

Aprovechamiento de subproductos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Desarrollo de un producto alimenticio, empleando harina proveniente de torta residual en la extracción del aceite

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Innovación Alimentaria y Nutrición

Diana Carolina Vásquez Osorio

Asesor

Lina María Vélez Acosta

Magíster en Desarrollo

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ingeniería

Maestría en Innovación Alimentaria y Nutrición

Caldas - Antioquia

2016

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis amigos y familia

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que directa o indirectamente han contribuido a mi formación personal y profesional, y a todas a aquellas que de alguna manera colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

A mis compañeros del proyecto “Investigación técnico social de las oleaginosas promisorias higuierilla y sachá inchi, con miras a su desarrollo agroindustrial”, Mónica Liliana Cardona Aristizabal, Andrés Felipe Ríos Mesa, Lina María Vélez Acosta, Gustavo Adolfo Hincapié Llanos, Diana Isabel Jaramillo Ruíz, por su apoyo y acompañamiento durante la realización de esta investigación.

A mis compañeros del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, especialmente a Catalina Álvarez López, Cristina Isabel Castro Erazo, Jorge Andrés Velásquez Cock, Marlon Andrés Osorio Delgado, Angélica María Serpa Guerra y Julián David Jaramillo Ramírez, por la colaboración y acompañamiento en el uso de equipos y realización de pruebas.

A los integrantes del Grupo Ingeniería, Energía, Exergía y Sostenibilidad –IEXS– de la Universidad EAFIT, especialmente a Julio César Betancur Prisco, María Camila Palacio, Andrés Felipe Ramírez Restrepo, Mónica Manrique Ortiz y Diana Marcela Triana Maldonado, por su colaboración durante el proyecto.

A la Universidad Pontificia Bolivariana por facilitar la infraestructura y equipos para la realización de las diferentes pruebas experimentales. Con especial agradecimiento a los estudiantes que participaron del panel sensorial. A Laura Marcela

Trujillo Vargas y Elizabeth Alzate Quintero del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología – CIBIOT –, Humberto Flores del Laboratorio de Operaciones Unitarias, por facilitar el uso de los equipos y brindar su acompañamiento en el desarrollo de las pruebas.

A la Casa Gerontológica de La Tablaza, La Estrella - Antioquia, a los miembros que participaron en el panel sensorial y a la Doctora María Teresa Rodríguez, por permitir la realización de las pruebas en las instalaciones de la institución.

Al profesor Misael Cortés Rodríguez y María Isabel Betancur Nieto, Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos, Universidad Nacional Sede –Medellín–

A mis compañeros de estudio durante la maestría, con afecto especial a Vanessa Bedoya Mejía y Jessica Flórez Arroyave.

A las familias Vargas Sánchez, Londoño Gómez y Pedraza Vieira, especialmente a José Orlando por su acompañamiento y comprensión.

A mis amigos, especialmente a María y Adri, que siempre me reciben con un abrazo y una sonrisa. A Omaira Carvajal por su apoyo y acompañamiento durante el panel sensorial.

A mi familia, especialmente a mi mamá por su apoyo y acompañamiento incondicional durante toda mi vida.

Contenido

	pág.
Definición del problema y justificación	13
Objetivos	15
Marco referencial	16
Sacha inchi	16
Calidad de los alimentos	26
Harina	43
Diseño metodológico	46
Metodología primera etapa	46
Metodología segunda etapa	53
Metodología tercera etapa	62
Resultados y análisis	72
Resultados primera etapa	72
Resultados segunda etapa	79
Resultados tercera etapa	104
Conclusiones	120
Recomendaciones	123
Referencias	126
Apéndices	142

Lista de tablas

	pág.
Tabla 1. Componentes de almendra y torta de sachu inchi	22
Tabla 2. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo	30
Tabla 3. Análisis fisicoquímicos realizados a la torta	51
Tabla 4. Análisis microbiológicos y de micotoxinas	52
Tabla 5. Diseño experimental segunda etapa	55
Tabla 6. Análisis fisicoquímicos realizados a la harina	58
Tabla 7. Formulación del blanco muestral	65
Tabla 8. Formulaciones de los 5 tratamientos	66
Tabla 9. Diseño experimental para la tercera etapa	67
Tabla 10. Análisis fisicoquímicos realizados a la colada	71
Tabla 11. Caracterización de la torta de sachu inchi	73
Tabla 12. Resultados análisis fisicoquímicos realizados a la torta	76
Tabla 13. Resultados análisis microbiológicos y de micotoxinas torta	77
Tabla 14. Tabla nutricional de la torta de sachu inchi	78
Tabla 15. Rendimiento del acondicionamiento en cada uno de los 3 tratamientos	82
Tabla 16. Rendimiento del tamizado en cada uno de los 3 tratamientos	85
Tabla 17. Caracterización harina obtenida mediante 3 tratamientos	88
Tabla 18. Resultados análisis fisicoquímicos realizados a la harina	90
Tabla 19. Resultados análisis microbiológicos y de micotoxinas harina	92
Tabla 20. Análisis microbiológico a la harina durante 16 semanas	99
Tabla 21. Tabla nutricional de la harina de sachu inchi	103

Tabla 22. Proteína, grasa y humedad de las formulaciones de colada	106
Tabla 23. °Brix, pH y Aw de las diferentes formulaciones de colada	107
Tabla 24. Calidad microbiológica de las premezclas	108
Tabla 25. Análisis estadístico panel sensorial público mayor de 17 años	109
Tabla 26. Análisis estadístico panel sensorial público mayor de 45 años	112
Tabla 27. Resultados análisis fisicoquímicos de las coladas obtenidas	115
Tabla 28. Tabla nutricional colada obtenida mediante el tratamiento P ₁	117
Tabla 29. Tabla nutricional colada obtenida mediante el tratamiento P ₃	118

Lista de figuras

	pág.
Figura 1. Planta de sachá inchi	17
Figura 2. Fruto de sachá inchi	17
Figura 3. Semilla de sachá inchi	18
Figura 4. Almendra de sachá inchi	19
Figura 5. Flujograma primera etapa	47
Figura 6. Flujograma segunda etapa	54
Figura 7. Flujograma estudio de estabilidad	61
Figura 8. Flujograma tercera etapa	63
Figura 9. Recepción y empaque de materia prima	73
Figura 10. Prensado en expeller	80
Figura 11. Pérdida de material por orificios de salida de aceite	82
Figura 12. Molienda de los pellets de sachá inchi	83
Figura 13. Tamizado de la harina de sachá inchi	83
Figura 14. Proceso de empaque	85
Figura 15. Resultado contenido de humedad harina de sachá inchi	86
Figura 16. Resultado contenido de grasa harina de sachá inchi	87
Figura 17. Contenido de proteína de la harina de sachá inchi	88
Figura 18. Estudio de vida útil	93
Figura 19. Cambio de la humedad de la harina respecto al tiempo	94
Figura 20. Cambio de la actividad del agua de la harina respecto al tiempo	95
Figura 21. Cambio del pH de la harina respecto al tiempo	96

Figura 22. Estabilidad del color de la harina respecto al tiempo	97
Figura 23. Amarillamiento de la harina de respecto al tiempo	98
Figura 24. Pesaje de los ingredientes	105
Figura 25. Coladas obtenidas	105
Figura 26. Panel sensorial público mayor de 17 años	108
Figura 27. Resultados panel sensorial público mayor de 17 años	109
Figura 28. Panel sensorial público mayor de 45 años	110
Figura 29. Resultado panel sensorial público mayor de 45 años	111
Figura 30 Efecto de la sustitución en módulo elástico y de viscosidad	113

Lista de anexos

	pág.
Apéndice A. Formato de evaluación. Panel sensorial general	142
Apéndice B. Consentimiento informado	143
Apéndice C. Formato de evaluación. Panel sensorial público mayor de 45 años.....	144
Apéndice D. Ficha técnica Torta de sachá inchi	145
Apéndice E. Ficha técnica Harina de sachá inchi	146

Resumen

La torta de sachá inchi, subproducto resultante de la extracción de aceite, por lo general es descartado o empleado en la alimentación animal. Esta investigación se realizó en el marco del proyecto oleaginosas promisorias del Sistema General de Regalías, tuvo como objetivo la obtención de harina de sachá inchi a partir de dicho residuo, y su posterior incorporación en una matriz alimentaria. La materia prima se caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente, posteriormente se estandarizó el proceso de obtención de harina, donde el acondicionamiento de la torta de sachá inchi fue a 110 °C, con el fin retirar el aceite para su posterior molienda, tamizado y empaque. Finalmente se definió la formulación de una premezcla para la elaboración de colada, sustituyendo almidón de maíz por harina de sachá inchi. Se encontró que la materia prima utilizada es un residuo con alto contenido de ácidos grasos omega 3, proteína, fibra dietaria y calcio; baja en grasa saturada y carbohidratos; su calidad microbiológica está directamente relacionada con las buenas prácticas a lo largo de la cadena agroindustrial. La harina obtenida es buena fuente de omega 3, alta en proteína, fibra dietaria, y calcio; baja en grasa saturada y carbohidratos. Puede almacenarse a 40 °C y 75 %HR, con exposición a la luz del ambiente durante 11 semanas, conservando su calidad nutricional y microbiológica. La colada elaborada puede contener una sustitución máxima del 50 % de almidón de maíz por harina de sachá inchi, porcentajes mayores afectan la consistencia del producto, presentando precipitado.

Palabras clave: Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), torta, harina, colada, proteína.

Definición del problema y justificación

En la actualidad una de las tendencias más importantes en la industria de los alimentos es el aprovechamiento de materias primas que sobresalen por sus nutrientes y que provengan de cultivos promisorios, es por ello que desde hace algún tiempo se ha presentado un incremento en la explotación del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.), especialmente en la comercialización del aceite extraído de sus semillas, pues diferentes estudios demuestran que su contenido de ácidos grasos insaturados es mayor, comparativamente con otras fuentes alimentarias reconocidas por su calidad y cantidad de dichos compuestos, además que se perfila como una materia prima que podría ser benéfica para la salud y la nutrición de las personas.

Colombia cuenta con las características agronómicas y climáticas requeridas para el cultivo de sachá inchi, factores que se han aprovechado para avanzar en su tecnificación, de allí que en el momento se está gestando una cadena agroindustrial nacional de obtención de su aceite que pueda llegar a competir con empresas del Perú, país con mayor producción y exportación actual de semilla de sachá inchi y de su aceite.

Del proceso de extracción de aceite queda como residuo una torta que actualmente está siendo empleada en la alimentación animal o desechada, influyendo negativamente en la carga ambiental y desperdiciando sus potencialidades nutricionales. En la medida que aumente la demanda del aceite de sachá inchi, se incrementará la cantidad de torta residual del proceso, que puede ascender hasta una

tonelada métrica por hectárea cultivada al año, por ello, es importante que se disponga de soluciones para su aprovechamiento, además que se le reconozca como un material con características nutritivas importantes, entre ellas se destaca el contenido proteico que está alrededor del 50 %, además algunos minerales como el calcio, hierro y fósforo. La Gobernación de Antioquia mediante el proyecto “Investigación técnico-social de las oleaginosas promisorias higuierilla y sachá inchi, con miras a su desarrollo agroindustrial, perteneciente al Sistema General de Regalías, busca el fortalecimiento de la cadena incorporando buenas prácticas sociales, agrícolas y de manufactura, y el aprovechamiento de subproductos generados en los procesos.

Para lograr una mayor explotación de este residuo y obtener subproductos de valor agregado, se contempla como opción, la obtención de harina, materia prima versátil que pudiera ser la base de múltiples preparaciones en la industria alimentaria. En este sentido, se hace necesario tener un mayor conocimiento de las características fisicoquímicas de la torta residual e identificar la influencia que las operaciones de transformación ejercen sobre el producto. Así mismo, es necesario estandarizar el proceso de producción de la harina proveniente de la torta con el fin de obtener una materia prima técnico-funcional para la industria alimentaria, una vez obtenida la harina es preciso conocer su calidad nutricional, microbiológica y toxicológica, con el fin de identificar potenciales aplicaciones alimentarias y su aporte nutricional al producto. En esta vía, se estima que el aprovechamiento del residuo podría contribuir a fundamentar la cadena productiva de la sachá inchi.

Objetivos

General

Desarrollar un producto alimenticio, empleando como ingrediente harina proveniente de torta residual de la extracción del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Específicos

- Caracterizar fisicoquímicamente la torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) producto residual de la extracción del aceite.
- Establecer el proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) a partir de la torta residual en la extracción del aceite.
- Desarrollar la formulación y el proceso de elaboración de un producto alimenticio utilizando como ingrediente harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)
- Evaluar las características nutricionales, sensoriales y microbiológicas del producto alimenticio utilizando como ingrediente harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.)

Marco referencial

En este capítulo se presentan los principales conceptos que soportan la presente investigación, desde el origen botánico del sachá inchi, los procesos de transformación a los que se somete, la obtención de torta residual y su caracterización bromatológica. También la calidad de los alimentos a nivel microbiológico, toxicológico, nutricional y sensorial, soportados principalmente, en la normatividad colombiana y el *Codex Alimentarius*.

Sachá inchi

El sachá inchi, también conocido como maní inca, maní estrella, maní de monte, N'gart, maní de bejuco o cacahuete inca (Gómez, 2005, 7) pertenece al género *Plukenetia* L., familia *Euphorbiaceae* Juss, orden *Malpighiales* Juss. Ex Bercht y J. Presl, superorden *Rosanae* Takht, subclase *Magnoliidae* Novák ex Takht y clase *Equisetopsida* C. Agardh (Linneaus, 1753, 1192). Es nativo de la selva peruana (Follegatti-Romero, Piantino, Grimaldi y Cabral, 2009, 323), también se encuentra en la Amazonía boliviana y brasilera (Aguilar Castro y Sotelo, 2008, 13) y en Colombia, especialmente en Putumayo, Caquetá (Hurtado, 2013, 15) y Antioquia (Sánchez, 2012, 80). En Perú se han registrado alrededor de 51 ecotipos (Cachique, 2006, 51), siendo *Plukenetia huayllabambana* el último reportado (Rodríguez et al., 2010, 325), sin embargo, el más conocido y cultivado es *Plukenetia volubilis* L. que crece entre los 30 y 2110 m.s.n.m. (Ruiz, Díaz, Anaya y Rojas, 2013, 30), otros autores reportan que es entre los 100 a 2000 m.s.n.m., a temperaturas entre 10 a 36 °C (Ríos et al., 2015 a,

24). En la Figura 1 se presenta la planta de sacha inchi, trepadora, la hoja presenta borde crenado y base caudada, el tallo es redondeado (Rodríguez et al., 2010, 327).

Figura 1. Planta de sacha inchi



Fuente: Ríos, Cadavid, Giraldo y Giraldo, 2015 b, 15

En la Figura 2 se presenta el fruto de sacha inchi; a) fruto de sacha inchi verde, b) fruto maduro, presenta forma estrellada, cada punta es un lóbulo, por lo general presenta de 4 a 7 lóbulos (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP], 2009, 16), c) cápsula cuadrangular con ángulos quillados, de diámetro entre 5 y 6 cm, se encuentran dentro de los lóbulos.

Figura 2. Fruto de sacha inchi



Basado en: (Ríos et al., 2015 b, 29 y 30; Ríos et al., 2015 a, 23)

Dentro de la cápsula se encuentra la semilla que se presenta en la Figura 3, la superficie puede ser lisa o rugosa, la forma puede ser entre aplanada y ligeramente aplanada, y el tamaño se encuentra entre 0,85 cm a 2,01 cm, las características dependen de las condiciones agroclimáticas del cultivo (Rodríguez et al., 2010, 327).

Figura 3. Semilla de sachá inchi



Al interior de la semilla se encuentra una almendra, Figura 4, que contiene alrededor de 50 % de aceite (Guillén, Ruiz, Cabo, Chirinos y Pascual, 2003, 755); valor superior al contenido de las semillas de soya, algodón, girasol y maní (Hamaker et al., 1992, 462). El 85 % de sus ácidos grasos son insaturados; aproximadamente 34 % de ácido linoleico y 51 % de ácido linolenico (Guillén, et al., 2003, 759), otro estudio reporta 50,8 % de ácido linolénico, 33,4 % de ácido linoleico y 9,1 % de ácido oleico (Gutiérrez, Rosada y Jiménez, 2011, 76). El valor proteico de la almendra se encuentra entre 27 % y 30 %; depende en gran medida de la eficiencia en la extracción del aceite; es rica en cisteína, tirosina, treonina y triptófano (Guillén et al., 2003, 755); y (Ruiz, et al., 2013, 34). La Organización Mundial de la Salud –OMS– recomienda que un adulto consuma aproximadamente 0,66 g/ kg al día de proteína (Organización Mundial de la

Salud [OMS], 2007, 41) e (Instituto Colombiano del Bienestar Familiar [ICBF], 1999, 6) lo que perfila al sachá inchi como una buena fuente proteica.

Figura 4. Almendra de sachá inchi



Tradicionalmente el fruto ha sido consumido por algunas poblaciones de la región Andina (Hamaker et al., 1992, 461), en preparaciones como sopas, galletas, alimentos para niños, entre otros (IIAP, 2009, 25). En Perú obtienen aceite y harina Guillén et al., 2003, 755), y los emplean en la preparación de comidas, bebidas y *snacks* como fuente de omegas 3 y 6 (Báez y Borja, 2013, 81, también se ha investigado la obtención de leche a partir de la almendra (Aire y Taipe, 2011, 97).

El sachá inchi cultivado en Colombia presenta grandes potencialidades de uso, gracias a las características nutricionales que se le han determinado, como 41,4 % de aceite, 24,7 % de proteína, 5563,5 ppm de potasio, 3210 ppm de magnesio, y 2406 ppm de calcio (Gutiérrez et al., 2011, 78), y por la adaptación identificada del cultivo (Gómez, 2005, 8 y (Sánchez, 2012, 59); gracias a lo anterior, se está promoviendo la investigación en este campo, el cultivo, la transformación y la comercialización.

El aceite obtenido a partir de la almendra de sachá inchi, ha sido catalogado como de alta calidad, por tal motivo se hizo acreedor al galardón *World Ethnic & Specialty Food Show* como el mejor del mundo en los años 2004, 2006, 2007 y 2008, lo que provocó el creciente interés de los consumidores por este producto (Calero, 2013, 32). También se destaca por el contenido de antioxidantes en su composición, lo que ha despertado interés y ha permitido un mayor conocimiento de la composición química y el contenido de omegas 3, 6 y 9 (Gutiérrez et al., 2011, 80; Sánchez, 2012, 61; Follegatti-Romero et al., 2009, 325; Guillén et al., 2003, 759), además de su composición farmacológica y toxicológica (Hamaker et al., 1992, 462; Gorriti et al., 2010, 359). En diferentes estudios se ha descrito su actividad antihipertensiva (Gorriti A. et al., 2010, 35) y su capacidad para disminuir los lípidos en sangre (Gorriti, Quispe, Cisneros, Condorhuamán y Chumpitaz, 2010, 26; Garmendia, Pando y Ronceros, 2011, 632; Huaman, et al., 2008, 266) Se resaltan los resultados obtenidos por Sánchez (2012, 116) los cuales demuestran que el aceite presenta mejor estabilidad oxidativa que los provenientes de ajonjolí y de linaza, además que contiene más omega 6 que las semillas mencionadas; también que se cataloga con capacidad antioxidante media, lo que lo convierte en un producto con un importante valor nutricional y con grandes oportunidades en el mercado de alimentos saludables.

En Perú clasifican al cultivo de sachá inchi como una especie emergente (Instituto Nacional de Salud, 2008, 28), cuya producción podría resolver los problemas de alimentación, salud, depredación de bosques, problemas de miseria y pobreza de los agricultores (Ventura, Arellano, Palomino y Ayerve, 2010, 32). Se resalta la capacidad de adaptación del cultivo en terrenos ácidos para sustitución de cultivos

ilícitos (Pascual y Mejía, 2000, 147), y con alta concentración de aluminio (Hurtado, 2013, 20; Ríos et al., 2015 a, 24) su rendimiento en campo varía según las condiciones agroecológicas entre 0,5 y 2,0 T / ha (Manco, 2006, 3), sus cualidades fisicoquímicas como contenido de ácidos grasos y proteína lo destacan en usos industriales: cosmética (Calero, 2013, 21), alimentaria (Velázquez et al., 2014, 977), ornamental, medicinal (Aguilar et al., 2008, 13) entre otros.

La torta de sachá inchi

La extracción del aceite de granos oleaginosos se realiza por aplicación de presión o por disolventes, generándose subproductos que conservan cualidades nutricionales del grano, aspecto que han corroborado diferentes autores para la torta residual de sachá inchi, y los resultados de sus investigaciones –con respecto a la base seca– se presentan en la Tabla 1, además, dependiendo del método de extracción del aceite cambia el tamaño de partícula y forma de la torta. En ocasiones los subproductos son aprovechados como insumo para la industria alimentaria o de concentrados para animales (Betancourth, 2013, 6; Mondragón, 2009, 37; Antonioli y Arfini, 2013, 22), en otros casos se considera un residuo y se desecha (Mondragón, 2009, 14).

Tabla 1. Componentes de almendra y torta de sachá inchi

Análisis	Almendra		Torta						
	a	b	a	c	d	e	f	g	h
Humedad (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cenizas (%)	2,7	3,2	4,8	5,3	5,6	-	3,2	8,7	5,93
Proteína (%)	29,6	31,4	59,0	47,0	55,2	53,5	34,3	59,1	56,63
Grasas totales (%)	49,0	45,0	7,8	26,3	5,2	31,2	37,3	6,9	19,90
Carbohidratos totales (%)	12,1	-	23,9	-	-	-	-	7,9	-
Fibra cruda (%)	6,6	3,1	4,5	5,6	5,2	-	3,2	17,3	-

Fuente: datos tomados de a: (Ruíz et al, 2013,32), b: (Hurtado, 2013, 45), c: (Vélez, 2013, 19 y 20), d: (Hurtado,2013, 62), e: (Sánchez, 2012, 90), f: (Mondragón, 2009, 77), g: (Pascual y Mejía, 2000, 159), h: (Jagersberger, 2013, 96)

Actualmente, el aceite de sachá inchi se obtiene mediante prensado en frío (Antonioli y Arfini, 2013, 30); temperaturas superiores a los 75 °C y el uso de solventes pueden alterar su calidad; los productores emplean la extrusión a 45 °C, ya que la fricción generada dentro del equipo podría incrementar la temperatura del producto y alterar compuestos de interés como el omega 3 (IIAP, 2009, 24). Como subproducto del proceso de prensado se obtiene una torta con aceite residual y rica en proteína; aproximadamente 60 % de proteína (Ruiz et al., 2013, 32; Pascual y Mejía, 2000, 159), en la Tabla 1 se observan contenidos menores, esto varía según la extracción y las condiciones agroclimáticas del cultivo. La eficiencia del proceso ha sido objeto de varios estudios, se estima que por cada tonelada de almendra procesada se obtienen 600 kg de torta (IIAP, 2009, 24); en tanto otro reporte indica que por cada kilogramo de almendra, quedan 0,75 kg de torta (Reforestación Perú SAC, 2009, 24), así como estudios a nivel industrial, indican que la torta residual, podría ascender a una tonelada métrica por hectárea cultivada al año (Chirinos et al., 2009, 24). Estos reportes indican que el rendimiento de extracción de aceite a partir de la almendra de sachá inchi varía entre un 25 % a 40 %, y que se debe abordar el aprovechamiento de la torta puesto que, al

no ser empleada en otra industria, podría convertirse en un problema medioambiental, foco de microorganismos y roedores, y su posterior descomposición podría causar contaminación del aire, el suelo y afluentes por lixiviación.

