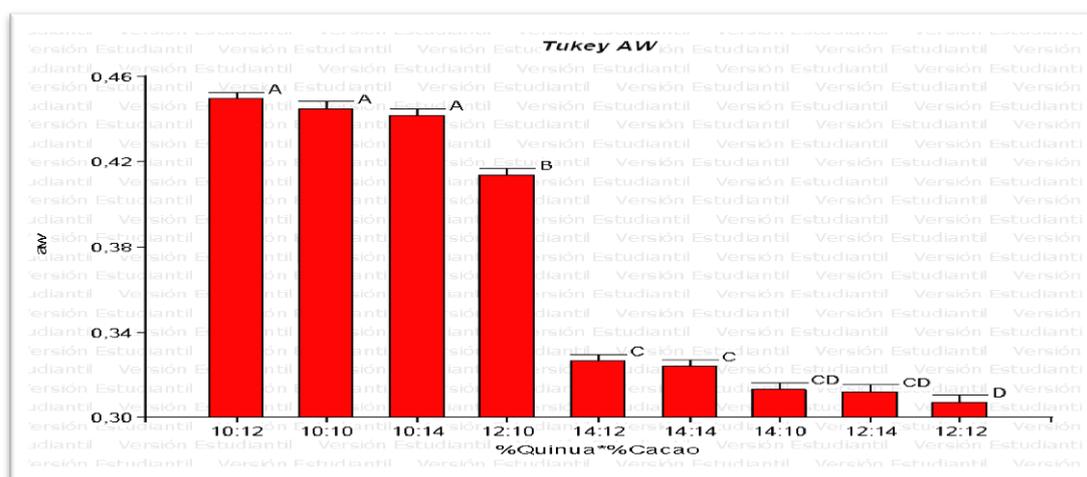


Figura 5.-Test de Tukey para actividad de agua

c) Análisis de Varianza (ANOVA) del pH de los tratamientos

F.V.	SC	gl	CM	p-valor
Tratamientos	0,47	8	0,06	<0,0001*
% Quinua tostada	0,16	2	0,08	<0,0001*
% Cacao magro en polvo	0,22	2	1,10E-01	<0,0001*
%Quinua tostada* %Cacao magro en polvo	0,09	4	0,02	<0,0001*
Error	0,03	18	1,80E-03	
Total	0,5	26		

*Significativo al 5% de probabilidad ($p < 0,05$)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	27	0,94	0,91	0,69

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12128

Error: 0,0018 gl: 18

Tratamiento	%Quinua tostada	%Cacao magro en polvo	Medias	n	E.E.	Orden
6	12	10	6,31	3	0,02	a
9	10	10	6,26	3	0,02	a
8	10	12	6,24	3	0,02	ab
7	10	14	6,23	3	0,02	ab
3	14	10	6,22	3	0,02	ab
5	12	12	6,14	3	0,02	bc
2	14	12	6,09	3	0,02	c
4	12	14	6,05	3	0,02	c
1	14	14	5,86	3	0,02	d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) por la prueba de Tukey

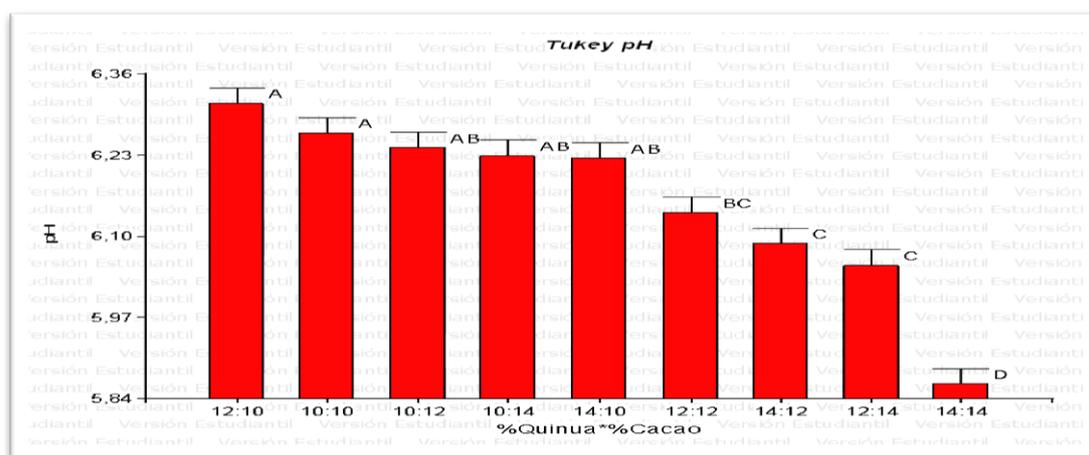


Figura 6.- Test de Tukey para pH

ANEXO 5. Fotografías de evaluación sensorial



Preparación de muestras en cocina experimental



Presentación de muestra con vehículo



Aula de evaluación sensorial de la Universidad San Francisco de Quito

ANEXO 6. Aleatorización de las muestras para la prueba de ordenamiento por preferencia