Se encontraron reportes de estudios para el aprovechamiento de la torta; lo cuales indican que en Colombia se han orientado a la obtención de concentrados para animales (Vélez, 2013, 16), en Brasil a la recuperación de los aceites ricos en omega 3 (Follegatti-Romero et al., 2009, 324), y en Canadá, Australia y Nueva Zelanda a la obtención de hidrolizados de proteína. Desde hace pocos años, en varios países, se han tenido avances en la obtención de harina, producto que aprovecha el contenido nutricional y técnico-funcional de la torta residual de sachá inchi. Es importante evidenciar que la mayoría de los estudios consultados obtuvieron tortas con un contenido proteico por encima del 40 % –datos que se presentaron en la Tabla 1–, este aspecto perfila a este subproducto agroindustrial como un producto proteico vegetal, que según el *Codex Alimentarius* (2007, 102 y 103) es aquel obtenido de materias vegetales mediante la reducción o eliminación de algunos de los principales constituyentes no proteínicos, de manera que su contenido proteico es superior al 40 %; además, con un contenido de cenizas máximo del 10 % y fibra cruda, máximo del 10 % en base seca.

Pese al alto contenido nutricional de la torta de sachá inchi, y su potencialidad en la industria alimentaria, su uso se ha visto limitado, posiblemente por su sabor amargo-astringente (Mondragón, 2009, 65), característica que la hace poco apetecible al consumidor. Este aspecto se atribuye a la presencia de factores anti-nutricionales

como, saponinas o taninos, los cuales deben removerse del producto para mejorar sus cualidades organolépticas (Ruiz et al., 2013, 35; Mondragón, 2009, 65; Salas, 2003, 193), algunos de estos factores son termolábiles (Elizalde, Porrilla y Chaparro, 2009, 51; Paulet, Aguilar y Sugahara, 2014, 370). Por lo tanto, el tratamiento térmico mejoraría la asimilación de nutrientes y las condiciones organolépticas y microbiológicas del subproducto obtenido. Además, debido a que los antinutrientes presentes en el sachá inchi son termolábiles, la proteína proveniente de esta semilla es una alternativa para los consumidores alérgicos a la soya y el maní (Paulet et al., 2014, 370).

En un estudio realizado en Perú, el contenido de taninos en la torta de sachá inchi es de $1,3 \times 10^{-5}$ % de ácido tánico y 0,423 % de saponinas, se considera que este valor no perjudica la asimilación de las proteínas, sin embargo, el contenido de saponinas es cercano al límite establecido por el mercado en 0,05 % (Mondragón, 2009, 99). Tanto Mondragón (2009, 103) como Gorriti et al. (2010, 359) indican que no hay signos de toxicidad aparente, y teniendo en cuenta la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico –OCDE–, la torta de sachá inchi se encuentra como “No clasificada”, por tal motivo puede ser empleada en la industria alimentaria. Además, tanto el contenido de taninos como el de saponinas, en la semilla de sachá inchi, es inferior a los reportados para la semilla de soya (Ruiz et al., 2013, 35).

Opciones de procesamiento

En Perú procesan la torta mediante tostado casero durante 30 minutos a temperaturas que superan los 100 °C (Reforesta Perú SAC, 2009, 7), proceso, que, según el tiempo de exposición, podría desnaturalizar los aceites residuales presentes. Con el fin de conservar en mayor proporción la calidad nutricional del alimento, es conveniente emplear tratamientos donde se controle la temperatura y tiempo de exposición, como: el secado en seco, el secado en húmedo, la esterilización y la extrusión. Diferentes autores presentan la extrusión como una operación que genera cambios físicos y químicos en la materia prima, promueve la desnaturalización de las proteínas, inactiva las enzimas, desnaturaliza sustancias tóxicas nativas en el alimento y reduce o elimina la carga microbiana (García, 2013,47; Berk, 2009, 343; Espinoza y Quispe, 2011, 122). Aunque la torta de sachá inchi presenta buena digestibilidad en pepsina 90,71 % y enzimática 86,89 % (Mondragón, 2009, 104), se considera que el proceso de extrusión puede hacerla aún más aprovechable por el organismo.

En esta investigación, se denomina proceso de acondicionamiento de la materia prima, al prensado en prensa expeller, esta operación es semejante a la extrusión con cocción, cuyo principio de operación es el tratamiento térmico de pasteurización a alta temperatura durante corto tiempo *-HTST-* por sus siglas en inglés, lo que minimiza la pérdida de nutrientes y favorece la calidad microbiana del producto obtenido (Fellows, 2007, pág. 367). En el caso de los productos ricos en proteína, que se someten a este proceso, se promueve la desnaturalización de enzimas que afectan la vida útil del producto y generan sabores desagradables por la oxidación de lípidos. Otra ventaja técnica de este tratamiento es la desnaturalización del inhibidor de tripsina, compuesto que reduce la digestibilidad de la proteína. En conclusión, el prensado en expeller

mejora la aceptación sensorial de los productos ricos en proteína, favorece su digestibilidad y permite prolongar el tiempo de almacenamiento del producto (Fellows, 2007, pág. 369).

La harina obtenida del proceso de adecuación, molido y tamizaje de la torta de sachá inchi, por sus propiedades nutricionales, podría sustituir o actuar como complemento de la soya en formulaciones para poblaciones específicas como deportistas, adultos mayores y niños, donde ésta es la principal fuente de proteína y calcio (ICBF, 2009, 8 y 9). Para obtener productos de valor agregado a partir de la torta de sachá inchi, se debe contar con tecnología de proceso apropiada, que permita reducir el contenido de grasa y garantizar la calidad del producto durante el almacenamiento, sin embargo, se reporta que desde los años 90 se tiene conciencia de esta necesidad, pero, en esta revisión no se encontraron reportes de equipos para el aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi, esto puede deberse a que aún es un cultivo poco explotado (Bacigalupo y Tapia, 2000, 114) e insuficientemente conocido; una consecuencia podría ser que, las empresas diseñadoras de maquinaria para la industria alimentaria no se interesan en suplir las necesidades de los pocos productores.

Calidad de los alimentos

El *Codex Alimentarius* define la palabra alimento como aquella sustancia, elaborada, semielaborada o bruta, que se destina al consumo humano. Incluye las bebidas, el chicle y otras sustancias que se utilizan en la fabricación, preparación o tratamiento de los alimentos, sin embargo, no incluye los cosméticos, ni las sustancias

destinadas exclusivamente al tratamiento medicinal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2005, 1).

La calidad nutricional de los alimentos está determinada tanto por la cantidad como por su composición fisicoquímica, además debe ser inocuo debe aportar nutrientes al consumidor y proporcionar compuestos biodisponibles con fines energéticos, estructurales o reguladores (Gil y Ruíz, 2010, 566).

A nivel mundial, son preocupantes los datos sobre desnutrición y hambre crónica. Desde 1996 se ha incrementado el interés internacional de garantizar la seguridad alimentaria; o sea que las personas tengan acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades alimentarias para desarrollar una vida activa y sana. En Colombia este tema es prioritario en la agenda de las políticas públicas, por tal motivo, se han fomentado los programas de restaurantes escolares y los hogares comunitarios; desde sus inicios dan prioridad a la población infantil, y de un tiempo para acá a los adultos mayores. En el departamento de Antioquia, las subregiones Urabá y Bajo Cauca son las más afectada por la carencia de seguridad alimentaria y en consecuencia la malnutrición (Ríos et al., 2015 b, 26). En el año 2002 la Gobernación de Antioquia da inicio al Plan de Mejoramiento Alimentario y Nutricional de Antioquia –MANA– que favorece a menores de 14 años y sus familias (FAO, 2015), y a diferencia de las políticas nacionales, consideradas programas asistencialistas, incentiva proyectos de sistemas productivos mediante huertas familiares, escolares y comunitarias; culturizan a la población para que no sean dependientes, brindándoles educación en buenas prácticas agrícolas y la tenencia de

la tierra, promoviendo la seguridad y soberanía alimentaria, inculcando la importancia de autoabastecerse y luego vender los remanentes de cosecha para generar nuevos ingresos (Gobernación de Antioquia, 2014; Prieto, 2015). Los proyectos dirigidos al fomento y desarrollo de las cadenas agroindustriales deberían adoptar modelos de trabajo similares a los de MANÁ, y de esta manera contribuir a la educación y seguridad alimentaria de las comunidades intervenidas.

Calidad microbiológica de los alimentos

Uno de los principales factores que afectan la salud pública es la higiene de los alimentos, especialmente en los comedores comunitarios donde la población que asiste con mayor frecuencia son los adultos mayores y los niños, considerados población "de alto riesgo" (Pérez-Silva, Belmonte y Martínez , 1998, 71). Por tal motivo se debe prestar especial atención a los alimentos formulados y desarrollados para ser incluidos en el menú de este tipo de recintos. En Colombia se identificó que un importante número de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, son, en gran parte, gracias a la deficiente manipulación y a los grandes volúmenes que se preparan en los restaurantes, servicios de alimentos escolares, bazares, entre otros (FAO y Ministerio de salud y protección social [Minsalud],2013, 34)

La calidad microbiológica de los alimentos se determina mediante pruebas específicas de conteo, cuya unidad de medida son las Unidades Formadoras de colonias –UFC–, otro tipo de prueba son las de presencia/ausencia, según el tipo de alimento que se esté evaluando se establecen límites tomando como referencia las porciones consumidas. En Colombia no se cuenta con una norma para determinar la

calidad microbiológica de la torta ni la harina de sachá inchi, por tal motivo se tomó como referencia la Norma Técnica Colombiana NTC 267 del 2007, Harina de trigo (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 2007 d), en la Tabla 2 se presentan los requisitos microbiológicos que debe cumplir este producto, además de las directrices de la norma se toman como referencia a otras normas para la realización de las pruebas, como se describe a continuación:

- NTC 4092: Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos (ICONTEC, 2009 a)
- NTC 4519: Método horizontal para la enumeración de aerobios mesófilos (ICONTEC, 2009 c)
- NTC 4132: Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras (ICONTEC, 2009 b)
- NTC 4458: Método horizontal para el recuento de Coliformes *Escherichia coli* o ambos. Técnicas de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos (ICONTEC, 2007 a)
- NTC 4574: Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp (ICONTEC, 2007 b)
- NTC 4779: Método horizontal para el recuento de Estafilococos coagulasa positiva (*Estafilococos aureus* y otras especies) (ICONTEC, 2007 c)
- NTC 4679: Método horizontal para el recuento de *Bacillus cereus* técnica de recuento de colonias (ICONTEC, 2006 b)

Tabla 2. Requisitos microbiológicos para la harina de trigo

Microorganismo	n	C	m	M
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	3	1	200 000	300 000
Recuento de <i>Escherichia coli</i> UFC/g	3	0	< 10	-
Detección de <i>Salmonella</i> /25 g	3	0	Ausencia	-
Recuento de mohos y levaduras UFC/g	3	1	3 000	5 000
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> coagulasa positiva UFC/g	3	0	< 100	-
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> UFC/g	3	1	500	1 000

en donde

n	=	número de muestras que se van a examinar
C	=	número máximo de muestras permitidas entre m y M
m	=	índice máximo permisible para indicar nivel de buena calidad
M	=	índice máximo permisible para indicar nivel calidad aceptable

Fuente: ICONTEC, 2007 d, 4

A continuación, se presenta una breve descripción de los microorganismos presentados en la Tabla 2.

Aerobios mesófilos

Grupo microbiano cuya cuantificación permite estimar de forma general la carga microbiana presente en una muestra, sin embargo, su resultado no debe considerarse como parámetro absoluto de calidad puesto que, no aporta datos concretos sobre el tipo de especies predominantes, si hay o no presencia de microorganismos patógenos o toxinas. Este recuento permite identificar si el producto fue elaborado bajo buenas prácticas de manufactura, o su incumplimiento. Por lo anterior los resultados para esta prueba deben complementarse con las pruebas específicas para los microorganismos que pueden presentarse en el alimento evaluado, valores altos son indicios de contaminación del producto, por encima de 10⁶ UFC/g, son evidencia de descomposición del alimento (Pascual y Calderón, 1999, 13). El término mesófilo, hace

referencia a su capacidad óptima de crecimiento alrededor de 35,1 °C (Da Silva et al., 2013, 60).

Coliformes totales

Subgrupo de la familia de *Enterobacteriaceae* que incluye 44 géneros y 176 especies, entre ellas las *Enterobacteriaceae* que fermentan la lactosa con la producción de gas, entre 24 y 48 horas a 35 °C. Dentro de las 20 especies que cumplen estas características, se encuentra una bacteria originada en el tracto gastrointestinal de humanos y otros animales de “sangre caliente”, la *Escherichia coli* y las especies de bacterias no entéricas de: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella* and *Serratia*, entre otras (Da Silva et al., 2013, 89).

Coliformes fecales

La denominación coliformes fecales, gradualmente se ha sustituido por el término Coliformes termotolerantes, son un subgrupo que solo incluyen los tipos capaces de fermentar lactosa en 24 horas entre 44,5 °C y 45,5 °C, y producir gases que causan inflamación. Dentro de este subgrupo se encuentran *Enterobacteriaceae* originada en el tracto gastrointestinal *Escherichia coli*, y no fecales como *Klebsiella pneumoniae*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter cloacae* y *Citrobacter freundii* (Da Silva et al., 2013, 89). La *Escherichia Coli*, pertenece a tanto a los coliformes totales y termotolerantes y su presencia es un factor de calidad en los alimentos. Crece a un pH óptimo de 6,8 (Da Silva et al., 2013, 92).

Salmonella

Este microorganismo es el principal agente de las enfermedades transmitidas por los alimentos en varias partes del mundo. En los Estados Unidos se estima que

entre dos y cuatro millones de casos de salmonelosis se producen cada año (Da Silva et al., 2013, 60).

La *Salmonella* pertenece a la familia de *Enterococcus bacteriaceae*, en forma de bastón, Gram-negativa, no formador de esporas y anaerobio facultativo oxidasa-negativas (Da Silva et al., 2013, 217). Los rangos de crecimiento varían de entre 5 °C hasta 46 °C. Las condiciones óptimas de crecimiento son; temperatura de 35 °C a 43 °C, pH de 7 a 7,5, y actividad de agua mínima de 0,94 (Da Silva et al., 2013, 221).

Se detecta principalmente en alimentos como: mezclas para apanado, salsas deshidratadas, leche en polvo, alimentos listos para consumir, productos fermentados, productos a base de carne cruda, productos de huevo en polvo o derivados de bagre, pollo y sus derivados, especialmente el arroz con pollo. La información disponible internacionalmente señala que el principal riesgo de adquirir Salmonelosis es por el consumo de huevo y productos derivados de este, en los últimos cinco años se ha observado un incremento de casos por el consumo de frutas y verduras (FAO y Minsalud, 2013, 18).

Mohos y levaduras

Los mohos son microorganismos filamentosos aeróbicos mesófilos que desarrollan gérmenes o propágulas de proliferación, estas pueden ser planas o esponjosas, también puede desarrollar colonias con estructuras fructíferas o que forman esporas (ICONTEC, 2009 b, 8), los mohos xerofílicos pueden crecer a una actividad de agua inferior o igual a 0,95 % (ICONTEC, 2009 b, 8; Da Silva et al., 2013, 68).

Las levaduras son microorganismos aeróbicos mesófilos que desarrollan colonias redondas, brillantes o mate sobre la superficie del medio, por lo general su contorno es regular y su superficie convexa (ICONTEC, 2009 b, 7). Las levaduras osmofílicas y los mohos xerofílicos pueden crecer a una actividad de agua inferior o igual a 0,95 % (ICONTEC, 2009 b, 8). Tanto los hongos como las levaduras producen antibióticos que pueden ser aprovechados en la industria farmacéutica, también producen reacciones de fermentación que se aprovechan en la industria alimentaria para la elaboración de productos como queso y yogurt. Sin embargo, pueden alterar los alimentos, especialmente los altos en azúcar, en salmuera o en frutas, se manifiestan con su crecimiento, algunos generan micotoxinas, especialmente en los alimentos de pH bajo como frutas, jugos, también en los alimentos con presión atmosférica elevada como harinas, avena, leche concentrada y productos salados, y en productos ácidos y de baja actividad de agua (Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura [IICA], 2001, 36). Las condiciones óptimas para su desarrollo se dan a pH óptimo 5, 25 °C y 28 °C. No son mesófilas de 35 °C a 37 °C, y raramente crecen en rangos termotolerantes 45 °C o fríos 5 °C (Da Silva et al., 2013, 67).

Se detectan principalmente en alimentos como chocolate, torta de mezcla, especias, semillas de frutos secos, productos lácteos, carnes rojas, carnes de aves de corral, mariscos, carnes fermentadas, productos de maíz congelados, cereales, pastas, productos de huevo, harina, ensaladas frescas envasadas, salchichas, verduras, frutas y jugos de frutas (Da Silva et al., 2013, 68).

Estafilococos aureus

Microorganismo anaerobio facultativo, sin embargo, crece mejor en condiciones aeróbicas. La subespecie *Estafilococos aureus* tiene 3 características; falta de pigmento y factor de aglutinación, la incapacidad de fermentar el manitol en condiciones anaerobias y la incapacidad para crecer a 45 °C. El rango de temperatura óptima para su desarrollo se encuentra entre 30 °C

y 40 °C, actividad de agua baja, alrededor de 0,85. Son resistentes a la inactivación gastrointestinal y otras proteasas como pepsina, tripsina, quimiotripsina, renina y papaína (Da Silva et al., 2013, 106).

Se encuentra principalmente en alimentos que contienen huevo y carnes de aves de corral, atún, pollo, papas, macarrones, productos de panadería como pasteles con crema y pasteles de chocolate; rellenos de sánduches y productos lácteos. Los alimentos con mayor riesgo son aquellos que se manejan intensamente durante su preparación o que se almacenan a temperatura ambiente después de la preparación (Da Silva et al., 2013, 108). En Colombia, los principales brotes de Intoxicación Alimentaria Estafilocócica (IAE) se presentan en el hogar e instituciones educativas (FAO y Minsalud, 2013, 34).

Bacillus cereus

La presencia de este microorganismo y/o la presencia de la espora, puede contaminar diversos alimentos incluidos lácteos, carnes, ensaladas y cereales; cabe resaltar que la producción de la toxina emética se ve favorecida por alimentos que tengan glucosa y un contenido importante de proteína (FAO y Minsalud, 2013, 16),

como arroz cocido, pasta cocida, verduras cocidas, sopas, ensaladas de verduras, brotes de semillas, postres y carnes cocidas o bien cocidas (Da Silva et al., 2013, 121).

Las enfermedades asociadas a *Bacillus cereus* incluye síndromes emético y diarreico. Alimentos que contengan, en el momento de su consumo, concentraciones superiores a 10000 UFC/g pueden causar enfermedades, que por lo general no requieren atención. médica (FAO y Minsalud, 2013, 16). Crecimiento óptimo a temperaturas entre 30 y 40 °C, pH óptimo entre 6,0 y 7,0, actividad de agua mínima de 0,93 (Da Silva et al., 2013, 120).

Calidad toxicológica de los alimentos

Otro aspecto importante dentro de la inocuidad de los alimentos es la calidad toxicológica. En los años 60's se descubrieron las aflatoxinas, y se despertó el interés en su estudio de ésta y otras micotoxinas que pudiesen afectar la salud de los consumidores. A continuación, se presenta una breve descripción de las aflatoxinas y el deoxinivalenol, micotoxinas que están normatizadas en Colombia para la harina de trigo.

Aflatoxinas

Las aflatoxinas son compuestos producidos por hongos saprofitos, se producen principalmente en cereales, maní, nueces, almendras y especias (ICONTEC, 2006a, 1), son consideradas un contaminante de los alimentos y se clasifican en; Aflatoxina B1, Aflatoxina B2, Aflatoxina G1 y Aflatoxina G2, siendo la B1 la más toxica y frecuente, por ende, sobre la cual se han estudiado más los efectos. El contenido máximo totales hace referencia a la sumatoria de las aflatoxinas anteriormente

mencionadas. En Colombia, el artículo 4 de la Resolución 4506 de 2013 por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones, indica que, el contenido de aflatoxinas totales puede ser de 15 µg / kg en maníes y otras semillas oleaginosas que vayan a someterse a un proceso físico antes del consumo humano directo, o su utilización como ingrediente en productos alimenticios. Sin embargo, para los productos transformados provenientes de semillas oleaginosas dirigidos al consumo humano, el valor máximo permitido es de 10 µg / kg (Minsalud, 2013, 4), valor que coincide con el presentado en la Norma Técnica Colombiana –NTC 3581 de 2006–, donde señalan que en caso de no cumplir el parámetro se debe rechazar el lote (ICONTEC, 2006a, 2).

Deoxinivalenol (DON)

El deoxinivalenol –DON– es una toxina perteneciente a la familia de los tricotecenos, por lo general son producidos por hongos del genero *Fusarium*, principalmente *Fusarium graminearum* y *Fusarium culmorum* (Minsalud, 2013, 3). La normatividad colombiana hace referencia a esta toxina en productos cereales, especialmente, trigo, maíz y avena. Sin embargo, también se estipula un valor máximo para productos alimenticios destinados al consumo humano cuando el consumo es directo de 750 µg / kg, para los productos de panadería, se estipula un valor máximo de 500 µg / kg, y para alimentos dirigidos a lactantes y niños hasta los 3 años de edad 200 µg / kg en base seca (Minsalud, 2013, 5 y 8). La ficha técnica para fécula de maíz indica un valor máximo de 1000 µg / kg.

Calidad nutricional de los alimentos

Los compuestos nutritivos son aquellos que pueden ser utilizados por el organismo en su metabolismo y desempeñan funciones específicas, esta categoría representa la mayor parte del alimento en base seca, incluye las proteínas, grasa, carbohidratos, minerales y vitaminas. A continuación, se presenta una breve descripción de los macronutrientes proteína, grasa y carbohidratos, que han sido definidos como aquellos componentes de los alimentos que proveen energía (ICBF, 1999, 6).

Proteína

Son polímeros de L- α aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Se denominan simples cuando están constituidas exclusivamente por aminoácidos, y compuestas cuando incluyen otros componentes como lípidos, carbohidratos, minerales, etc. (Minsalud, 2011, 5), pueden estar formadas por unos 100 a 200 aminoácidos. Los aminoácidos pueden ser no esenciales, aquellos que el organismo puede sintetizar a partir de precursores fácilmente accesibles, y esenciales, aquellos que debe consumir en la dieta, ya que no puede sintetizarlos. En la dieta humana se consideran esenciales 9 aminoácidos; histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fanilalanina, treonina, triptófano y valina (Garrido y Teijón, 2006, 203).

Las proteínas son indispensables para la formación y mantenimiento de tejidos del consumidor, también participan en el sistema inmunológico. Las fuentes de proteína pueden ser animal o vegetal, en el primer grupo se encuentran; las carnes, leches, huevos y derivados de estos. En el segundo grupo leguminosas como frijol, garbanzo y

lentejas (ICBF, 1999, 33), cereales, oleaginosas como la soya, considerada la que tiene mayor valor económico (Badui, 2013, 231) y en menor proporción las hojas verdes y las leguminosas. En la tecnología de alimentos, las propiedades de la proteína ayudan a establecer la estructura y propiedades finales del alimento (Badui, 2013, 120). Aunque algunas proteínas vegetales presentan menor valor biológico que algunas de origen animal, su aporte proteico es mayor gracias a que son de mejor asimilación en el sistema digestivo (Grupo latino editores, 2008, 21). La OMS recomienda consumir entre 40 y 60 g de proteína al día, y el ICBF (1999, 6) entre 46 y 56 g para mujeres y 51 a 66 g para hombres según la edad.

Grasa

También denominada lípidos, son sustancias constituidas especialmente por esteroides de los ácidos grasos. Este grupo incluye los triglicéridos, fosfolípidos, glicolípidos, ceras y esteroides. Son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. La grasa saturada está constituida por aquellos ácidos grasos que no presentan doble enlace en la cadena de hidrocarburos. La Resolución 333 de 2011 del Ministerio de la Protección Social, por la cual se establece el Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos para consumo humano (Minsalud, 2011, 4), define los ácidos grasos esenciales como aquellos que deben ser consumidos en la dieta, indica que son el linoleico y linolénico. El ICBF (1999, 6) recomienda que un adulto colombiano debe consumir entre 32 a 66 g al día de grasa, tomando como referencia un adieta de 2000 Calorías.

Carbohidrato

Los carbohidratos influyen directamente en el sabor y la textura de los alimentos, principalmente por el poder endulzante de los azúcares, también afectan la viscosidad y la gelificación, y estabilizan las emulsiones. A nivel nutricional, proveen los carbonos para la síntesis de triglicéridos, diversos aminoácidos y otros compuestos orgánicos. Según el grado de polimerización, se clasifican en azúcares que contienen entre uno y dos carbonos, oligosacáridos de 3 a 9 carbonos y polisacáridos cadena mayor a 9 carbonos ICBF (1999, 15) En Colombia un adulto debe consumir entre 280 y 380 g de carbohidratos al día en una dieta de 2000 calorías ICBF (1999, 9). Los carbohidratos totales incluyen los mono, di, oligo y polisacáridos, además de los polialcoholes presentes en el alimento. Para efecto de etiquetado, los carbohidratos disponibles excluyen la fibra dietaria y los polialcoholes (Minsalud, 2011, 3).

Calidad sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial de productos alimentarios cuenta con el ser humano como el evaluador, por tal motivo está estrechamente relacionada con las ciencias conductuales y sociales. Las primeras aplicaciones prácticas de la investigación organoléptica, como se denominó en sus inicios, se realizó con lácteos y carne. Las técnicas de evaluación desarrolladas sirvieron para determinar la preferencia de los consumidores frente a diferentes productos agrícolas. Entre las décadas de los 40' y 50'; el Instituto de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos conformó un equipo integrado por psicólogos y tecnólogos en alimentos para el desarrollo de métodos confiables y validos de discriminación, y técnicas de medición afectivas. Paralelamente,

en Europa, se desarrolló el análisis multivariado para examinar la relación entre parámetros sensoriales, físicos y químicos (Hernández, 2007, 2).

Actualmente existen varias clasificaciones de las pruebas sensoriales, según el tipo de panelista y del objetivo. De la segunda clasificación se derivan las pruebas afectivas cuyo fin es seleccionar, clasificar o calificar las muestras; en estas se miden las actitudes subjetivas, tales como, la aceptación de un producto y la preferencia. Generalmente los panelistas son los consumidores habituales de los productos, en los estudios de campo con un público general, se debe contar con un panel conformado entre 75 a 200 participantes (Hernández, 2007, 4).

Dentro de las pruebas afectivas cuantitativas, se encuentran las pruebas de aceptación que emplean escalas hedónicas; la escala más utilizada es la de 9 puntos, sin embargo, en algunos casos se considera conveniente reducir la escala a 7 o 5 puntos, pues se debe contar con una escala impar que presente igual cantidad de calificativos positivos y negativos y uno neutro (Hernández, 2007, 116 a 18).

La evaluación sensorial de los alimentos se complementa con pruebas físicas como la colorimetría; ciencia que estudia la medida de los colores y desarrolla métodos para la cuantificación del color. La *Commission Internationale de l'Eclairage* –CIE–, se ha interesado en desarrollar modelos para la cuantificación del color, entre ellos el denominado CIELab, que consta de tres coordenadas; la luminosidad –L– que va de blanco a negro, la a^* que va de verde a rojo, y la b que va de azul a amarillo (Artigas, Capilla y Pujol, 2002, 23-24). Otra ciencia que se aplica en la industria alimenticia es la reología, la cual estudia la deformación y el flujo de los alimentos, los fluidos pueden

variar desde viscoso Newtoniano hasta sólido elástico de Hooke (Ramírez Navas, 2006, 27). Las pruebas reológicas observan el comportamiento del material sometido a diferentes deformaciones; algunas de las propiedades evaluadas son el módulo elástico – G' –, módulo visco elástico – G'' –, en función de la frecuencia angular – ω – (Ahmed , Al-Foudari, Al-Salman y Almusallam, 2014, 50).

Tablas nutricionales y fichas técnicas

Las fichas técnicas alimentarias son documentos que contienen los parámetros básicos de calidad fisicoquímica y microbiológica, que debe cumplir el alimento para no afectar la salud del consumidor, su cumplimiento busca asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos, y de esta forma facilitar el comercio internacional *Codex Alimentarius* (2007, VII), además que facilita la identificación de productos estandarizados y provee información valiosa al usuario y al consumidor. Se proponen versiones preliminares de las fichas técnicas para la torta y la harina de sachá inchi, teniendo en cuenta los resultados obtenidos a nivel de laboratorio. En el caso de la torta, es importante garantizar que la materia prima que será sometida a los procesos de transformación para la obtención de harina sea inocua, especialmente que esté libre de solventes y microorganismos perjudiciales para el consumidor, además, debe tener propiedades fisicoquímicas similares a las de la materia prima evaluada en esta investigación, entre ellas el contenido de aceite y el tamaño de partícula. La ficha técnica de la harina relaciona los parámetros de calidad fisicoquímica y las condiciones de almacenamiento de la harina de torta de sachá inchi que permitan conservar la inocuidad, aprovechar la calidad nutricional que proporciona este producto y garantizar que cumpla con la vida útil establecida.

Calidad del alimento en el tiempo

La calidad del alimento en el tiempo, conocida en la industria de alimentos como vida útil o vida media, corresponde al periodo de tiempo durante el cual, se conservan aceptables los parámetros de calidad mínimos establecidos para el consumo del producto entre ellos sensoriales, nutricionales y microbiológicos (Bello, 2000, 284; Carrillo y Reyes, 2013, 2). En la actualidad este concepto ha cobrado gran importancia, debido a que el consumidor se preocupa por cuidar su salud y en consecuencia toma medidas para minimizar el riesgo de contraer enfermedades transmitidas por alimentos (Carrillo y Reyes, 2013, 1).

El tiempo de vida útil del alimento depende de varios factores; como la naturaleza fisicoquímica del producto -humedad, pH, Aw, contenido nutricional, etc.-y las condiciones de almacenamiento -material de empaque, temperatura y humedad relativa del ambiente, etc.-, transporte, distribución, manipulación, entre otros (Bello, 2000, 285; Carrillo y Reyes, 2013, 4).

El deterioro de los alimentos puede manifestarse mediante los cambios fisicoquímicos perceptibles a nivel sensorial -color, olor, sabor, etc.-, en ocasiones también se presentan cambios imperceptibles por el consumidor y estos son de especial atención ya que son causados por microorganismos y podrían afectar su salud. Por tal motivo, durante el desarrollo de productos alimenticios es importante definir parámetros de calidad fisicoquímica -humedad, pH, Aw, entre otros- que permitan garantizar la calidad microbiológica de los alimentos, y en consecuencia preservar la calidad sensorial de los mismos. Es importante identificar la naturaleza del

alimento y garantizar su almacenamiento bajo condiciones propicias que eviten la acción microbiana, la proliferación de microorganismos y la desnaturalización de nutrientes. Para ello es importante seguir los lineamientos dados por organismos internacionales como el *Codex Alimentarius* y la legislación del país donde se comercializará el producto.

Harina

La Real Academia de la Lengua Española –RAE–, define la harina como el polvo resultante de la molienda de una semilla (Real Academia Española[RAE], 2014), el *Codex Alimentarius* también reconoce como harinas productos obtenidos a partir de tubérculos como la yuca. Además, especifica como factores de calidad, la inocuidad del alimento y aspectos organolépticos, también parámetros fisicoquímicos que dependen de la naturaleza del producto –materia prima de origen– entre ellos el contenido de proteína, fibra, cenizas, y humedad, cuyo límite superior se establece teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la región y se encuentran reportes de 15 % (Codex Alimentarius, 2007, 27) como valor máximo, otro factor de calidad que está ampliamente relacionado con el proceso de obtención del producto es el tamaño de partícula, que la clasifica como gruesa o fina. La harina más común en el mercado y más empleada en la industria de alimentos es la de trigo, por tal motivo ha sido ampliamente estudiada y se ha normalizado su producción, comercialización, etc. En Colombia la harina de trigo para consumo humano o para ser empleada como ingrediente en la elaboración de otros productos alimenticios, está normalizada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas –ICONTEC– bajo la Norma Técnica

Colombiana –NTC– 267 (ICONTEC, 2007 d, 1 a 9), la cual referencia a otras normas para la realización de pruebas fisicoquímicas, microbiológicas entre otras.

Otro cereal comúnmente empleado para la obtención de harinas es el maíz, y se puede encontrar harina integral, harina y sémola de maíz sin germen, también el almidón que se obtiene mediante la molienda en húmedo de los granos de maíz y posteriormente se seca. El almidón de maíz es empleado en la industria y en preparaciones tradicionales como almojábanas, panes, natillas, coladas entre otros (Suárez, 2003, 39).

La industria de alimentos debe formular y desarrollar productos innovadores que satisfagan las expectativas y los requerimientos del público al cual van dirigidos; contar con características sensoriales atractivas, ser saludables y contribuir a la buena nutrición de la población, ya que el consumidor cada día está más atento a su autocuidado y busca productos que le provean salud, bienestar y placer (Viadel, 2016, 2 y 3), además de estar dentro de su poder adquisitivo y sin dejar de lado la normatividad para garantizar la inocuidad del alimento. Una opción de innovación es la diversificación de productos tradicionales, mediante la inclusión de harinas regionales en las formulaciones con el objetivo de brindar alimentos de alto valor nutritivo (Ruiz, 2015, 1).

Colada

La colada es un alimento tradicional elaborado a partir del maíz, en América Latina se consumía tradicionalmente en fiestas y rituales o ceremonias (Moya, 1995, 86; Benavides, 2003, 50; Rhoades, 2006, 252). En Colombia, actualmente se

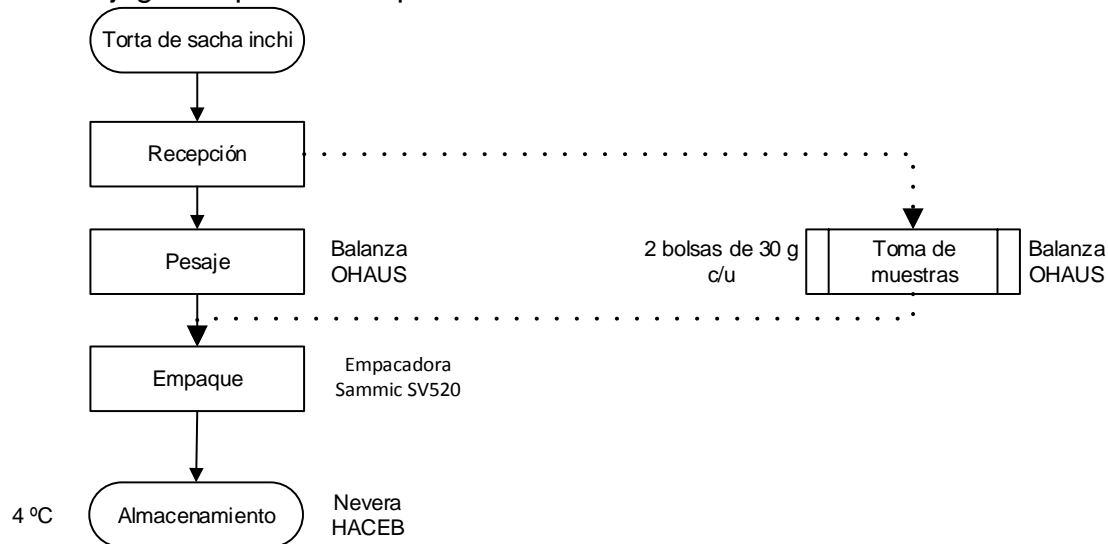
comercializan premezclas, en ocasiones saborizadas, para la elaboración de colada producto que se consume como postre o modificador de leche, según la imagen del producto se considera que su público objetivo son niños (Marca MAIZENA, 2015). A nivel internacional este producto se podría denominar como una papilla, definida por la –RAE– como comida de consistencia de pasta fina y espesa, destinada al consumo infantil y de enfermos (RAE, 2015), otra fuente la define como puré elaborado con cereales y leche, en idioma anglosajón podría denominarse *porridge* (Wordreference, 2015). En la literatura consultada, no se encontró normatividad para las coladas por parte del *Codex Alimentarius*, sin embargo, en Julio de 2013, este organismo, discutió acerca de la importancia de definir apropiadamente a este tipo de productos, con el fin de regular sus factores de calidad, etiquetado y uso del producto (Codex Alimentarius, 2013,2). Las coladas son consideradas una pasta a temperatura ambiente, tipo de producto con dispersión de partículas sólidas grandes, al igual que la mayonesa, la mantequilla y la crema de dientes (Houwink y de Derecker, 1971, 445), por lo anterior a las coladas podría aplicarse el modelo de Bingham o el modelo de Herschel-Bucley, es decir, considerarse como un fluido pseudopástico, dilatante o con esfuerzo umbral (Quintáns, 2008,33 y 34).

Diseño metodológico

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana en Medellín, a condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa. La experimentación se realizó en tres etapas: a) caracterización de la torta de sachá inchi –materia prima–, b) obtención de harina a partir de la torta residual de sachá inchi y su caracterización fisicoquímica y microbiológica, y c) obtención y caracterización de una premezcla empleando la harina obtenida, como ingrediente sustituto del almidón de maíz.

Metodología primera etapa

En la Figura 5 se presentan el proceso para el acondicionamiento y disposición de la torta de sachá inchi para realizar la caracterización fisicoquímica y microbiológica de dicha materia prima. En esta etapa también se presentan las metodologías empleadas para la elaboración de la tabla nutricional y la ficha técnica correspondientes a esta materia prima.

Figura 5. Flujograma primera etapa

Material

Torta de sachá inchi (*Plukenieta volubilis* L.) residuo proveniente del proceso de extracción del aceite por prensado en expeller, suministrada por un proveedor de la ciudad de Medellín.

Métodos

Se tomaron muestras de torta de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y se le evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica mediante los métodos AOAC, AOCS., ISO y NTC. Con los resultados obtenidos se elaboró la tabla nutricional y la ficha técnica correspondientes.

Análisis fisicoquímico

A continuación, se describen los métodos empleados por el Grupo de Investigaciones Agroindustriales –GRAIN– de la Universidad Pontificia Bolivariana para la determinación del contenido de humedad, contenido de grasa y contenido de proteína, de la torta residual de sachá inchi. Cada uno de estos análisis contó con tres repeticiones.

Contenido de humedad

El contenido de humedad se determinó utilizando el método gravimétrico AOAC 934.01/05 (2005) modificado, se pesaron $2,000 \pm 0,500$ g de muestra en cápsulas de porcelana previamente taradas durante 30 minutos a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ y enfriadas en desecador por 15 minutos. Las cápsulas con las muestras fueron transferidas a una estufa de secado por convección natural hasta que alcanzaran peso constante a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$.

El porcentaje de humedad, se calculó por diferencias de pesos, utilizando la Ecuación 1

$$\% \textit{Humedad} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100 \quad (1)$$

Donde:

W_1 : peso de la muestra húmeda (g)

W_2 : peso de la muestra seca (g).

Contenido de grasa

El contenido de grasa se determinó empleando el método Randall estandarizado en el laboratorio del Centro de Estudios y de Investigación en Biotecnología – CIBIOT – de la Universidad Pontificia Bolivariana. Antes de iniciar la prueba se debe conocer el peso seco de los vasos de precipitado del equipo. Se pesó $1,000 \pm 0,500$ g de muestra, y se llevó al equipo Randall para iniciar el análisis. Durante 60 minutos, la muestra se sometió a inmersión en n- hexano –grado analítico–, posteriormente el equipo realizó

un lavado durante 60 minutos y finalmente se hace la recuperación de solvente por un tiempo entre 45 a 90 minutos. Al finalizar se dejaron enfriar los vasos de precipitado y se calculó el contenido de grasa por la diferencia de peso.

El porcentaje de grasa, se calculó por diferencias de pesos, utilizando la Ecuación 2

$$\% \textit{Grasa} = \frac{W_1 - W_2}{W_m} * 100 \quad (2)$$

Donde:

W_1 : peso inicial del vaso (g)

W_2 : peso final del vaso (g)

W_m : peso de la muestra (g)

Contenido de proteína

El contenido de proteína se determinó mediante el método Kjeldahl estandarizado en el GRAIN de la Universidad Pontificia Bolivariana. Se pesó $1,000 \pm 0,050$ g de torta, luego se sometió a digestión con ácido sulfúrico y tabletas catalizadoras, posteriormente se realizó la destilación y finalmente la titulación con ácido clorhídrico, el volumen de ácido consumido en la titulación permitió calcular el contenido de nitrógeno presente en la muestra, como se presenta en la Ecuación 3.

$$\% \text{ *Nitrógeno* } = \frac{\text{HCl consumido (l)} * M (\text{molaridad del HCl}) * 14 * 100}{\text{peso de la muestra (g)}} \quad (3)$$

Una vez realizadas las pruebas de humedad, contenido de grasa y contenido de proteína, se analizaron los datos para corroborar la calidad fisicoquímica de la materia prima suministrada por el proveedor. Posteriormente, se realizaron las pruebas que se presentan en la Tabla 3, los cuales se utilizaron en la elaboración de la tabla nutricional y ficha técnica de la torta de sachá inchi.

Tabla 3. Análisis fisicoquímicos realizados a la torta

Análisis fisicoquímico	Método
Humedad	A.O.A.C. 934.01 Ed. 19 Modificado
Calorías	Cálculos a partir de la grasa, proteína y carbohidratos
Carbohidratos	Cálculo por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos
Cenizas	A.O.A.C. 923.03 Ed. 19
Grasa total	A.O.A.C 920.39 Ed. 19 Modificado
Proteína	A.O.A.C. 988.05 Ed. 19
Fibra cruda	A.O.A.C. 962.09 Ed. 19
Fibra dietaria insoluble	A.O.A.C. 991.42 Ed. 19
Fibra dietaria soluble	A.O.A.C. 993.19 Ed. 19
Fibra dietaria total	A.O.A.C. 993.19(Cálculos) Ed. 19
DHA	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
EPA	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa insaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa monoinsaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa poliinsaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa saturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa total	A.O.A.C. 920.39 Ed. 19 Modificado
Grasas Cis	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa Trans	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 3	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 6	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 9	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Calcio	A.O.A.C. 984.27. Ed. 19
Fósforo	A.O.A.C.931.01 Ed. 19 Modificado
Zinc	ISO 6869
Acidez en grasa extraída	NTC 218
Digestibilidad en pepsina	NTC 719
Solubilidad en KOH	NTC 3682/3716
Proteínas solubles	NTC 3682/3716
Inhibidores de tripsina	ISO 14902
pH	A.O.A.C. 994.18

Análisis microbiológico

Una vez realizadas las pruebas fisicoquímicas, se procedió a evaluar la inocuidad de la materia prima, mediante pruebas microbiológicas y de determinación de micotoxinas. Las pruebas realizadas, se seleccionaron teniendo en cuenta los lineamientos de la normatividad colombiana para harina de trigo (ICONTEC, 2007 d, 4), por ser ampliamente comercializada en el país. Aunque la norma no exige la prueba deoxinivalenol, si informa que es una toxina que se presenta por contaminación durante el almacenamiento en poscosecha. En la Tabla 4, se presentan los métodos empleados.