ALEATORIZACIÓN DE MUESTRAS			
Muestra			
1	657	298	723
2	723	657	298
3	298	723	657
4	657	298	723
5	723	657	298
6	298	723	657
7	657	298	723
8	723	657	298
9	298	723	657
10	657	298	723
11	723	657	298
12	298	723	657
13	657	298	723
14	723	657	298
15	298	723	657
16	657	298	723
17	723	657	298
18	298	723	657
19	657	298	723
20	723	657	298
21	298	723	657
22	657	298	723
23	723	657	298
24	298	723	657
25	657	298	723
26	723	657	298
27	298	723	657
28	657	298	723
29	723	657	298
30	298	723	657
31	657	298	723
32	723	657	298
33	298	723	657
34	657	298	723
35	723	657	298
36	298	723	657
37	657	298	723
38	723	657	298
39	298	723	657
40	657	298	723

41	723	657	298
42	298	723	657
43	657	298	723
44	723	657	298
45	298	723	657
46	657	298	723
47	723	657	298
48	298	723	657
49	657	298	723
50	723	657	298
51	298	723	657
52	657	298	723
53	723	657	298
54	298	723	657
55	657	298	723
56	723	657	298
57	298	723	657
58	657	298	723
59	723	657	298
60	298	723	657

ANEXO 7. Cuestionario prueba de ordenamiento por preferencia

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: F
M

Producto: Chocolate untable con quinua

Por favor, pruebe las muestras de izquierda a derecha. Ordénelas de acuerdo a su preferencia. Siendo 1 la más preferida y 3 la menos preferida. Entre las evaluaciones de las muestras enjuague la boca con agua y espere 30 segundos.

Código de las muestras	Orden de preferencia
657	_____
298	_____
723	_____

Comentarios:

¡Muchas gracias!

ANEXO 8. Resultados de la prueba de Friedman por INFOSTAT

Prueba de Friedman:

1 (14:14)	2 (14:12)	4 (12:14)	T ²	p
1,98	2,12	1,9	0,71	0,4922

Mínima diferencia significativa entre suma de rangos = 21.745

Tratamiento	Suma(Ranks)	n	
4 (12:14)	114	57	ns
1 (14:14)	119	57	ns
2 (14:12)	127	57	ns

ns No existe diferencia significativa entre sumatoria de órdenes de preferencia ($p > 0,050$)

ANEXO 9. Cuestionario prueba de Actitud

Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: F M

Producto: Chocolate untable con quinua

Por favor, pruebe la muestra servida y marque la respuesta que mejor corresponda a su juicio.

Código de la muestra: 654

1. Me gustaría muchísimo comprarlo ()
2. Me gustaría mucho comprarlo ()
3. Me gustaría comprarlo ()
4. Me es indiferente comprarlo ()
5. Me disgustaría comprarlo ()
6. Me disgustaría mucho comprarlo ()
7. Me disgustaría muchísimo comprarlo ()

Comentarios:

¡Muchas gracias

ANEXO 10. Cálculo de vitaminas (A y C), hierro y calcio

Ingredientes	Vitamina A (g/100g)	Vitamina C (g/100g)	Hierro (g/100g)	Calcio (g/100g)
Quinoa	0,002	0	0,021	0,4
Leche en polvo	0,025	0,15	0,007	0,34
Aceite Girasol	0	0	0	0
Manteca	0	0	0	0
Cacao magro en polvo	0	0	0	0
Sumatoria en 100g	0,0003	-	0,003	0,056
	0,0018	0,011	0,0005	0,024
Total en 100 g	0,0021	0,011	0,0035	0,080
Total en 25 g (Porción)	0,0005	0,003	0,0009	0,02
Valor Diario Recomendado (mg)	3 (5000 UI)	60	18	1000
Valor Diario Recomendado (g)	0,003	0,060	0,018	1
% En el valor diario Recomendado	17%	5%	5%	0,2%

ANEXO 11. Etiqueta Comercial

Chocoquink, es el chocolate que te alimenta! Realizado de productos ecuatorianos de alta calidad, Chocoquink, chocolate untable, ha llegado para alegrar tus días con un sabor único, delicioso y saludable.

ALTO en AZÚCAR

ALTO en GRASA

BAJO en SAL

Ingredientes:
 Quinoa tostada, sacarosa, cacao magro en polvo, sal, manteca de palma, aceite de girasol, esencia de vainilla, leche en polvo.



Chocolate Untable Premium. Un producto ecuatoriano a base de quinoa y cacao.

Información Nutricional	
Tamaño de porción	1 cucharada (25)
Porciones por envase	10
Cantidad por porción	
Energía (Calorías)	628 KJ (150 Cal)
Energía de la grasa	376 KJ (90 Cal)
	% valor diario *
Grasa Total 10g	20%
Grasa Saturada 3g	6%
Grasa Trans 0g	0%
Colesterol 1.5 mg	3%
Sodio 48 mg	2%
Total de Carbohidratos 13g	4%
Fibra Alimenticia 0.14g	
Azúcares 2g	
Proteína 2g	
Vitamina A 17%	Vitamina C 5%
Café 0%	Hierro 5%

Lote: 000001
 F. Elab: 15/NOV/2015
 F.Vence: 18/JUL/2016
 PVP: \$3.50

Elaborado por:
 Laboratorios
 Castillo/Andocilla