Tabla 4. Análisis microbiológicos y de micotoxinas

Análisis	Método
Recuento de aeróbios mesófilos	NTC 4519
Recuento de coliformes totales	NTC 4458
Recuento de coliformes fecales	NTC 4458
Detección de <i>Salmonella</i>	NTC 4574
Recuento de hongos filamentosos	NTC 4132
Recuento de levaduras	NTC 4132
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> coagulasa positiva	NTC 4779
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	NTC 4679
Aflatoxinas totales	IN-GS-3,404
Deoxinivalenol (DON)	IN-GS-3,404

Elaboración de tabla nutricional de la torta de sachá inchi

La tabla nutricional de la torta de sachá inchi proveniente del proceso de extracción de aceite por prensado, se realizó con los datos obtenidos y presentados en la Tabla 3, se tomó como base los lineamientos descritos en la Resolución 333 de 2011 para el formato vertical estándar que se divide en 5 segmentos (Minsalud, 2011, 41):

- a. “Información Nutricional”, “Tamaño por porción” y “Porciones por envase”
- b. “Cantidad por porción”, “Calorías” y “Calorías de la grasa”.
- c. “Nombre del nutriente”, cantidad del peso del nutriente (expresado en gramos o miligramos) y “Valor diario”, porcentaje aportado por el nutriente en una dieta de 2000 calorías.
- d. Información sobre vitaminas y minerales, excepto sodio y potasio, y declaración de que los porcentajes de valores diarios están basados en un adieta diaria de 2000 calorías.
- e. Tabla de valores de referencia para grasa total, grasa saturada, colesterol, sodio, carbohidratos totales y fibra dietaria, para una dieta de 2000 calorías y

2500 calorías, y la equivalencia calórica por gramo de grasa, carbohidratos y proteína.

Elaboración de ficha técnica de la torta de sachá inchi

La ficha técnica de la torta residual de sachá inchi proveniente de la obtención de aceite por prensado, se construyó tomando como guía este tipo de documentos difundidos por el ICBF y el *Codex Alimentarius*, y los datos obtenidos en esta investigación para los análisis presentados en la Tabla 3 y la Tabla 4.

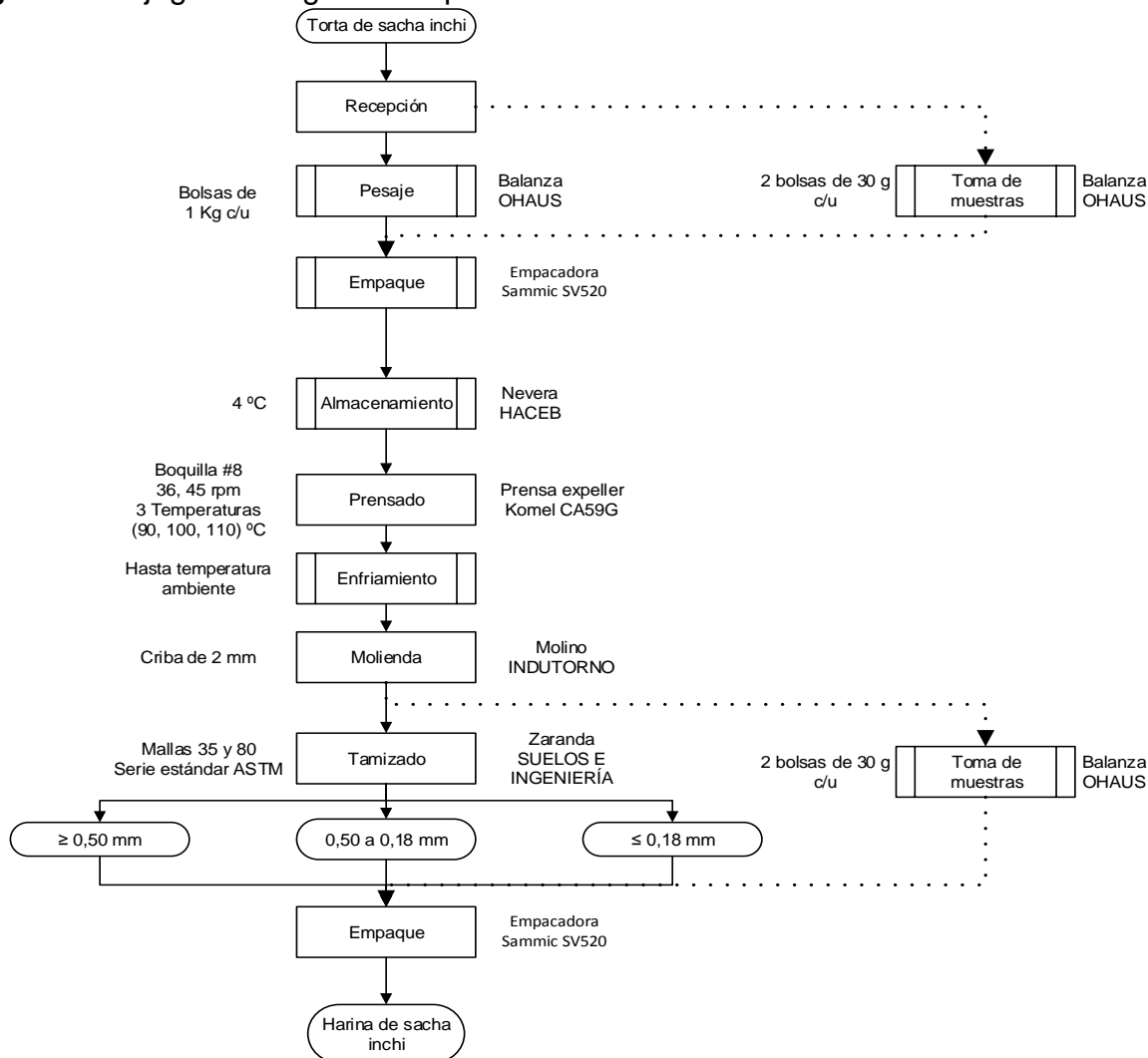
Metodología segunda etapa

En este ítem se presentan las metodologías empleadas para la obtención de harina a partir de la torta residual de sachá inchi a escala de laboratorio y su caracterización fisicoquímica y microbiológica. Así mismo, se describe el estudio de estabilidad de la harina obtenida. Finalmente, los métodos empleados para la elaboración de la tabla nutricional y la ficha técnica correspondientes.

Obtención de harina de sachá inchi a partir de la torta residual

En la Figura 6 se presenta el flujograma para obtención de harina a partir de la torta de sachá inchi (*Plukenieta volubilis* L.) proveniente del proceso de extracción del aceite por prensado en expeller, suministrada por un proveedor de la ciudad de Medellín, previamente caracterizada según lo descrito en el ítem Metodología primera etapa.

Figura 6. Flujoograma segunda etapa



Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, la caracterización de la materia prima y el producto deseado, se estableció que el proceso de obtención de harina de sachá inchi, a partir de la torta residual, debía constar de cuatro –4– operaciones unitarias; acondicionamiento de materia prima, molienda, tamizado y empaque. Debido a que el proceso de acondicionamiento de la materia prima en prensa expeller podría ejercer cambios fisicoquímicos en el producto obtenido, se decidió evaluar el efecto de la temperatura de operación en prensa expeller sobre las propiedades fisicoquímicas humedad, grasa y proteína. Además, las variables del proceso; rendimiento y flujo en la

operación de acondicionamiento y el rendimiento en el proceso de tamizado. El diseño experimental se presenta en la Tabla 5; constó de tres –3– tratamientos que tienen como variable la temperatura de operación; A₁ a 90 °C, A₂ a 100 °C y A₃ a 110 °C, como variables fijas se mantuvieron la boquilla de salida con 8 mm de diámetro y la velocidad de prensado a 36,450 ± 0,495 rpm.

Tabla 5. Diseño experimental segunda etapa

Factor	Niveles	Variables respuesta	Factores fijos
		Fisicoquímicas	
		■ % Humedad	
	3 niveles	■ % Grasa	
Temperatura de operación en prensa expeller	■ 90 °C	■ % Proteína	Boquilla de 8 mm de diámetro
	■ 100 °C	Del proceso	Velocidad del tornillo 36,450 ± 0,495 rpm
	■ 110 °C	■ % Rendimiento	
		■ % Flujo	
		■ Granulometría	

Acondicionamiento de la materia prima

En un estudio realizado en Perú se evaluó el proceso de tostado de la semilla de sachá inchi a 150 °C por 30 segundos, y el secado a 60 °C durante 4 horas –semilla y torta–, ambos tratamientos disminuyen los inhibidores de tripsina (Paulet et al., 2014, 371).

En el presente estudio se evaluaron preliminarmente temperaturas entre los 60 °C y 120 °C, con resultados adversos, el producto se quemó al ser procesado a

120 °C, en tanto que a temperaturas de 60 °C, 70 °C y 80 °C, de interés con el fin de conservar los ácidos grasos, se presentaron atascamientos en el equipo, no permitiendo obtener cantidades representativas de producto para las pruebas, al considerar el escalamiento con estas temperaturas el proceso sería inviable. Por lo anterior, las temperaturas definidas para el acondicionamiento de la materia prima en el expeller, marca Komet CA59G, van desde los 90 °C hasta los 110 °C.

Molienda

El producto prensado se sometió a reducción de tamaño en un molino de cuchillas marca Indutorno, empleando una criba de 2,0 mm de apertura.

Tamizado

El producto prensado y molido se sometió a tamizado en una zaranda marca SUELOS e ING, con el fin de obtener un tamaño de partícula homogéneo. Este procedimiento se realizó empleando las mallas # 35 y # 80 de la serie estándar ASTM, las cuales se seleccionaron teniendo en cuenta; la literatura consultada (Codex Alimentarius, 2007), la capacidad instalada y resultados previos a la investigación. Por lo anterior, se denominó harina gruesa: mínimo el 100 % de la harina pasa a través de un tamiz en el cual la dimensión de los orificios de la malla sea de 0,500 mm de diámetro y queda retenida en un tamiz en el cual la dimensión de los orificios de la malla sea de 0,18 mm, y harina fina: mínimo el 100 % de la harina pasa a través de un tamiz en el cual la dimensión de los orificios de la malla sea de 0,18 mm.

Empaque

Se realizó el pesaje del producto en una balanza digital marca OHAUS®, la harina se depositó en el material de empaque y posteriormente fue sellado utilizando

una empacadora al vacío marca Sammic SV520. Durante esta operación se tomaron muestras de la harina, se empacaron al vacío y se conservaron a temperatura de refrigeración para su posterior análisis fisicoquímico y microbiológico.

Caracterización fisicoquímica de la harina de sachá inchi obtenida bajo tres tratamientos

Una vez obtenida la harina resultante de cada uno de los tres tratamientos, se tomaron muestras del producto y se analizó el contenido de humedad, grasa y proteína. Los métodos empleados están descritos en el ítem *Análisis fisicoquímico* en la primera etapa. Posteriormente se analizaron los datos con el fin de seleccionar un tratamiento para la obtención de harina, teniendo como criterio la calidad nutricional del alimento y parámetros propicios para su conservación en almacenamiento.

Análisis estadístico

En cada experimento se aplicaron 3 tratamientos con tres repeticiones, a los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza –ANOVA– con un nivel de confianza del 95 %, usando el programa Statgraphics Centurion XV. Donde se encontró diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, por lo tanto, se aplicó la prueba de Tukey para identificar entre que tratamientos se presentó la diferencia.

Caracterización a la harina de sachá inchi obtenida mediante un proceso seleccionado

Una vez seleccionado el método para acondicionamiento de materia prima, mediante el análisis estadístico descrito en el ítem *Análisis estadístico*, se procedió a caracterizar fisicoquímica, microbiológica y toxicológicamente el producto obtenido. Para ello se emplearon los métodos establecidos en la Tabla 4 y en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis fisicoquímicos realizados a la harina

Análisis fisicoquímico	Método
Humedad	A.O.A.C. 934.01 Ed. 19 Modificado
Calorías	Cálculos a partir de la grasa, proteína y carbohidratos
Carbohidratos	Cálculo por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos
Cenizas	A.O.A.C. 923.03 Ed. 19
Grasa total	A.O.A.C 920.39 Ed. 19 Modificado
Proteína	A.O.A.C. 988.05 Ed. 19
Fibra cruda	A.O.A.C. 962.09 Ed. 19
Fibra dietaria insoluble	A.O.A.C. 991.42 Ed. 19
Fibra dietaria soluble	A.O.A.C. 993.19 Ed. 19
Fibra dietaria total	A.O.A.C. 993.19(Cálculos) Ed. 19
DHA	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
EPA	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa insaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa monoinsaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa poliinsaturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa saturada	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa total	A.O.A.C. 920.39 Ed. 19 Modificado
Grasas Cis	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Grasa Trans	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 3	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 6	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Omega 9	A.O.C.S. official methods Ce 1c 89. Edition 2003 Modificado
Calcio	A.O.A.C. 984.27. Ed. 19
Fósforo	A.O.A.C.931.01 Ed. 19 Modificado
Zinc	ISO 6869

Análisis fisicoquímico a la harina de sachu inchi en el tiempo

Se realizaron muestreos semanales por triplicado a las muestras sometidas al estudio de estabilidad en la cámara climática marca BINDER, con las luces encendidas, a 40 °C y 75 % de humedad relativa, y se evaluaron las propiedades fisicoquímicas –humedad, actividad del agua, pH y color– mediante las metodologías AOAC. e ISO, como se describe a continuación:

Contenido de humedad

Se realizó conforme a lo descrito en el ítem *Análisis fisicoquímico* de la primera etapa.

pH

El pH se determinó mediante lectura directa con un potenciómetro marca SI Analytics modelo Lab 850. La preparación de la muestra se realizó conforme a lo descrito en la metodología AOAC 994.18 (1996).

Aw

La actividad del agua –Aw– se determinó mediante lectura directa con un indicador de actividad de agua portátil marca Rotronic, conforme a lo descrito en la metodología AOAC 978.18 (2005).

Color

El color se determinó mediante lectura directa con un colorímetro marca X rite; se depositaron aproximadamente 10 g de harina sobre una superficie plana, posteriormente se cubrió con un vidrio plano transparente para garantizar la uniformidad en el área de medida y luego se escaneo la muestra (Contreras, 2009, 41). Con las coordenadas – L^* , a^* y b^* – medidas, se calculó el cambio de color – ΔC – mediante la Ecuación 4 y el amarillamiento – FCI – mediante la Ecuación 5.

$$\Delta C = \sqrt{(L_n^* - L_0^*)^2 + (a_n^* - a_0^*)^2 + (b_n^* - b_0^*)^2} \quad (3)$$

Donde:

ΔC : cambio de color

L_n^* y L_0^* : Luminosidad en el tiempo n y luminosidad en el tiempo inicial

a_n^* y a_0^* : coordenada a^* en el tiempo n y coordenada a^* en el tiempo inicial

b_n^* y b_0^* : coordenada b^* en el tiempo n y coordenada b^* en el tiempo inicial

$$FCI = L^* - b^* \quad (4)$$

Donde:

FCI: Índice de Color de la Harina (Siglas en inglés)

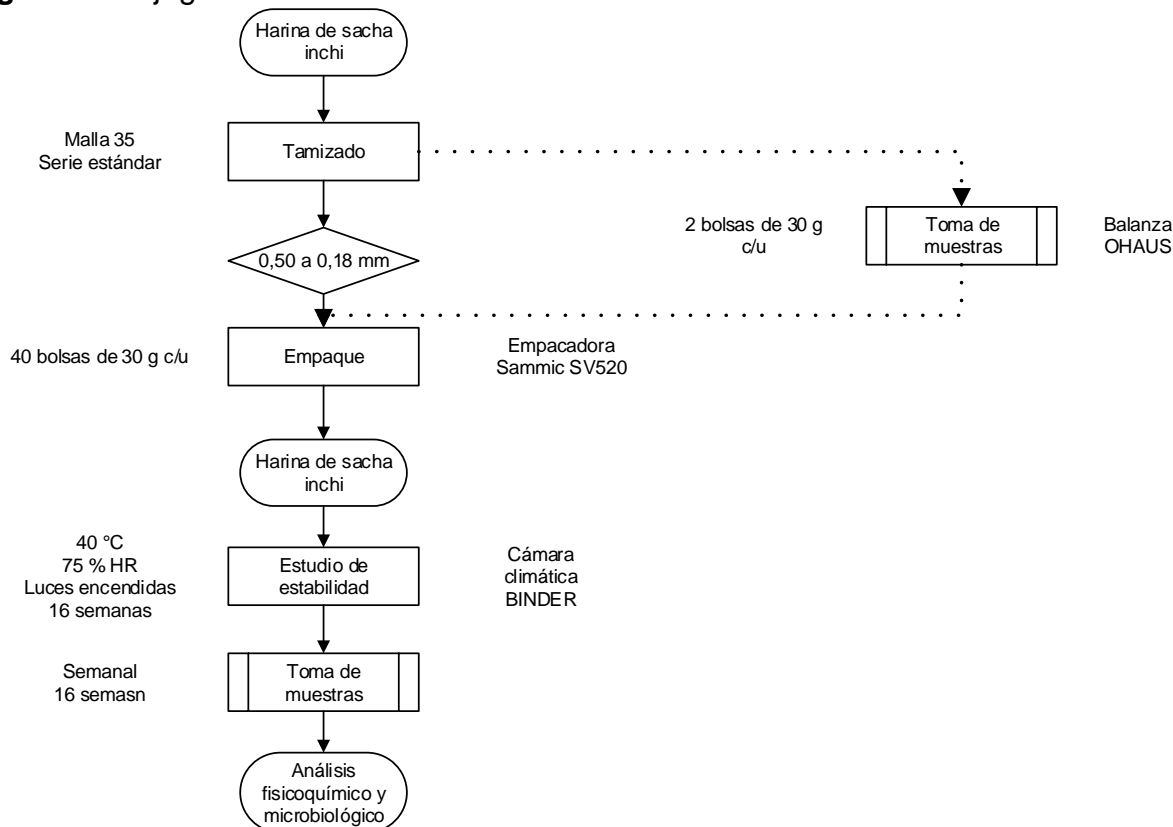
L^* : Luminosidad

b^* : coordenada b^*

Estudio de estabilidad a la harina de sachá inchi obtenida mediante un proceso seleccionado

En la Figura 7 se presenta el flujograma que describe la metodología empleada para evaluar el tiempo de vida útil a nivel microbiológico de la harina de sachá inchi obtenida mediante un tratamiento seleccionado para acondicionar la torta de sachá inchi –materia prima– luego de realizar las pruebas y análisis descritos en el ítem Caracterización fisicoquímica de la harina de sachá inchi.

Figura 7. Flujoograma estudio de estabilidad



Se empaclaron muestras de $30 \pm 0,500$ g de harina de sachá inchi en bolsas de polietileno de baja densidad de calibre 0,79 milésimas -inferior a 20 micras-, con una previamente pesadas en una balanza marca OHAUS®, y posteriormente se sellaron con una empacadora al vacío marca Sammic SV520.

Las condiciones de almacenamiento en la cámara climática, se definieron teniendo como restricción las condiciones extremas de operación de la cámara climática marca BINDER, se tomaron como parámetros para la experimentación; luces encendidas –lámpara fluorescente que emite luz blanca fría –, temperatura de operación 40 °C y 75% de humedad relativa, la permeabilidad del empaque empleado a dicha temperatura se calculó empleando la fórmula presentada por Wood Adams

(2006, 12), y es de $126 \times 10^{-13} \text{ cm}^2 \times \text{S}^{-1} \times \text{Pa}^{-1}$ para el agua y $5,02 \times 10^{-13} \text{ cm}^2 \times \text{S}^{-1} \times \text{Pa}^{-1}$ para el oxígeno. Se realizaron muestreos para evaluar el cambio de las propiedades fisicoquímicas relacionadas con la calidad microbiológica, tal como se describe a continuación.

Análisis microbiológico a la harina de sachá inchi en el tiempo

Se realizaron muestreos mensuales, por triplicado a las muestras sometidas al estudio de estabilidad en la cámara climática marca BINDER, con las luces encendidas, a 40 °C y 75 % de humedad relativa, y se evaluó la calidad microbiológica conforme a lo descrito en el ítem *Análisis microbiológico* de la primera etapa.

Elaboración de tabla nutricional de la harina de sachá inchi

La tabla nutricional de la harina de sachá inchi, se realizó con los datos obtenidos en esta investigación para los análisis presentados en la Tabla 6, se tomó como base los lineamientos descritos en la Resolución 333 de 2011 (Minsalud, 2011) presentados en el ítem *Elaboración de tabla nutricional de la torta de sachá inchi* descrita en la primera etapa.

Elaboración de ficha técnica de la harina de sachá inchi

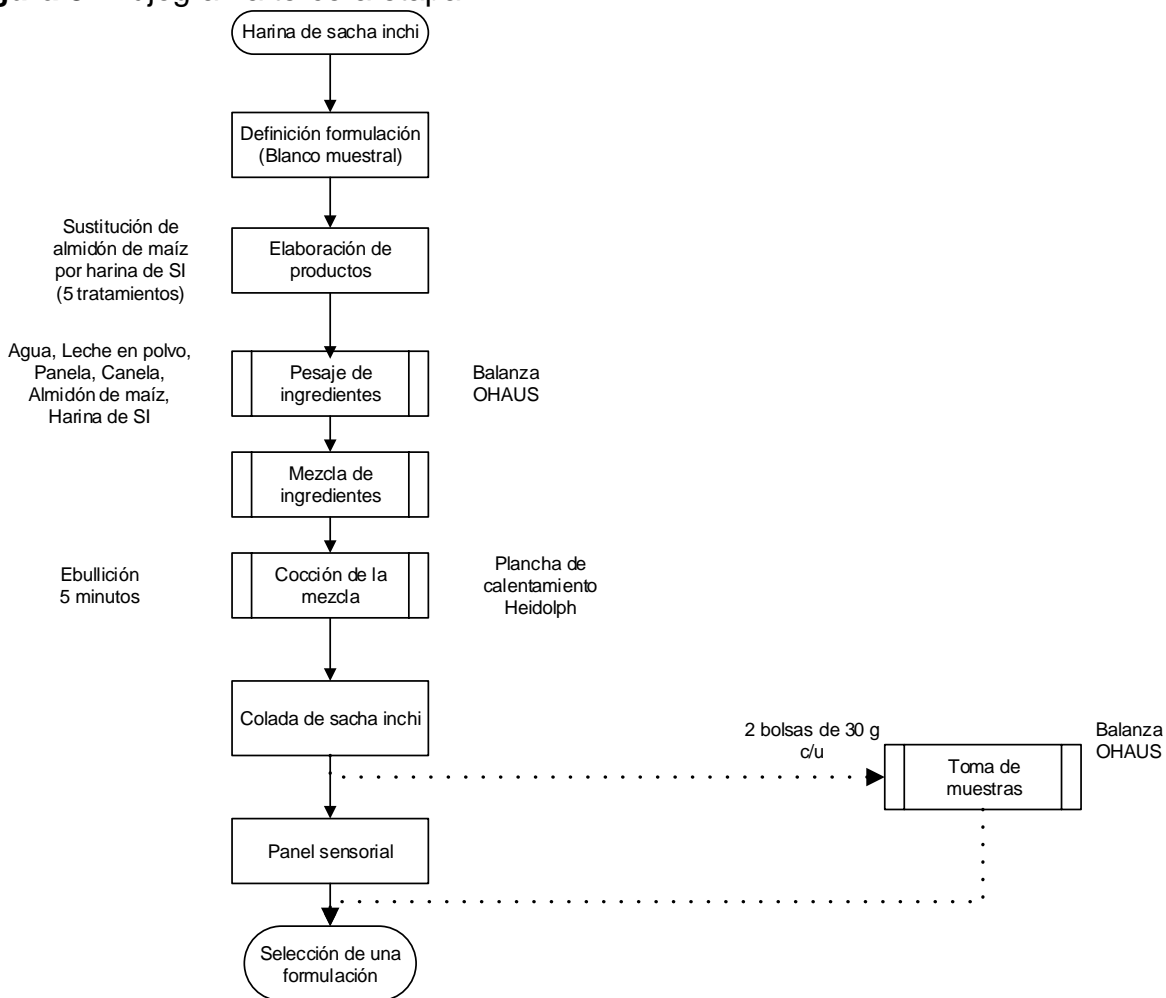
La ficha técnica de la harina de sachá inchi, se construyó tomando como guía este tipo de documentos difundidos por el ICBF y el *Codex Alimentarius*, y con los resultados arrojados por la investigación, datos presentados en la Tabla 4 y la Tabla 6.

Metodología tercera etapa

En la Figura 8 se presenta la metodología empleada para la obtención de un complemento nutricional empleando como ingrediente la harina de sachá inchi como sustituto del almidón de maíz. Posteriormente se presentan las metodologías para la

evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los productos obtenidos. Finalmente se elaboró la tabla nutricional al producto que presentó los mejores atributos en las pruebas realizadas.

Figura 8. Flujograma tercera etapa



A continuación, se hace relación a los aspectos más relevantes de cada una de las etapas del proceso anterior.

Obtención de premezcla empleando harina de sachá inchi

En este ítem se describe el proceso para la obtención de la premezcla empleando harina de sachá inchi como ingrediente sustituto del almidón de maíz. Para

ello se formuló una colada, producto elaborado tradicionalmente con almidón de maíz como se describe a continuación –blanco muestral–.

Definición del blanco muestral

Para definir la formulación en la cual se incorporaría la harina de sachá inchi como ingrediente proteico, se evaluaron varias matrices, finalmente se seleccionó la colada, ya que es un alimento tradicional dentro de la población colombiana, sus ingredientes –panela, leche en polvo, canela, almidón de maíz y agua– son generalmente consumidos por la población y son de fácil consecución a lo largo del departamento de Antioquia, además el proceso de cocción de la colada favorece la inocuidad del alimento.

Se elaboró la formulación empleando harina fina de sachá inchi con tamaño de partícula inferior a 75 μm , con el fin de obtener una textura suave. La colada se elaboró conforme a lo recomendado por la empresa distribuidora del almidón de maíz; se pesaron los ingredientes, y se procedió a mezclarlos con el fin de obtener una premezcla homogénea. Posteriormente se realizó la cocción de la premezcla, para ello se tomó la mitad del agua de la formulación y se sometió a calentamiento hasta que alcanzó el punto de ebullición, al mismo tiempo, con el agua restante se hidrató la premezcla. Una vez el agua comenzó a ebulir se incorporó la premezcla hidratada y se revolvió constantemente durante 5 minutos, finalmente se retiró del fuego y se dejó enfriar. El producto obtenido mediante este procedimiento, con la formulación que se presenta en la Tabla 7, se definió como blanco muestral.

Tabla 7.Formulación del blanco muestral

Ingrediente	Porcentaje (%)
Agua	82,707
Almidón de maíz	6,516
Leche en polvo	5,514
Canela	0,251
Panela	5,013
Total	100,000

Obtención de premezcla con diferentes sustituciones

Una vez definido el porcentaje de almidón de maíz contenido en el blanco muestral, se tomó este valor como un 100 % de referencia, y se procedió a realizar sustituciones de este ingrediente al 25 %, 50 %, 75 % y 100 %. En la Tabla 8 se presentan las formulaciones para los 5 tratamientos, donde se mantuvo constante el porcentaje de agua, leche en polvo, canela y panela, y se varió la proporción almidón de maíz/harina de sachá inchi. La harina de sachá inchi empleada en las formulaciones, se obtuvo mediante el proceso seleccionado en esta investigación, sin embargo, en la operación de tamizado se empleó la malla # 200 –75 μm –, con el fin de obtener una harina fina y suave, semejante al almidón de maíz comercial, empleado en la formulación.

Tabla 8. Formulaciones de los 5 tratamientos

Ingrediente	Tratamiento				
	P1	P2	P3	P4	P5
Agua (%)	82,707	82,707	82,707	82,707	82,707
Almidón de maíz (%)	6,516	4,887	3,258	1,629	0,000
Harina de sachá inchi (%)	0,000	1,629	3,258	4,887	6,516
Leche en polvo (%)	5,514	5,514	5,514	5,514	5,514
Canela (%)	0,251	0,251	0,251	0,251	0,251
Panela (%)	5,013	5,013	5,013	5,013	5,013
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000

A las formulaciones obtenidas, se les analizó el contenido de humedad, grasa y proteína, conforme a lo descrito en el ítem Análisis fisicoquímico. La evaluación sensorial se realizó por parte de un panel no entrenado, siguiendo la Norma Técnica Colombiana 3932 (ICONTEC, 1996; ICONTEC, 2005). Finalmente se realizó un análisis estadístico con el fin de seleccionar una formulación elaborada con harina de sachá inchi, que fuera aceptada por el público. En la Tabla 9 se presenta el diseño experimental para la tercera etapa, que consta de un factor con 5 niveles, para un total de 5 tratamientos.

Tabla 9. Diseño experimental para la tercera etapa

Factor	Niveles	Variables respuesta	Factores fijos
	5 niveles	Fisicoquímicas	
Porcentaje de sustitución de almidón de maíz por harina de sachá inchi	■ 0%	■ % Humedad	Porcentajes de los demás ingredientes en la formulación
	■ 25%	■ % Grasa	
	■ 50%	■ % Proteína	Proceso para la elaboración del complemento
	■ 75%	■ Reología	
	■ 100%		

Análisis fisicoquímico a los productos obtenidos

A las coladas obtenidas bajo los tratamientos presentados en la Tabla 8, se les analizó el contenido de humedad, grasa y proteína, conforme a lo descrito en el ítem Análisis fisicoquímico.

Análisis microbiológico a los productos obtenidos

A las coladas obtenidas bajo los tratamientos presentados en la Tabla 8, se les evaluó la calidad microbiológica, conforme a lo descrito en el ítem Análisis microbiológico.

Análisis sensorial a los productos obtenidos

Una vez se corroboró la calidad microbiológica de las coladas obtenidas bajo los tratamientos presentados en la Tabla 8, se sometieron los productos a un análisis sensorial, realizado mediante dos –2– pruebas; la primera se realizó con público general constituido por panelistas mayores de 17 años, la segunda se realizó con público específico constituido por adultos mayores de 45 años.

Panel sensorial público mayor de 17 años

La evaluación sensorial de los productos por el público general se realizó en el bloque de Ingenierías de la Universidad Pontificia Bolivariana, entre las 9 a.m. y 11 a.m. Se encuestaron a 3 grupos de 80 personas cada uno.

Para la realización del panel se siguió el siguiente protocolo: antes de iniciar la prueba se consultó al panelista si deseaba participar, acto seguido se indagaba si es susceptible o alérgico a algún alimento. En caso de que el participante quisiera y pudiera participar, se le explicaba que iba a consumir un producto tipo colada, elaborado bajo buenas prácticas de manufactura en la sección de alimentos del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad, los ingredientes del producto son; harina, panela, canela, leche en polvo y agua, para que lo tuvieran en cuenta, en caso de presentar intolerancia a alguno de éstos. Que debían probar cada una de las muestras y calificarlas según lo establecido en el formato de evaluación –Apéndice A–. Se ofrecieron las muestras previamente codificadas, a temperatura ambiente –entre 25 y 30 °C–, la porción fue de 2 g aproximadamente, se proporcionó cuchara para la degustación. Al inicio y entre las muestras se solicitó a los panelistas que consumieran un trozo de galleta con agua, con el fin de eliminar sabores residuales entre las muestras evaluadas.

Panel sensorial público mayor de 45 años

La evaluación sensorial de los productos por el público específico, mayor de 45 años, asistentes a la Casa Gerontológica en el corregimiento La Tablaza, Estrella, se realizó entre las 11:00 a.m. y 11:30 a.m. Se encuestó a 3 grupos de 31 personas

cada uno. Al igual que con el público general, se siguió un protocolo para la realización de la encuesta y se presenta a continuación.

Antes de iniciar la prueba se convocó al grupo de panelistas y se les explicó que con fines investigativos se estaba realizando un panel sensorial a un producto alimenticio, y se requería de su participación, los interesados en colaborar se quedaron en el lugar de la prueba. A los voluntarios se les explicó que el producto había sido elaborado en la sección de Alimentos del laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, con los siguientes ingredientes; harina, panela, canela, leche en polvo y agua. Se consultó si alguno presenta intolerancia a alguno de estos ingredientes en caso afirmativo, se les comunicó que no pueden participar de la actividad. Acto seguido se entregó a cada panelista el Consentimiento informado – Apéndice B–, posteriormente se realizó lectura en voz alta del documento. Una vez los voluntarios lo diligenciaron, se procedió a entregarles el formato de evaluación, la encuesta original se modificó de la escala hedónica de 5 puntos a una escala facial de 5 puntos –Apéndice C–, se les explicó que deben probar el producto y calificarlo según su criterio.

Se entregaron las muestras previamente codificadas, a temperatura ambiente – entre 25 y 30 °C–, la porción fue de 2 g aproximadamente, y se proporcionó cuchara para la degustación. Al inicio y entre las muestras se solicitó a los panelistas que consumieran un trozo de galleta con agua.

Análisis reológico a los productos obtenidos

Con el fin de apoyar los resultados obtenidos en el panel sensorial, se evaluó el comportamiento reológico de las coladas obtenidas mediante los diferentes tratamientos. Las pruebas se realizaron en un reómetro marca *TA Instruments Discovery HR-2* a 30 °C, con un tiempo de análisis de 120 segundos, geometría de platos paralelos *Sand - Blast -107074* de 40 milímetros de diámetro, barrido logarítmico entre 0,01 Hz y 100,00 Hz, se empleó un gap de 1000 μm , un volumen de 1,26 ml de muestra. Los datos fueron analizados en el *software TA Instruments Trios Version: 2.3.3.1485* y se tomaron como el promedio de análisis de tres datos de cada una de formulaciones obtenidas. La temperatura para la prueba se definió midiéndola directamente a las coladas obtenidas antes de llevarlas al panel sensorial, ya que sería la temperatura mínima alcanzada por el producto después de servida en un ambiente con temperatura promedio de 28 ± 2 °C. El gap se determinó teniendo en cuenta el tamaño de partícula máximo presente en la muestra $-75 \mu\text{m}-$.

Caracterización fisicoquímica a la colada de sachá inchi obtenida mediante el proceso seleccionado

Una vez analizados los resultados obtenidos para las pruebas descritas anteriormente, se seleccionó un tratamiento y al producto obtenido se le realizó un análisis fisicoquímico empleando los procedimientos descritos en la Tabla 10.

Tabla 10. Análisis fisicoquímicos realizados a la colada

Análisis fisicoquímico	Método
Calorías	Cálculos a partir de la grasa, proteína y carbohidratos
Carbohidratos	Cálculo por diferencia de componentes diferentes a carbohidratos
Cenizas	A.O.A.C. 923.03 Ed. 19
Grasa total	A.O.A.C 920.39 Ed. 19 Modificado
Humedad	A.O.A.C. 934.01 Ed. 19 Modificado
Proteína	A.O.A.C. 988.05 Ed. 19
Fibra cruda	A.O.A.C. 962.09 Ed. 19

Elaboración de tabla nutricional de las coladas

Una vez seleccionado una de las formulaciones –tratamiento– para la elaboración de la colada, se elaboró la tabla nutricional del producto con los datos obtenidos en esta investigación para los análisis presentados en la Tabla 10, se tomó como base los lineamientos descritos en la Resolución 333 de 2011 (Minsalud, 2011), presentados en el ítem *Elaboración de tabla nutricional de la torta de sachu inchi*.

Resultados y análisis

A continuación se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, empleando las metodologías descritas en el capítulo anterior, y mediante las cuales se caracterizó fisicoquímica y microbiológicamente la torta de sachá inchi proveniente del proceso de prensado, se estableció el proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina, se caracterizó la harina obtenida fisicoquímica y microbiológicamente, y se formuló y caracterizó fisicoquímica, sensorial y microbiológicamente los productos tipo colada obtenidos empleando harina de sachá inchi en su formulación.

Resultados primera etapa

En el presente ítem se presentan los resultados obtenidos para la caracterización fisicoquímica de la torta de sachá inchi proveniente del proceso de obtención de aceite por prensado, la cual se empleó como materia prima en el desarrollo de esta investigación. Los análisis se realizaron conforme a lo descrito en el ítem Metodología primera etapa. También el proceso de recepción, empaque y almacenamiento de la materia prima para su posterior procesamiento.

3.1.1. Resultados análisis fisicoquímico de la torta de sachá inchi

En la Figura 9 se presenta; a) recepción de la torta de sachá inchi –materia prima– b) dosificación de la materia prima en bolsas con barrera a la humedad, c) empaque y sellado de la torta, c) almacenamiento a temperatura de refrigeración $4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, para su posterior uso y análisis.

Figura 9. Recepción y empaque de materia prima

Las muestras previamente empacadas y almacenadas, se retiraron del refrigerador y se analizaron fisicoquímicamente. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 11. La humedad promedio de la materia prima cumple con la normatividad para productos secos, ya que se encuentra por debajo del 10 %. Los valores reportados en esta investigación para humedad son similares a los reportados por Vélez (2013, 19) 5,12 %, Hurtado (2013, 45) 4,96 %, Mondragón (2009, 104) 5,09 % y superior al presentado por Pascual y Mejía (2000, 159) 0,7 %. Para la proteína, la torta de este estudio presentó mayor contenido que la reportada por Vélez (2013, 19) 25,51 % y Mondragón (2009, 104) 34,26 %, similar al presentado por Hurtado (2013, 62) 51,23 % y Sánchez (2012, 90) 53,5 %, e inferior a los presentados por Ruíz (2013, 32) 59,0 % y Pascual y Mejía (2000, 159) 58,72 %.

Tabla 11. Caracterización de la torta de sachá inchi

Componente	Torta de SI (%)
Humedad	5,205 ± 0,120
Proteína	51,549 ± 1,491
Grasa	17,486 ± 0,312

Los resultados presentados en la Tabla 11, corresponden a análisis realizados a diferentes lotes de torta. Teniendo en cuenta que presentan una desviación estándar por debajo del 10 % del dato, se consideró que el proveedor es confiable y se procedió

a realizar los análisis complementarios, requeridos para la elaboración de la tabla nutricional y la ficha técnica del producto. Los resultados correspondientes se presentan en la Tabla 12 y se analizan a continuación en base seca; presenta contenido de grasa del 18,63 %, superior al reportado en la literatura consultada 7,8 % (Ruiz et al., 2013, 32), 6,93 % (Pascual y Mejía, 2000, 159), pero inferior al presentado por otros autores 37,33 % (Mondragón, 2009, 104) y 19,9 % (Jagersberger, 2013, 96). El contenido de proteína fue de 52,91 %, inferior a la literatura consultada 59,00 % (Ruiz et al., 2013, 32), 59,13 % (Pascual y Mejía 2000, 159) y 51,76 % (Jagersberger, 2013, 96), pero superior al presentado por Mondragón (2009, 104) 34,26 %. El contenido de cenizas 5,50 % es similar al que refiere la literatura 4,8 % (Ruiz et al., 2013, 32) y 5,5 % (Jagersberger, 2013, 96), superior a 3,24 % (Mondragón, 2009, 104) e inferior a 8,72 % (Pascual y Mejía, 2000, 159). Contiene 0,6107 % de calcio frente a 0,3178 % (Mondragón, 2009, 104), y 0,0010 % de fósforo frente a 0,5600 % (Mondragón, 2009, 104). La diferencia en el contenido de minerales, se atribuye a la semilla y las condiciones agroclimáticas, especialmente al suelo donde se produjo el cultivo del sachá inchi con el que trabajó.

El contenido de fibra de la materia prima en 4,67 % es superior a 4,5 % (Ruiz et al., 2013, 32) y 3,16 % (Mondragón, 2009, 104), e inferior a 17,30 % (Pascual y Mejía, 2000, 159). El contenido de carbohidratos en la materia prima 23,25 % es similar a 23,9 % (Ruiz et al., 2013, 32), inferior a 7,91 % (Pascual y Mejía, 2000, 159). El contenido de fibra dietaria se comparó con los valores reportados en la investigación presentada por Jagersberge (2013, 96); 47,37 % de fibra dietaria total inferior a

25,27 %. Fibra dietaria soluble 2,88 %, superior a 1,41 % y fibra dietaria insoluble 44,48 % superior a 23,89 %.

A continuación, se presenta la comparación de los resultados obtenidos en este estudio, con los datos presentados por Ruiz et al. (2013, 33) para perfil lipídico; grasa saturada 1,24 % frente a 6,4 %, grasa monoinsaturada 1,58 % frente a 10,5 %, grasa polinsaturada 14,39 % frente a 83,1. Así como 8,37 % de omega 3, frente a 47,1 5, 6,02 % de omega 6 frente a 36,0 %, y 1,54 % de omega 9 frente a 10,5 %.

Tabla 12. Resultados análisis fisicoquímicos realizados a la torta

Análisis fisicoquímico	Unidades	Torta
Humedad	%	7,20
Calorías	Kcal/100 g	437,25
Carbohidratos	%	21,58
Cenizas	%	5,10
Grasa total	%	17,29
Proteína	%	48,82
Fibra cruda	%	4,33
Fibra dietaria insoluble	%	41,28
Fibra dietaria soluble	%	2,67
Fibra dietaria total	%	43,96
DHA	%	0,00
EPA	%	0,00
Grasa insaturada	%	15,97
Grasa monoinsaturada	%	1,58
Grasa poliinsaturada	%	14,39
Grasa saturada	%	1,24
Grasa total	%	17,29
Grasas Cis	%	0,09
Grasa Trans	%	0,00
Omega 3	%	8,37
Omega 6	%	6,02
Omega 9	%	1,54
Calcio	%	0,57
Fósforo	%	0,01
Zinc	%	0,01
Acidez en grasa extraída	%	2,80
Digestibilidad en pepsina	%	87,48
Solubilidad en KOH	%	78,82
Proteínas solubles	%	37,43
Inhibidores de tripsina	%	0,00
pH	-	6,26

3.1.2. Resultados análisis microbiológico y de micotoxinas de la torta de sachá inchi

Las muestras previamente empacadas y almacenadas, se retiraron de la nevera y se analizaron microbiológicamente, en la Tabla 13 se presentan los resultados obtenidos, se evaluaron tres lotes diferentes, cada uno con tres repeticiones según la NTC 267 (ICONTEC, 2007 d, 4). Se evidencia que los microorganismos que se

encuentran con mayor frecuencia son los aerobios mesófilos, seguido por las levaduras, este tipo de contaminación pudo haber ocurrido en campo, durante el transporte o en proceso de extracción de aceite. Pese a la presencia de *Estafilococos aureus* en una de las muestras, la ausencia de *Salmonella* y el hecho de que las muestras analizadas no presentaron coliformes fecales y que solo una muestra presentó coliformes totales, es indicio de que el proveedor realiza un proceso con buenas prácticas de manufactura. Además, la torta cumple con el valor máximo de aflatoxinas permitido por la Resolución 4506 de 2013 (Minsalud, 2013, 4) y la NTC 3581 (ICONTEC, 2006 a, 2); en esta investigación, tanto las aflatoxinas como el deoxinivalenol presentes en la torta de sachá inchi, estuvieron por debajo del límite de detección del método empleado.

Tabla 13. Resultados análisis microbiológicos y de micotoxinas torta

Análisis	Lote		
	1	2	3
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	301	10	Incontables
Recuento de Coliformes totales /g	0	0	1
Recuento de Coliformes fecales /g	0	0	0
Detección de <i>Salmonella sp</i> /25 g	Negativo	Negativo	Negativo
Recuento de hongos filamentosos UFC/g	0	0	0
Recuento de levaduras UFC/g	11	0	102
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> UFC/g	10	Negativo	Negativo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo
Aflatoxinas	< 1,4	< 1,4	< 1,4
Deoxinivalenol (DON)	< 500	< 500	< 500

3.1.3. Tabla nutricional de la torta de sachá inchi

Una vez obtenidos y analizados los resultados que se presentan en la Tabla 12, y tomando como base la Resolución 333 de 2011 (Minsalud, 2011, 41), se presenta el contenido nutricional de la torta de sachá inchi tomando como base de cálculo una

porción de 100 g, con el fin de realizar una comparación de las declaraciones que podrían realizarse sobre la materia prima.

Tabla 14. Tabla nutricional de la torta de sachá inchi

Información nutricional			
Tamaño por porción (100 g)			
Porciones por envase 10			
Cantidad por porción			
Calorías 440	Calorías de la grasa 160		
Valor diario*			
Grasa total 17 g	27%		
Grasa saturada 1 g	6%		
Grasa Trans 0 g	0%		
Colesterol 0 g	0%		
Carbohidrato Total 22 g	7%		
Fibra dietaria 44 g	176%		
Proteína 49	98%		
Calcio 52 %	Fósforo 0 %		
Este producto tiene alto contenido de ácidos grasos omega 3 (1,914 g en 100 Cal), fibra dietaria, proteína y calcio. Naturalmente libre de colesterol. Bajo en grasa saturada y carbohidratos.			
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas			
	Calorías	2000	2500
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g
Grasa saturada	Menos de	20 g	25 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Carbohidrato Total		300 g	375 g
Fibra dietaria		25 g	30 g
Calorías por gramo			
Grasa 9	Carbohidratos 4		Proteína 4

En la Tabla 14 se puede observar que el producto presenta como características nutricionales las siguientes

- Alto contenido de ácidos grasos tipo omega 3
- Alto contenido de proteína

- Alto contenido de fibra dietaria
- Alto contenido de calcio
- Naturalmente libre de colesterol
- Bajo en grasa saturada

3.1.4. Ficha técnica de la torta de sachá inchi

Una vez obtenidos y analizados los resultados que se presentan en la Tabla 12 y la Tabla 13, y tomando como guía las fichas técnicas difundidas por el ICBF y el *Codex Alimentarius*, se procedió a la elaboración de la ficha técnica de la torta de sachá inchi que se presenta en el Apéndice D.

Resultados segunda etapa

En este ítem se presenta el proceso de obtención de harina de sachá inchi a partir de la torta residual de sachá inchi a escala de laboratorio y su caracterización, los resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a la harina y la tabla nutricional y ficha técnica de la harina de sachá inchi. Los análisis se realizaron conforme a lo descrito en el ítem Metodología segunda etapa.

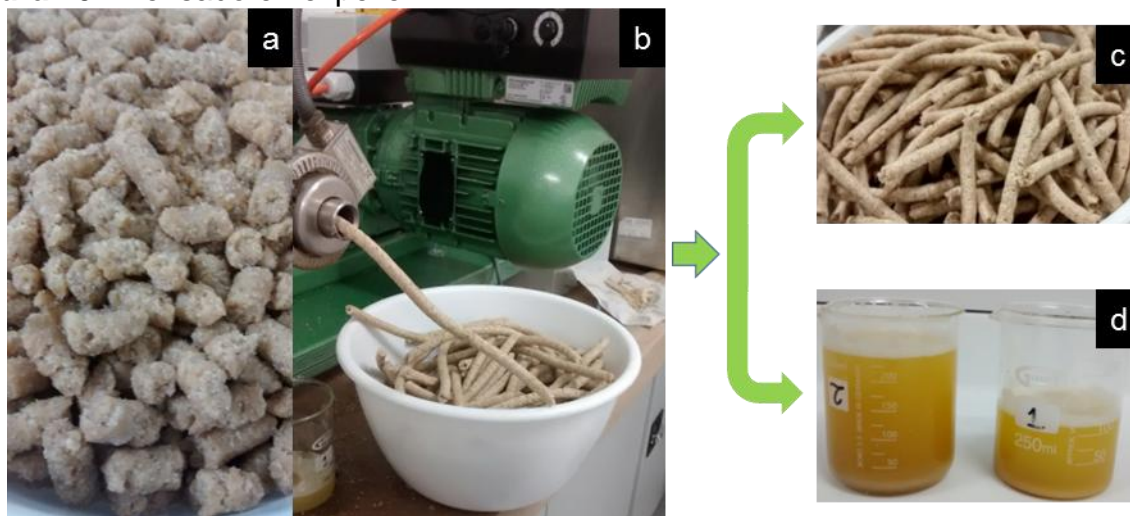
Resultados obtención de harina de sachá inchi

En este ítem, se presentan los resultados para la obtención de harina de sachá inchi a partir de la torta; la selección del mejor tratamiento para el acondicionamiento de materia prima en prensa expeller, molienda, clasificación por tamaño de partícula mediante el tamizado y el empaque del producto terminado.

Resultado del proceso de acondicionamiento

El proceso de prensado en expeller, constituye el acondicionamiento de la materia prima, con el fin de extraer el aceite residual. Se definió mediante el diseño experimental presentado en la Tabla 5. En la Figura 10 se presenta; a) torta de sachá inchi –materia prima, presenta color marrón opaco–, b) proceso de prensado en expeller, c) torta peletizada –color beige claro–, d) aceite residual del proceso – subproducto del proceso–.

Figura 10. Prensado en expeller



La determinación de las variables de acondicionamiento de la materia prima, dio como resultado cambios sensoriales, especialmente en el olor y sabor, percibidos después del tratamiento térmico. La torta presentó un sabor característico a sachá inchi, con residualidad astringente, atribuida a compuestos antinutricionales como taninos, saponinas e inhibidores de tripsina, sin embargo, el producto final –harina– mantuvo su sabor característico, sin presentar astringencia.

En la Tabla 15 se presenta el rendimiento del proceso de acondicionamiento de materia prima para cada uno de los tres tratamientos A_1 , A_2 y A_3 , y el flujo de operación. Las medias con la misma letra dentro de cada tratamiento no presentan diferencia significativa, según la prueba de Tukey, con un valor $P < 0,05$. El asterisco $*$ indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos. El flujo del proceso no presentó diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos. El mejor rendimiento del proceso, se presentó con el tratamiento A_3 $-110\text{ }^\circ\text{C}$ el cual no presentó diferencia estadísticamente significativa con el resultado del tratamiento A_1 $-90\text{ }^\circ\text{C}$, sin embargo, este tratamiento presentó una desviación estándar por encima del 10 % de la media, la cual se atribuye a que el proceso no es reproducible para la obtención de productos con calidad estándar, ya que, en ocasiones el producto fluía, y en otras ocasiones se presentaban atascamientos que provocaban el sobrecalentamiento del producto, en ocasiones se quemaba. El tratamiento A_2 $-100\text{ }^\circ\text{C}$ presentó menor flujo y menor rendimiento, durante la experimentación se observó que el aceite obtenido mediante este tratamiento era más turbio por presencia de sólidos, frente a los obtenidos mediante los otros tratamientos. Las pérdidas durante el proceso, pueden atribuirse al diseño del equipo, ya que, los orificios por donde sale el aceite, permiten el paso de material sólido como se aprecia en la Figura 11; a mayor presión dentro de la cámara se debería tener un mejor proceso, donde se obtiene un producto con menor contenido graso. Sin embargo, por el diseño de los orificios, en lugar de tenerse una mayor extracción de aceite, se ocasiona una pérdida de material.

Figura 11. Perdida de material por orificios de salida de aceite**Tabla 15.** Rendimiento del acondicionamiento en cada uno de los 3 tratamientos

Tratamiento	Rendimiento (%)	Flujo (g/min)*
A ₁	90,318 ± 3,335 ^b	16,917 ± 1,753
A ₂	82,425 ± 1,603 ^a	15,291 ± 0,971
A ₃	94,395 ± 1,207 ^b	17,343 ± 0,954

Al finalizar el proceso de acondicionamiento, los pellets obtenidos se dejaron enfriar durante aproximadamente 15 minutos, y se procedió a la molienda.

Resultados molienda

En la Figura 12 se presenta; a) torta peletizada, b) proceso de molienda, c) harina de sachu inchi. El proceso de molienda presentó un rendimiento de 94,486 % con una desviación estándar de 0,117 para los 3 tratamientos.

Figura 12. Molienda de los pellets de sachá inchi



Se tomaron muestras de la harina obtenida para su posterior análisis, y se procedió al proceso de tamizado.

Resultados tamizado

El producto de la molienda se llevó a tamizado, en el cual se estableció la calidad según el tamaño del grano de la harina obtenida. En la Figura 13 se presenta; a) harina de sachá inchi, b) proceso de tamizado y c) a la izquierda harina de sachá inchi con tamaño de partícula mayor o igual a 0,500 mm, a la derecha superior 0,500 y 0,180 mm, y a la derecha inferior menor o igual a 0,180 mm.

Figura 13. Tamizado de la harina de sachá inchi



En la Tabla 16 se presenta el rendimiento del proceso de tamizado para cada uno de los tres tratamientos, en las columnas se presenta la clasificación según el tamaño de partícula. La harina fina se recolectó del fondo de la serie de tamices, presentando una granulometría menor o igual a 0,180 mm, en tanto que la harina

gruesa pasó la malla # 35 quedó retenida en la malla # 80, presentando una granulometría entre 0,500 y 0,180 mm. Las medias con la misma letra dentro de cada tratamiento no presentan diferencia significativa, según la prueba de Tukey, con un valor $P < 0,05$. El asterisco –*– indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos.

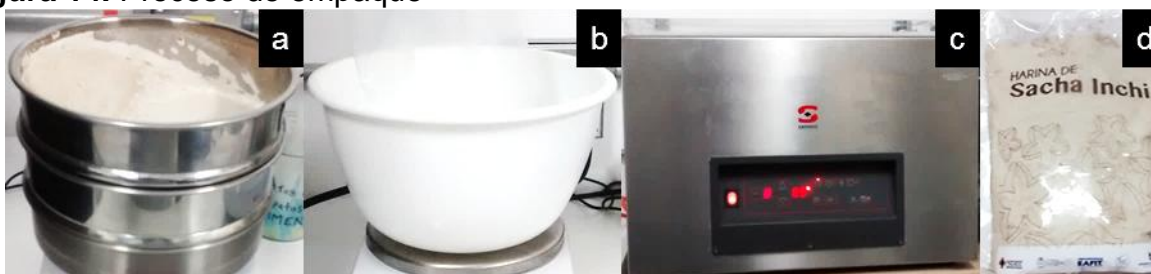
El tratamiento A_2 presentó el mayor porcentaje de material con tamaño de partícula igual o superior a 0,500 mm, los tratamientos A_1 y A_3 , no presentaron diferencia estadísticamente significativa. El material con tamaño de partícula entre 0,500 y 0,180 mm, no presentó diferencia estadísticamente significativa entre los tres tratamientos. En cuanto al material con tamaño de partícula igual o inferior a 0,180 mm, mediante el tratamiento A_2 se obtiene la menor cantidad de producto con este tamaño de partícula, seguido del tratamiento A_1 y mediante el tratamiento A_3 se obtuvo el mayor porcentaje de material fino entre los tres tratamientos. En cuanto al porcentaje de pérdida; el tratamiento A_1 presentó el menor porcentaje de pérdida, debido probablemente a que la mayoría del material pasó hasta el fondo, y no se quedó retenido en las mallas # 35 y # 80, mientras que en el caso de los tratamientos A_1 y A_2 , las pérdidas se deben a que material particulado con tamaño superior se quedó retenido en las mallas # 35 y # 80.

Tabla 16. Rendimiento del tamizado en cada uno de los 3 tratamientos

Tratamiento	Malla 35 (%)	Malla 80 (%)*	Fondo (%)	Pérdida (%)
A ₁	32,710 ± 0,175 ^a	35,683 ± 1,158	19,567 ± 0,319 ^b	12,040 ± 0,731 ^b
A ₂	41,423 ± 1,753 ^b	35,283 ± 1,440	12,757 ± 0,268 ^a	10,543 ± 0,713 ^b
A ₃	32,200 ± 0,850 ^a	38,167 ± 1,070	22,880 ± 0,125 ^c	6,857 ± 0,169 ^a

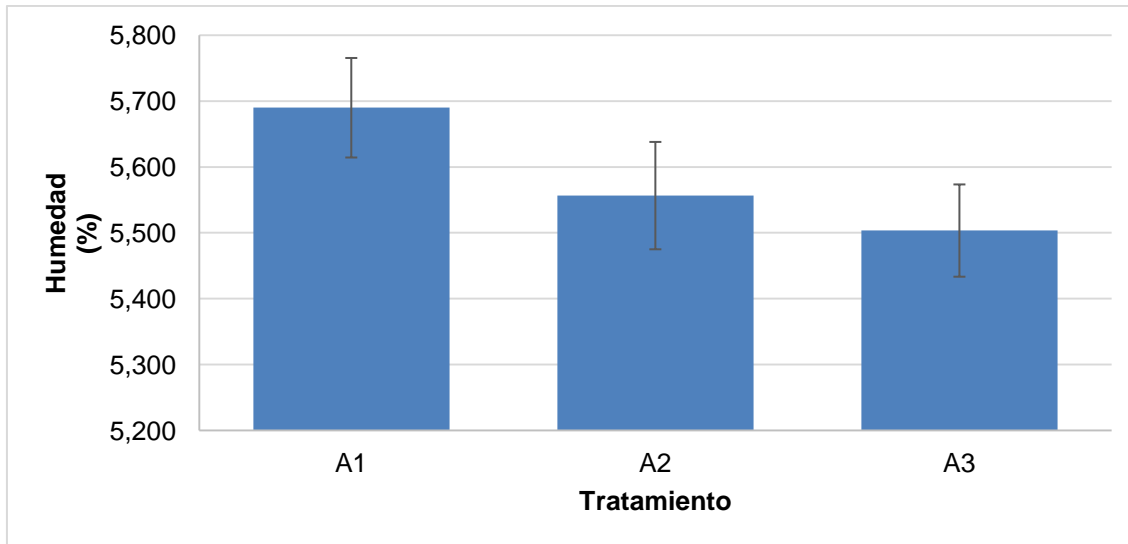
Resultados empaque

Una vez la harina se clasificó por tamaño de partícula, se procedió al empaque, conforme a lo descrito en la metodología, y se almacenó en condiciones ambientales de temperatura y humedad relativa. En la Figura 14 se presenta; a) harina tamizada, b) dosificación de harina en el empaque, c) sellado del empaque y d) harina de sachá inchi empacada.

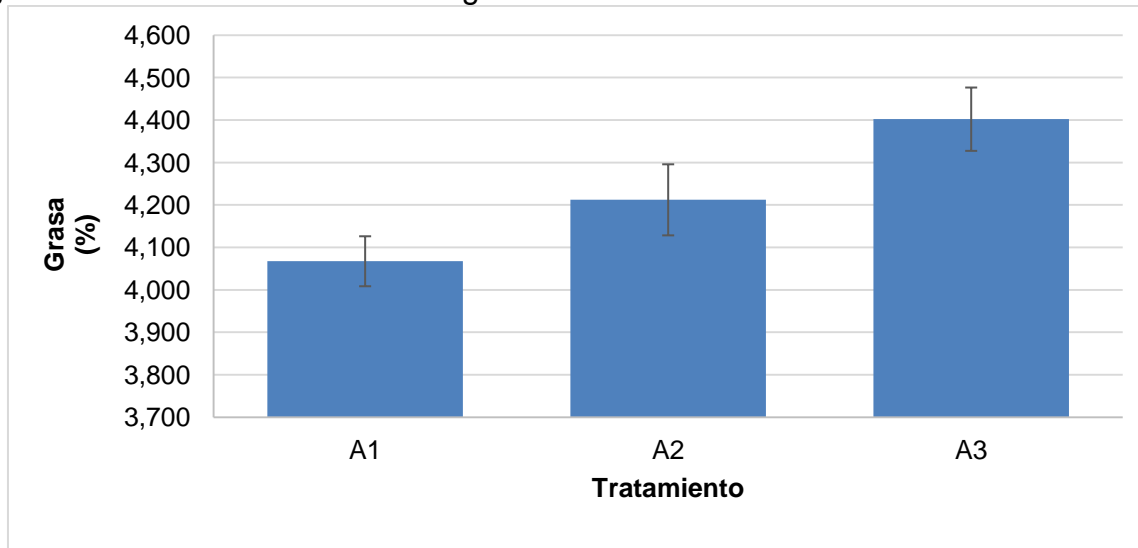
Figura 14. Proceso de empaque

Resultados caracterización fisicoquímica de la harina de sachá inchi obtenida bajo los tres tratamientos

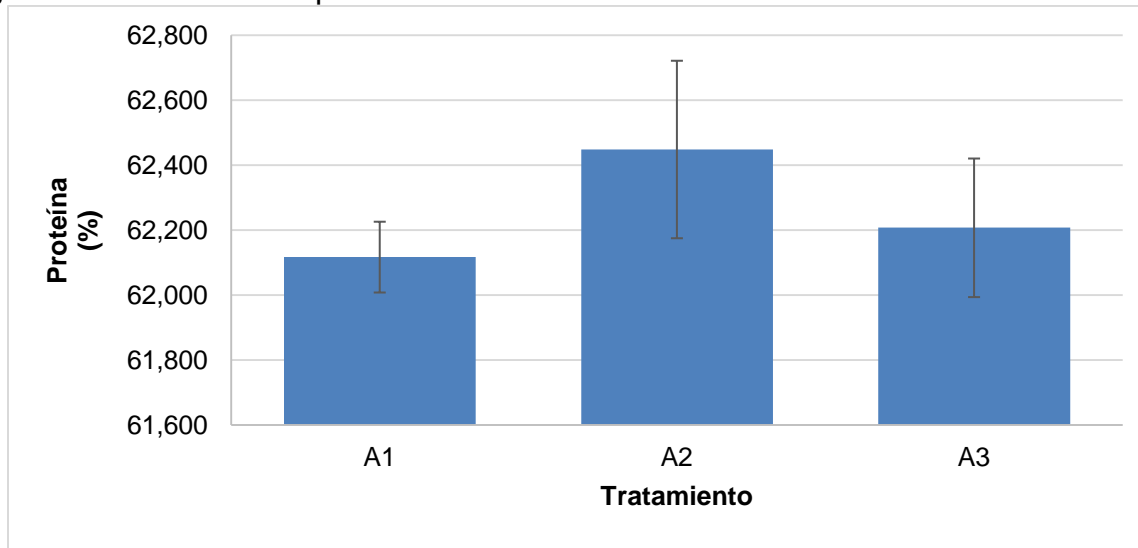
La harina obtenida fue analizada fisicoquímicamente con el fin de seleccionar un tratamiento de operación. En la Figura 15 se presenta el contenido de humedad de las muestras obtenidas mediante los tres tratamientos. El contenido de humedad presentó una tendencia decreciente en función de la temperatura; el tratamiento A₁ presentó el mayor contenido de humedad, seguido del tratamiento A₂. Sin embargo, los productos obtenidos mediante los tratamientos A₁ y A₂ no presentaron diferencia estadísticamente significativa, al igual que los productos obtenidos mediante los tratamientos A₂ y A₃.

Figura 15. Resultado contenido de humedad harina de sachá inchi

En la Figura 16 se presenta el contenido de grasa promedio para cada uno de los tratamientos evaluados. El efecto de la temperatura de prensado es directamente proporcional al contenido de grasa en el producto; el menor contenido se presentó mediante el tratamiento A_1 y el mayor mediante el tratamiento A_3 . Los tratamientos A_1 y A_2 , no presentaron diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

Figura 16. Resultado contenido de grasa harina de sachá inchi

En la Figura 17 se presenta el contenido de proteína para las harinas obtenidas bajo los diferentes tratamientos. El comportamiento de la proteína respecto a la temperatura de operación no presenta una tendencia definida. Sin embargo, el menor contenido se presenta en los productos obtenidos mediante el tratamiento A₁, en tanto que el mayor contenido se presentó en los productos obtenidos mediante el tratamiento A₂. Sin embargo, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Figura 17. Contenido de proteína de la harina de sachá inchi

En la Tabla 17, se presenta la caracterización de las harinas de sachá inchi obtenidas mediante los tres tratamientos mencionados y el análisis estadístico realizado a los datos obtenidos. Las medias con la misma letra dentro de cada tratamiento no presentan diferencia significativa según la prueba de Tukey, con un valor $P < 0,05$. El asterisco -* indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos.

Tabla 17. Caracterización harina obtenida mediante 3 tratamientos

Tratamiento	Humedad (%)	Grasa (%)	Proteína (%)*
A ₁	5,690 ± 0,076 ^b	4,068 ± 0,059 ^a	62,117 ± 0,109
A ₂	5,557 ± 0,081 ^{ab}	4,212 ± 0,084 ^a	62,448 ± 0,273
A ₃	5,503 ± 0,070 ^a	4,402 ± 0,075 ^b	62,207 ± 0,213

Los resultados de la Tabla 17 se compararon con los obtenidos por Jagersberger (2013, 96), el análisis se realizó en base seca; el contenido de grasa de las harinas obtenidas está alrededor de 4,4 % están por debajo de la harina reportada en el mismo

estudio 8,61 %, y el contenido de proteína de las harinas obtenidas en este estudio se encuentran alrededor de 65,939 %, valor superior al reportado en la literatura citada, 56,63 %. Jagersberger (2013, 96) obtuvo un producto con 3,3 % de humedad, valor inferior al de las harinas obtenidas en esta investigación, donde la harina obtenida mediante el proceso seleccionado presentó 5,583 % de humedad.

Al comparar los datos presentados en la Tabla 11 y Tabla 17, se aprecia que el proceso de prensado en expeller contribuye a reducir el contenido de grasa en el producto final en alrededor de un 76,3 % respecto a la materia prima –torta–, en tanto el contenido de proteína se incrementa alrededor de un 20,3 % en la harina respecto a la torta. Esto se explica por el cambio de las concentraciones de las macromoléculas en el alimento, debido a la reducción de grasa. Al analizar en conjunto los parámetros evaluados en las harinas; humedad, grasa y proteína –Tabla 17– y la eficiencia –Tabla 15–, se seleccionó el tratamiento A₃ –110 °C– para la obtención de harina de sachá inchi a nivel de laboratorio; ya que, presentó el mejor rendimiento y el mejor flujo en el proceso, además, presentó el menor contenido de humedad, característica importante para conservar la calidad microbiológica de la harina durante el almacenamiento.

Resultados caracterización a la harina de sachá inchi obtenida mediante el proceso seleccionado

Una vez se definió el proceso de obtención de harina de sachá inchi, con el acondicionamiento de materia prima a 110 °C, se procedió a repetir el proceso con el fin de analizar la calidad del producto obtenido.

En la Tabla 18 se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados, y se comparan con los resultados presentados por otros investigadores.

Tabla 18. Resultados análisis fisicoquímicos realizados a la harina

Análisis fisicoquímico	Unidades	Harina
Humedad	%	6,64
Calorías	Kcal/100 g	370,82
Carbohidratos	%	25,22
Cenizas	%	6,01
Grasa total	%	4,29
Proteína	%	57,84
Fibra cruda	%	3,79
Fibra dietaria insoluble	%	48,92
Fibra dietaria soluble	%	2,06
Fibra dietaria total	%	50,98
DHA	%	0,00
EPA	%	0,00
Grasa insaturada	%	3,87
Grasa monoinsaturada	%	0,45
Grasa poliinsaturada	%	3,42
Grasa saturada	%	0,37
Grasa total	%	4,29
Grasas Cis	%	0,02
Grasa Trans	%	0,00
Omega 3	%	2,05
Omega 6	%	1,46
Omega 9	%	0,44
Calcio	%	0,52
Fósforo	%	0,01

La harina obtenida en esta investigación se comparó con la conseguida por Jagersberger (2013, 96); todos los datos que se presentan a continuación están en base seca; 4,60 % de grasa es inferior a 8,61 %, 61,95 % de proteína frente a 56,63 %, 6,44 % de cenizas frente a 5,93 %, el contenido de fibra dietaria soluble 2,21 % es similar a la del otro estudio 2,28 %, en tanto que la fibra insoluble arrojó un 52,40 % frente a 22,99 % y 54,61% de fibra dietaria total frente a 25,27 %.

Los resultados presentados en la Tabla 19, indican que la calidad microbiológica de la harina se encuentra dentro de los requerimientos normativos; ya que no presenta

microorganismos patógenos, los microorganismos aerobios mesófilos se encuentran dentro de los límites establecidos en la NTC 267 para harina de trigo (ICONTEC, 2007 d, 4), que se tomó como referencia, en la cual se indica que el índice máximo permisible es de 200.000 UFC/g. En la normatividad consultada el ICBF no establece índices permisibles para la buena calidad de harina (Bejarano y Fandiño, 2011, 4). Sin embargo, para el Programa Nacional de Alimentación para el Adulto Mayor establecen como máximo permisible; <300.000 UFC/g (ICBF 2012, 84), para avena es 200.000 UFC/g (ICBF 2012, 92). En el caso del Programa de Alimentación Escolar, presentan valores para productos de panadería, repostería y bizcochería listos para el consumo y toman como rango de referencia valores entre 10.000 y 30.000 UFC/g (ICBF, 2010, 124). El hecho de que la presencia de coliformes fecales y el *Estafilococos aureus* fuera negativa, indica que este producto se obtuvo mediante un proceso higiénico, aplicando las buenas prácticas de manufactura.

Al comparar los resultados obtenidos para la harina con los obtenidos para la torta –Tabla 13–, se evidencia que el proceso térmico en el acondicionamiento mejoró las condiciones microbiológicas del producto, ya que el contenido de aerobios mesófilos disminuyó de valores iguales o superiores a 301 UFC/g en la torta a 89 UFC/g en la harina, además en la harina no hubo presencia de levaduras, ni *Estafilococos aureus*.

Se evidencia en los resultados que tanto la torta como la harina de sachá inchi cumplen con el valor máximo de aflatoxinas permitido por la Resolución 4506 de 2013 (Minsalud, 2013, 4) y la NTC 3581 de 2006 (ICONTEC, 2006a, 2); en esta

investigación, tanto la materia prima como el producto presentaron resultados por debajo del límite de detección del método.

El contenido de deoxinivalenol presente en la torta y la harina se encuentra por debajo de 500 µg / kg que es el límite de detección del método empleado, es decir que cumple la norma para consumo directo y productos de panadería, sin embargo en caso de incluirse en productos destinados al consumo infantil, se debe realizar un nuevo análisis donde garanticen un límite de detección más preciso y que se encuentre por debajo de 200 µg / kg con respecto a la base seca (Minsalud, 2013, 5 Y 8), ya que el contenido de toxinas presentes en las diferentes materias primas podría arrojar un resultado fuera del límite que garantice la seguridad del alimento.

Tabla 19. Resultados análisis microbiológicos y de micotoxinas harina

Análisis	Harina
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	89
Recuento de Coliformes totales /g	0
Recuento de Coliformes fecales /g	0
Detección de <i>Salmonella sp</i> /25 g	Negativo
Recuento de hongos filamentosos UFC/g	0
Recuento de levaduras UFC/g	0
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> UFC/g	Negativo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> UFC/g	Negativo
Aflatoxinas	< 1,4
Deoxinivalenol (DON)	< 500

Resultados estudio de estabilidad a la harina de sachá inchi obtenida mediante un seleccionado

El estudio de estabilidad fue realizado mediante la metodología descrita en el ítem *Estudio de estabilidad a la harina de sachá inchi obtenida mediante un proceso seleccionado* y presentado en la Figura 7.

En la Figura 18, se presenta; a) harina de sachá inchi tamizada b) harina empacada en bolsas de polietileno de baja densidad –material utilizado comúnmente para el empaque de diversas harinas-, c) cámara climática Binder y d) producto después de estudio de vida útil.

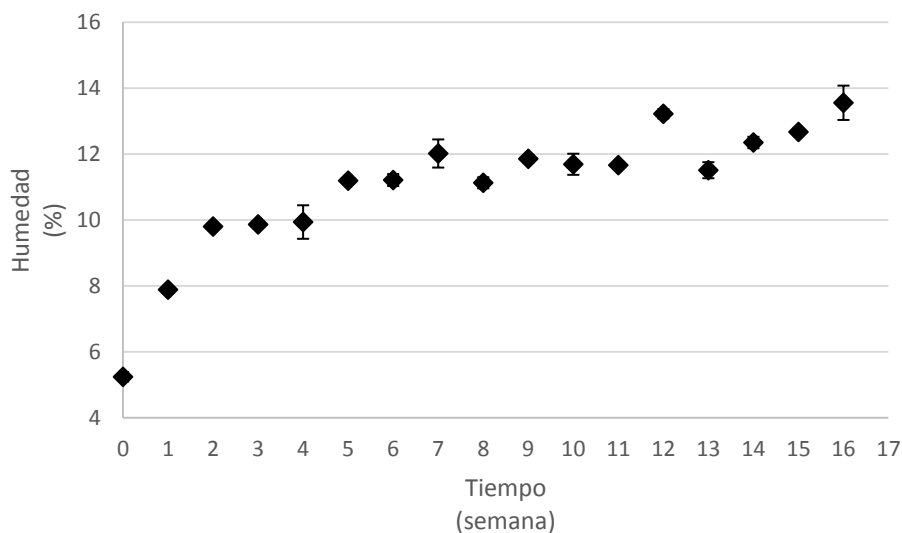
Figura 18. Estudio de vida útil



El estudio se llevó a cabo en una cámara climática marca BINDER a 40 °C y 75 % de humedad relativa con las luces encendidas, durante 16 semanas, con mediciones semanales de humedad, actividad de agua, pH, cambio de color y análisis microbiológico, cuyos resultados se presentan a continuación, y al finalizar este ítem se analizan los datos en conjunto.

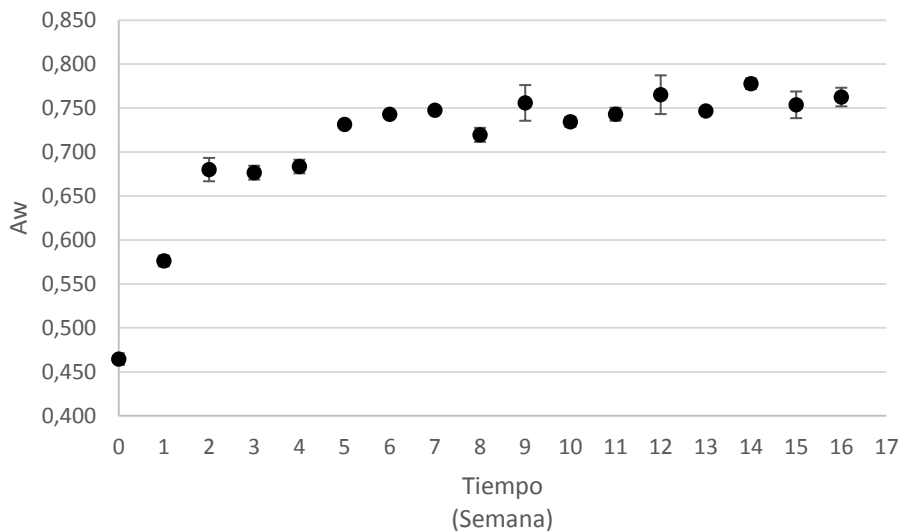
En la Figura 19 se presenta el cambio del contenido de humedad en la harina de sachá inchi, respecto al tiempo. Durante las 2 primeras semanas se presentó un incremento exponencial de la humedad, en las semanas 3 y 4, se dio un comportamiento de equilibrio respecto a la segunda semana, entre las semanas 5 y 11 se presentó una fluctuación entre 11,1 y 12,0 %. Los cambios en la humedad de las semanas 12 a la 16 fluctuaron entre 11,5 % y 13,5 %.

Figura 19. Cambio de la humedad de la harina respecto al tiempo

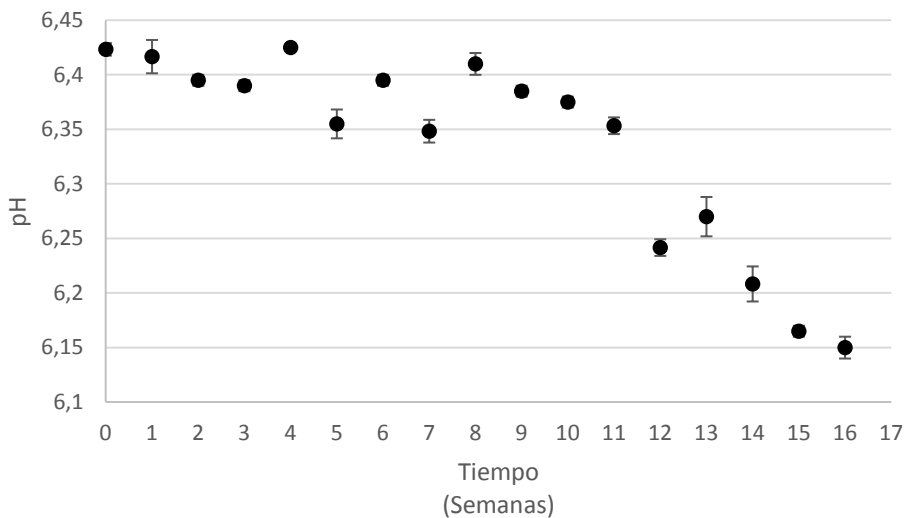


En la Figura 20 se presenta el cambio de la actividad del agua de la harina respecto al tiempo, se evidencia un incremento potencial hasta la semana 2, en las semanas 3 y 4 presenta estabilidad respecto a la semana 2, posteriormente continúa incrementando gradualmente hasta la semana 7. Entre las semanas 8 y 16, se presentó fluctuación entre 0,71 y 0,78, con tendencia creciente. Durante el estudio de vida útil, la harina de sachá inchi presentó valores entre 0,465 y 0,763, lo que indica que pasó de presentar un valor de alta estabilidad –hasta 0,65– estando entre los alimentos de estabilidad media –0,65 a 0,86– (Badui, 2013, 22).

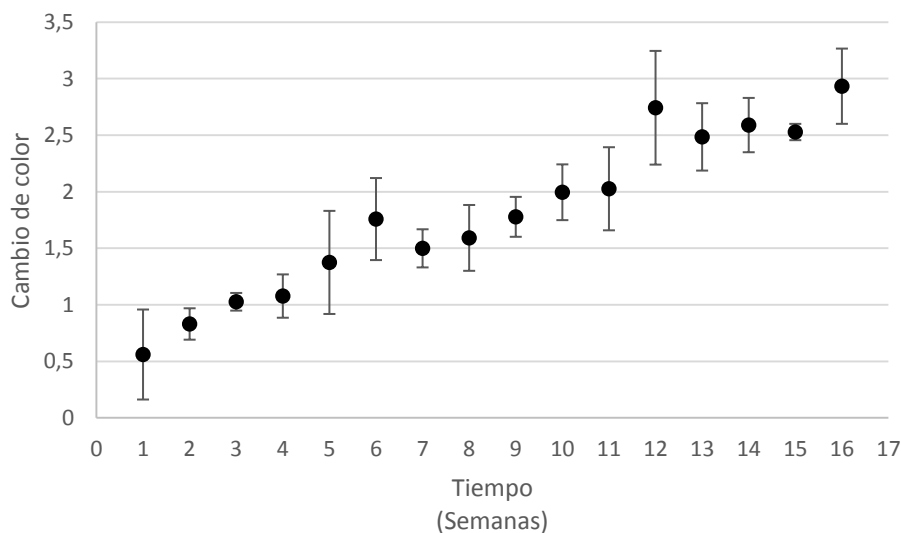
Figura 20. Cambio de la actividad del agua de la harina respecto al tiempo



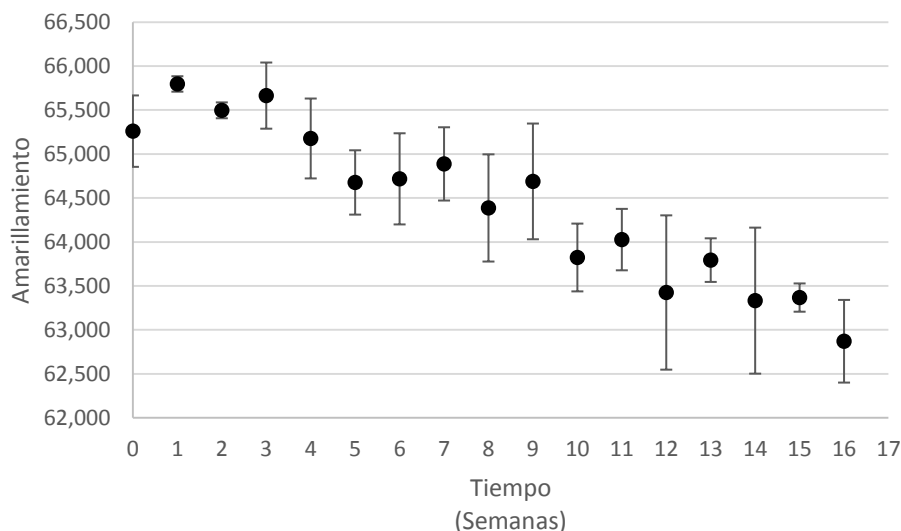
En la Figura 21 se presentan los resultados de pH respecto al tiempo, se observa una tendencia decreciente, de 6,42 a 6,15; lo que indica que la harina de sachá inchi es un alimento no ácido y propicio para el crecimiento de mohos, levaduras y bacterias (Badui, 2013, 23). Cabe anotar que hubo un cambio significativo en el valor reportado en la semana 12 –6,24– respecto al presentado en la semana 11 –6,35–.

Figura 21. Cambio del pH de la harina respecto al tiempo

En la Figura 22, se presenta la estabilidad del color respecto al tiempo, teniendo como referencia el valor reportado en la semana 0. El comportamiento de este atributo muestra que el color se intensifica respecto al tiempo; esto se debe a que las coordenadas a^* y b^* variaron significativamente a partir de la semana 9. La luminosidad no presentó diferencia estadísticamente significativa durante las 16 semanas del estudio.

Figura 22. Estabilidad del color de la harina respecto al tiempo

En la Figura 23, se observa que el amarillamiento de la harina de sachu inchi presenta un comportamiento con tendencia descendente respecto al tiempo de almacenamiento. Este comportamiento es debido a que la luminosidad de la harina fluctuó durante el tiempo de almacenamiento -aunque el cambio no fue significativo, el valor numérico interfiere en el cambio de la relación-, al mismo tiempo que el color amarillo se intensificó, cumpliéndose de forma inversa el comportamiento dado para la relación L^*-b^* (Oliver, Blakeney y Allen, 1992, 547), donde la relación incrementa conforme se disminuye el valor de b^* . Al evaluar los datos estadísticamente, se considera que el cambio en el amarillamiento de la harina de sachu inchi es significativo a partir de la semana 10, al compararlo con el índice reportado para la semana 0. Sin embargo, en el periodo comprendido entre las semanas 5 y 12, el color se mantuvo sin cambio representativo, por tal motivo se tomará la semana 12 como el tiempo de vida útil respecto al color del producto.

Figura 23. Amarillamiento de la harina de respecto al tiempo

En la Tabla 20, se presentan los resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a la harina de sachu inchi. Es importante anotar que en el tiempo 0, es decir, al momento de ser empacada, la calidad microbiológica de la harina se encuentra dentro de los requerimientos; ya que no presenta microorganismos patógenos, evidencia desarrollo de microorganismos aerobios mesófilos, que superan el valor < 10 UFC/g, pero se encuentran dentro de los límites establecidos en la NTC 267 para la harina de trigo donde el índice máximo permisible es de 200.000 UFC/g (ICONTEC, 2007 d, 4).

A analizar los resultados presentados en el tiempo, se establece que el producto conserva aceptable calidad microbiológica hasta la semana 8, pues aunque durante las semanas 0, 4 y 8, se evidenció presencia de aerobios mesófilos, el número de UFC se encuentra dentro del parámetro presentado en la NTC 267 para harina de trigo (ICONTEC, 2007 d, 4), en la semana 12 presentó contaminación con incontables UFC de aerobios mesófilos, 1 UFC de levaduras y fue positivo para *Bacillus subtilis*.

Tabla 20. Análisis microbiológico a la harina durante 16 semanas

Análisis	Semana				
	0	4	8	12	16
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	89	43	108	Incontables	254
Recuento de Coliformes totales /g	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales /g	0	0	0	0	0
Recuento de hongos filamentosos UFC/g	0	0	0	0	0
Recuento de levaduras UFC/g	0	0	10	1	Incontables
Detección de <i>Salmonella sp</i> /25 g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo <i>B. subtilis</i>	Negativo
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo

Al analizar en conjunto los datos presentados en las Figuras 17 a la 21, y la Tabla 20, se puede afirmar que, la harina de sachá inchi al momento de ser empacada, es un producto de estabilidad media, es decir que su vida en anaquel es alta y es un producto que no requiere refrigeración para su conservación, teniendo en cuenta la actividad del agua y el pH que presenta (Badui, 2013, 22).

Teniendo en cuenta la naturaleza del alimento y con el fin de garantizar la calidad microbiológica del alimento en el tiempo, se establecieron los siguientes parámetros de calidad; humedad menor o igual a 12 %, actividad del agua inferior a 0,8 y pH entre 6,35 y 6,45 (Badui, 2013, 22 y 23)

El contenido de humedad se incrementa debido al efecto que ejerce la humedad relativa del medio sobre el producto (Badui, 2013, 24) se considera que la humedad de equilibrio de la harina se encuentra entre 11,1 y 12,0 % bajo las condiciones de almacenamiento en que se encontraba -40 °C, 75 % HR y luces encendidas ya que las fluctuaciones tienden a mantenerse estables alrededor de estos valores. Se debe realizar isotermas de sorción para determinar la humedad de equilibrio del producto,

que teniendo en cuenta lo hallado en la literatura podría encontrarse cercano a 15,55 % para harinas a 75 % de humedad relativa (Badui, 2013, 18). En la literatura consultada recomiendan que el valor máximo de humedad de las harinas y féculas debe ser 13 %, sin embargo, para el caso de la harina de sacha inchi se recomienda que se establezca en un 12 % para garantizar la calidad microbiológica del producto.

La actividad del agua aumenta debido al incremento de la temperatura, en el caso de esta experimentación la harina fue empacada en un ambiente con temperatura promedio de 26,8 °C, y luego se sometió a condiciones extremas, en un ambiente que permanecía alrededor de 40 °C, lo que ocasionó el incremento de la presión de vapor y en consecuencia el aumento de la humedad relativa del producto, pasando de 0,465 a 0,763. A nivel microbiológico el incremento de la actividad de agua es un factor de riesgo para el producto ya que pasó de estar en un valor poco apto para la proliferación de microorganismos a un valor donde pueden desarrollarse levaduras osmófilas (alta presión osmótica), bacterias halófilas (concentración de sal) y hongos dañinos (Badui, 2013, 23). Una ventaja es que los microorganismos requieren mayor actividad de agua para la producción de toxinas que para su crecimiento, por tal motivo el producto no es propicio para el desarrollo de levaduras ni bacterias patógenas o alterantes entre las que se encuentran *E.coli* y *Estafilococos aureus* (Badui, 2013, 22).

Tanto la humedad como la actividad de agua, presentaron incremento potencial hasta la semana 2 y estabilidad entre las semanas 2 y 4. La actividad del agua influye en el oscurecimiento no enzimático, sin embargo la luminosidad del producto se mantuvo en el rango entre 75,91 a 76,84, y no presentó diferencia estadísticamente

representativa respecto al valor inicial, se considera que esta fluctuación hace parte del error de medición inducido por la heterogeneidad de tamaños de partícula en el producto.

El cambio de pH presentado en la semana 12 –6,35– respecto a la 11 –6,24– se relaciona con el incremento de la humedad, en consecuencia, se aumentó la concentración de H^+ en el producto, y esto conllevó a la proliferación de microorganismos que se evidenció en este tiempo.

Teniendo en cuenta los parámetros fisicoquímicos evaluados, se podría afirmar que la vida útil de la harina de sachá inchi empacada en bolsas de polietileno de baja densidad, almacenada a 40 °C y 75 % de humedad relativa, con las luces encendidas es de 11 semanas, ya que el contenido de humedad, actividad del agua y el pH presentados por el producto, dan indicios de calidad fisicoquímica y microbiológica. Sin embargo, como la calidad microbiológica –parámetro de calidad, muy importante en salud pública–, se evaluó en periodos de 4 semanas, y que la harina es susceptible al crecimiento de microorganismos, se debe afirmar que la estabilidad del producto, se asegura en un periodo inferior a 12 semanas.

Tabla nutricional harina de sachá inchi

Una vez obtenidos y analizados los resultados que se presentan en la Tabla 18, y tomando como base la Resolución 333 de 2011 (Minsalud, 2011, 41), se presenta el contenido nutricional de la harina de sachá inchi tomando como base de cálculo una porción de 100 g, con el fin de realizar una comparación de las declaraciones que

podrían realizarse sobre este producto. Sin embargo, es necesario definir la porción, y esto depende directamente de la matriz alimentaria en la cual serán incluidos.

En la Tabla 21, se presenta el contenido nutricional de la harina de sachá inchi. El producto presenta como características nutricionales, las siguientes

- Buena fuente ácidos grasos de tipo omega 3
- Alto contenido de proteína
- Alto contenido de fibra dietaria
- Alto contenido de calcio
- Naturalmente libre de colesterol
- Bajo en grasa saturada
- Bajo en carbohidratos

Tabla 21. Tabla nutricional de la harina de sacha inchi

Información nutricional			
Tamaño por porción (100 g)			
Porciones por envase 10			
Cantidad por porción			
Calorías 370	Calorías de la grasa 40		
Valor diario*			
Grasa total 4 g	7%		
Grasa saturada 0,5 g	3%		
Grasa Trans 0 g	0%		
Colesterol 0 g	0%		
Carbohidrato Total 25 g	8%		
Fibra dietaria 51 g	204%		
Proteína 58 g	116%		
Calcio 57 %	Fósforo 0 %		
Este producto es buena fuente de ácidos grasos omega 3 (0,55 g en 100 Cal), fibra dietaria, proteína y calcio. Naturalmente libre de colesterol. Bajo en grasa saturada y carbohidratos.			
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas			
	Calorías	2000	2500
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g
Grasa saturada	Menos de	20 g	25 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Carbohidrato Total		300 g	375 g
Fibra dietaria		25 g	30 g
Calorías por gramo			
Grasa 9	Carbohidratos 4	Proteína 4	

Ficha técnica de la harina de sacha inchi

Una vez obtenidos y analizados los resultados que se presentan en la Tabla 18 y la Tabla 19, y tomando como guía las fichas técnicas difundidas por el ICBF y el *Codex Alimentarius*, se procedió a la elaboración de la ficha técnica de la harina de sacha inchi que se presenta en el Apéndice E.

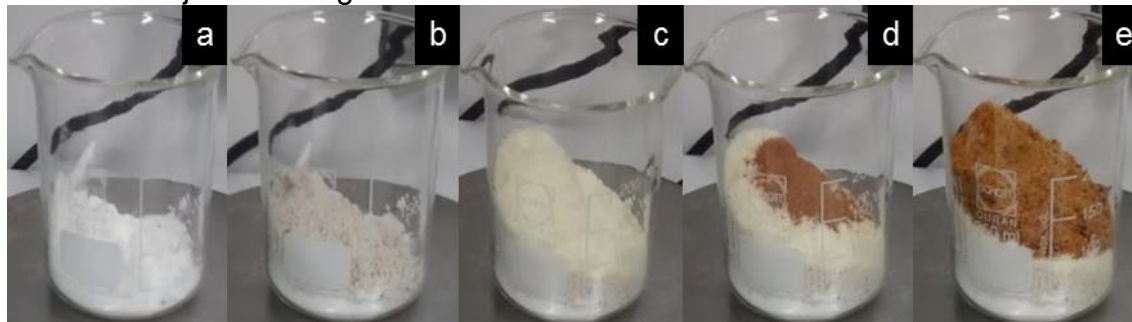
Resultados tercera etapa

Esta etapa tiene como foco central el desarrollo de una colada empleando como ingrediente sustituto del almidón de maíz, la harina de sachá inchi obtenida mediante el proceso seleccionado en la Etapa 1. Posteriormente se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales realizados a los productos obtenidos. Finalmente, las tablas nutricionales de los productos seleccionados.

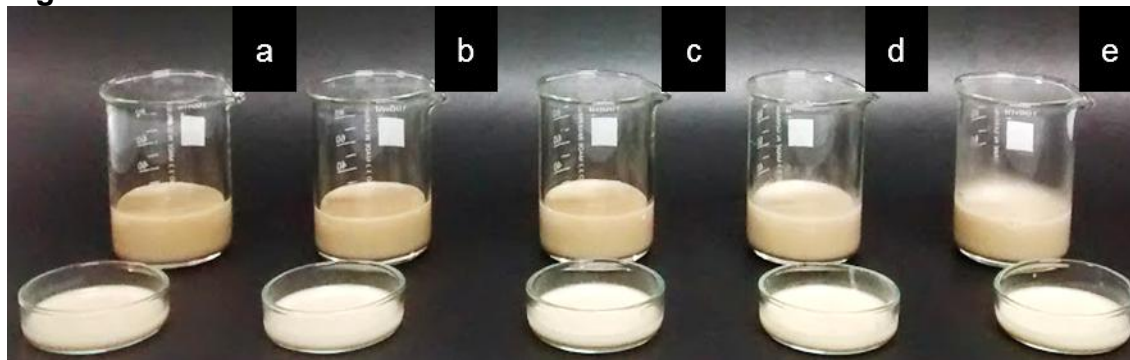
Resultados obtención de premezcla empleando harina de sachá inchi

Una vez elaborado el blanco muestral se procedió a la elaboración de los productos con sustitución porcentual de almidón de maíz por harina de sachá inchi, en total se elaboraron 5 productos –tratamientos–, donde se mantuvo constante el porcentaje de agua, leche en polvo, canela y panela, y se varió la relación de almidón de maíz/harina de sachá inchi, tal como se presentó en la Tabla 8.

En la Figura 24 se presenta el pesaje de los ingredientes secos de la formulación de la colada; a) almidón de maíz, b) harina de sachá inchi, c) leche en polvo, d) canela e) panela.

Figura 24. Pesaje de los ingredientes

Posteriormente se mezclaron los ingredientes y se realizó la cocción de los productos según lo descrito en la metodología. En la Figura 25 se presentan las coladas obtenidas mediante los diferentes tratamientos, a) P₁ -0,0 % HSI-, b) P₂ -1,6 % HSI-, P₃ -3,3 % HSI-, P₄ -4,9 % HSI- Y P₅ -6,5 % HSI-. Siendo HSI harina de sachá inchi.

Figura 25. Coladas obtenidas

Las coladas obtenidas mediante los cinco tratamientos presentaron color, olor y sabor agradable, sin embargo, las coladas obtenidas mediante los tratamientos P₄ y P₅, presentaron precipitado al poco tiempo de ser servidas, esta característica no es deseada en este tipo de productos, por lo tanto, se decidió descartar estas formulaciones para los demás análisis.

Resultados análisis fisicoquímico a los productos obtenidos

En la Tabla 22 se presentan los resultados obtenidos para los tratamientos P₁, P₂ y P₃. El contenido de humedad no presentó diferencia estadísticamente significativa, el contenido graso presentó diferencia significativa, sin embargo, no mostró una tendencia, el contenido proteico presentó diferencia estadísticamente significativa y ascendente conforme se incrementó el contenido de harina de sachá inchi en la formulación.

Tabla 22. Proteína, grasa y humedad de las formulaciones de colada

Tratamineto	Proteína (%)	Grasa (%)	Humedad (%)*
P ₁	1,510 ± 0,016 ^a	0,096 ± 0,016 ^b	82,600 ± 0,699
P ₂	2,570 ± 0,019 ^b	0,047 ± 0,310 ^a	81,981 ± 0,401
P ₃	3,413 ± 0,037 ^c	0,174 ± 0,018 ^c	82,833 ± 0,660

En la Tabla 23 se presentan los resultados de °Brix, pH y actividad del agua para los tres tratamientos. Se observa que los tratamientos P₁ y P₂ presentan mayor número de °Brix que el tratamiento P₃, este comportamiento es contrario a lo esperado, ya que por lo general al disminuir la actividad de agua se concentran los sólidos y en consecuencia los °Brix aumentan, esto puede deberse a que al incrementar el contenido de harina de sachá inchi en la formulación se reducen o no se presentan los procesos de sacarificación durante la cocción (Jagersberger, 2013, 77). Aunque el pH presentó un comportamiento inversamente proporcional al porcentaje de sustitución de almidón de maíz por harina de sachá inchi, se considera que las formulaciones obtenidas bajo los tres tratamientos pueden clasificarse como alimentos de baja acidez cuyo pH está por encima de 4,6, por tal motivo, se recomienda su consumo inmediato

(Barreiro y Sandoval, 2006, 50). Teniendo en cuenta que los productos obtenidos bajo los tres tratamientos no presentaron diferencia estadísticamente significativa para la humedad –Tabla 22–, se considera que la harina de sachá inchi podría tener mayor capacidad de retención de agua que el almidón de maíz, ya que las formulaciones que contienen esta harina presentaron menor actividad de agua que la formulación que solo contenía almidón de maíz.

Tabla 23. °Brix, pH y Aw de las diferentes formulaciones de colada

Tratamiento	°Brix	pH	Aw
P ₁	19,933 ± 0,462 ^b	6,797 ± 0,006 ^c	0,993 ± 0,000 ^b
P ₂	19,567 ± 0,153 ^b	6,733 ± 0,006 ^b	0,989 ± 0,001 ^a
P ₃	18,300 ± 0,100 ^a	6,667 ± 0,006 ^a	0,988 ± 0,000 ^a

Resultados análisis microbiológico a los productos obtenidos

En la Tabla 24, se presentan los resultados de los análisis microbiológicos realizados a las premezclas obtenidas mediante los tratamientos P₁, P₂ y P₃. Se evidencia que los tres productos presentan buena calidad microbiológica, teniendo en cuenta que en el laboratorio de alimentos se opera empleando buenas prácticas de manufactura, se concluye que las coladas elaboradas con dichas premezclas presentaran buena calidad microbiológica, por lo tanto, son aptos para el consumo humano.

Tabla 24. Calidad microbiológica de las premezclas

Análisis	Tratamiento		
	P ₁	P ₂	P ₃
Recuento de aeróbios mesófilos UFC/g	0	0	0
Recuento de Coliformes totales /g	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales /g	0	0	0
Recuento de hongos filamentosos UFC/g	0	0	0
Recuento de levaduras UFC/g	0	0	0
Detección de <i>Salmonella sp</i> /25 g	Negativo	Negativo	Negativo
Recuento de <i>Estafilococos aureus</i> UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i> UFC/g	Negativo	Negativo	Negativo

Resultados análisis sensorial a los productos obtenidos

Una vez garantizada la calidad microbiológica de los productos obtenidos mediante los tratamientos P₁, P₂ y P₃, se procedió a la realización del panel sensorial, según lo descrito en el ítem Análisis sensorial a los productos obtenidos.

Resultados panel sensorial público mayor de 17 años

En la Figura 26 se presenta a la izquierda la preparación de las muestras, y a la derecha la degustación y calificación de los productos por parte del panel general no entrenado.

Figura 26. Panel sensorial público mayor de 17 años

En la Figura 27 y la Tabla 25 se presentan los resultados obtenidos en el panel con público general. La colada obtenida en el tratamiento P₂ tuvo mayor aceptación

dentro del público, el color obtenido mediante este tratamiento tuvo mayor aceptación que el color de la formulación patrón. El color, sabor, aroma y textura de los tratamientos P_1 y P_2 no presentaron diferencia estadísticamente significativa, a diferencia del tratamiento P_3 que no tuvo aceptación dentro del público para los atributos mencionados.

Figura 27. Resultados panel sensorial público mayor de 17 años

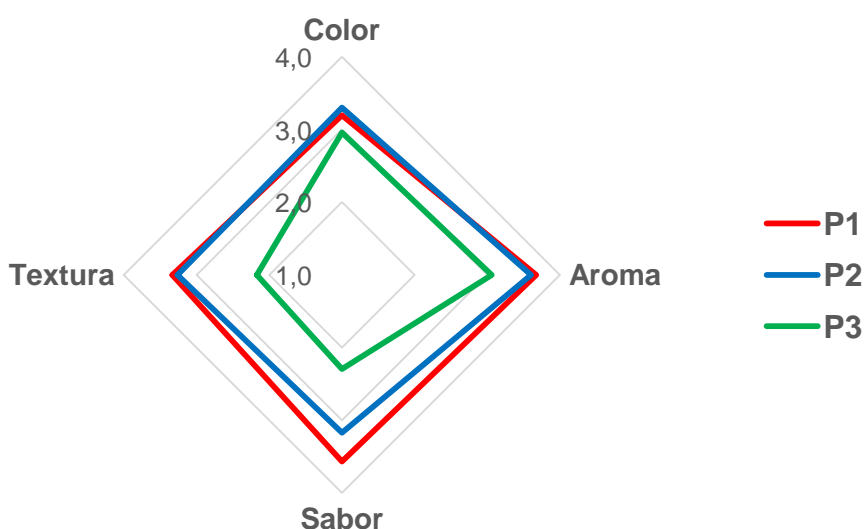


Tabla 25. Análisis estadístico panel sensorial público mayor de 17 años

Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura
P₁	3,195 ± 0,130 ^{ab}	3,674 ± 0,098 ^b	3,570 ± 0,195 ^b	3,331 ± 0,262 ^b
P₂	3,299 ± 0,075 ^b	3,603 ± 0,133 ^b	3,173 ± 0,315 ^b	3,262 ± 0,039 ^b
P₃	2,956 ± 0,119 ^a	3,061 ± 0,023 ^a	2,296 ± 0,287 ^a	2,170 ± 0,063 ^a

Analizado los resultados del panel sensorial con público mayor de 17 años, se identificó que el producto colada tenía mayor aceptación en este grupo, dentro de los panelistas mayores de 45 años, esto se podría explicar pues es un alimento que este público consume o han consumido alguna vez, y que algunas personas menores de

30 años desconocen y asocian su sabor con el de la natilla, pues desconocen la textura y consistencia de una colada.

Resultados panel sensorial público mayor de 45 años

Es importante recordar que el público de este panel estuvo constituido por personas de un centro para adultos mayores. En la Figura 28, se presenta a algunos de los participantes mientras se les invitaba a participar del panel.

Figura 28. Panel sensorial público mayor de 45 años



En la Figura 29 y en la Tabla 26 se presentan los resultados obtenidos en el panel sensorial con público objetivo mayor de 45 años que en un 97 % era población femenina.

Las coladas obtenidas mediante los tres tratamientos no presentaron diferencia estadísticamente significativa para los atributos evaluados. Este resultado puede deberse al deterioro del sistema gustativo que sufre el ser humano con la edad, es decir, se disminuye la sensibilidad y capacidad de distinguir los sabores; como consecuencia de, la disminución del flujo salival, la alteración de la composición de la

saliva y la disminución hasta en un 30 % de las papilas gustativas (Morales, 2001, 80; Fuentes et al., 2010, 162). Posiblemente esta fue la causa por la cual estas personas no percibieron el sabor característico que el panel general rechazó en la colada del tratamiento P₃. La población encuestada manifestó ser consumidora habitual de productos elaborados con Bienestarina y relacionaron el sabor y la textura percibida a la de dicho producto. Este factor también debe ser tenido en cuenta, porque puede suceder que hayan percibido la textura y el sabor característico del producto, pero al ser consumidores habituales lo consideran característico y no como un defecto del producto (ICONTEC, 1996, 2).

Figura 29. Resultado panel sensorial público mayor de 45 años

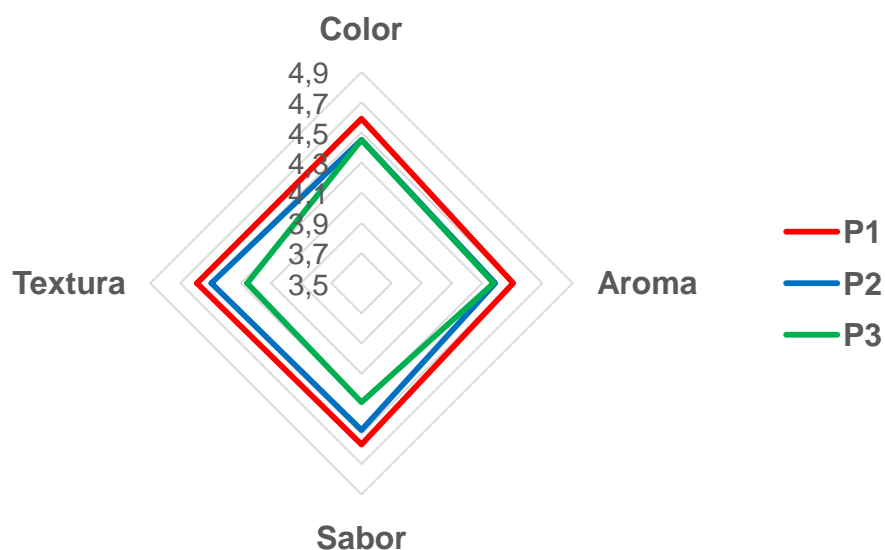


Tabla 26. Análisis estadístico panel sensorial público mayor de 45 años

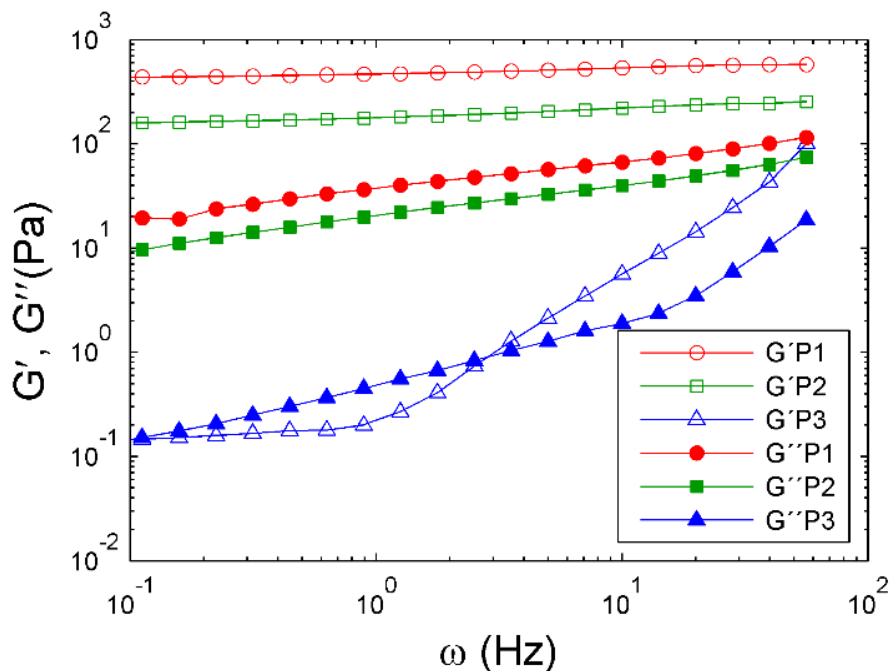
Tratamiento	Color	Aroma	Sabor	Textura
P ₁	4,591 ± 0,233	4,505 ± 0,242	4,570 ± 0,244	4,591 ± 0,233
P ₂	4,452 ± 0,148	4,387 ± 0,161	4,473 ± 0,215	4,495 ± 0,244
P ₃	4,452 ± 0,337	4,376 ± 0,269	4,290 ± 0,252	4,258 ± 0,252

Teniendo en cuenta los resultados presentados se seleccionó la colada obtenida mediante el tratamiento P₃ como el producto prototipo elaborado empleando como ingrediente la harina de sachá inchi obtenida a partir de la torta. Este producto es elaborado con ingredientes propios de la región, que pueden ser fácilmente conseguidos por la población y el proceso es fácil de ejecutar en el hogar o en comedores comunitarios.

Resultados análisis reológico a los productos obtenidos

En la Figura 30 se presenta el efecto del porcentaje de sustitución de almidón de maíz por harina de sachá inchi, el módulo elástico –G'– y el módulo de viscosidad –G''–

Figura 30 Efecto de la sustitución en módulo elástico y de viscosidad



Los resultados obtenidos indican que el tratamiento P_3 tiene menor resistencia al corte que los tratamientos P_1 y P_2 , y a su vez el tratamiento P_1 tiene mayor resistencia al corte que el tratamiento P_2 , gracias a su mayor contenido de almidón de maíz que forma redes de gel, mientras que la harina de sacha inchi no gelifica por su bajo contenido de almidón, lo que favorece el hecho de que no se presenten procesos de sacarificación durante la cocción (Jagersberger, 2013, 77). La incorporación de harina de sacha inchi en la formulación permite obtener productos que no gelifiquen, lo que podría presentar ventajas técnicas en comedores donde se manejen grandes volúmenes de producto, ya que podrían contribuir a disminuir las pérdidas de producto que se queda en los recipientes de cocción, además podrían contribuir a una mejor presentación en el plato.

También, el comportamiento podría deberse a la granulometría; ya que, el almidón de maíz tiene menor tamaño de partícula que la harina de sachá inchi lo que favorece el incremento de la resistencia al corte en los tratamientos que tienen mayor contenido de almidón que harina de sachá inchi, según lo descrito en un estudio realizado a la harina de calabaza; es importante tamizar la harina con el fin de que las partículas sean uniformes y esto favorece el incremento en la viscosidad de la mezcla (Ahmed et al., 2014, 50). En caso de contar con una harina más fina, se tendrá la misma tendencia en las diferentes formulaciones, pero el módulo elástico presentará mayor magnitud.

Los tratamientos P_1 y P_2 presentan comportamiento sólido, pero, a medida que se incrementa la frecuencia, se incrementa el ángulo de fase, tienden a ser líquido. El fluido del tratamiento P_3 presenta un comportamiento líquido y a medida que se aumenta su frecuencia tiende a ser sólido (Ahmed et al., 2014, 50).

En los tratamientos P_1 y P_2 se presenta una diferencia significativa entre G' y G'' , donde G' presenta mayor magnitud que G'' , lo que indica una tendencia a un material pseudoplástico. Por otro lado, el tratamiento P_3 presenta menor diferencia en magnitud entre G' y G'' , además el comportamiento varía según la frecuencia; hasta 0,1 G' es mayor que G'' , entre 0,1 y 2,5 G' es menor que G'' , y finalmente de 2,5 en adelante G' vuelve a ser mayor que G'' , lo que indica que el fluido del tratamiento P_3 es un líquido que a altas frecuencias tiende a comportarse como sólido (Ahmed et al., 2014, 50).

Resultados caracterización fisicoquímica a la colada de sachá inchi obtenida mediante el proceso seleccionado

Una vez analizados los resultados obtenidos, se seleccionó el tratamiento P₃. En la Tabla 27 se presentan los resultados para la caracterización fisicoquímica de dicho tratamiento y se compara con el blanco muestral –tratamiento P₁–

La colada obtenida mediante el tratamiento P₃ –3,3 % HSI–, comparada con la obtenida mediante el tratamiento P₁ –0,0 % HSI–; aporta 2,29 % menos calorías, 16,30 % menos carbohidratos, 28,57 % más cenizas, 1,43 % más de grasa y 90,65 % más de proteína, como se presenta en la Tabla 27. Posteriormente, al comparar los aportes en una porción de una taza –Tabla 28 y Tabla 29–, se aprecia que la diferencia en el aporte diario de grasa no es significativa.

Tabla 27. Resultados análisis fisicoquímicos de las coladas obtenidas

Análisis Fisicoquímico	Unidades	Tratamiento	
		1	3
Calorías	Kcal/100 g	74,20	72,50
Carbohidratos	%	14,85	12,43
Cenizas	%	0,49	0,63
Grasa total	%	0,70	0,71
Humedad	%	81,83	82,14
Proteína	%	2,14	4,08
Fibra cruda	%	0,61	0,27

Tabla nutricional de las coladas

Una vez obtenidos y analizados los resultados que se presentan en la Tabla 27, y tomando como base la Resolución 333 de 2011 (Minsalud, 2011, 41), se presenta el contenido nutricional de las coladas obtenidas mediante los tratamientos P₁ y P₃, tomando como base de cálculo una porción de 399 g, equivalentes a una taza del producto, con el fin de realizar una comparación de las declaraciones que podrían

realizarse sobre los productos obtenidos. Sin embargo, en caso de emplear la harina de sachá inchi en otro tipo de preparación, es necesario definir la porción, y esto depende directamente de la matriz alimentaria en la cual serán incluidos.

En la Tabla 28 se puede observar que las características aplicables al producto desarrollado son:

- Buena fuente de proteína
- Alto en carbohidratos
- No bajo en grasa; aunque tiene 3 g de grasa, que representan el 4 % del valor diario recomendado, este contenido aporta más del 30 % de las calorías del producto

Tabla 28. Tabla nutricional colada obtenida mediante el tratamiento P₁

Información nutricional			
Tamaño por porción: una Taza, 240 ml (399 g)			
Porciones por envase 1			
Cantidad por porción			
Calorías 300	Calorías de la grasa 40		
Valor diario*			
Grasa total 3 g	4%		
Carbohidrato Total 59 g	20%		
Proteína 9	17%		
Producto buena fuente de proteína, alto en carbohidratos.			
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas			
	Calorías	2000	2500
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g
Grasa saturada	Menos de	20 g	25 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Carbohidrato Total		300 g	375 g
Fibra dietaria		25 g	30 g
Calorías por gramo			
Grasa 9	Carbohidratos 4		Proteína 4

En la Tabla 29 se puede observar que el producto es:

- Alto en proteína
- Buena fuente de carbohidratos
- No es bajo en grasa; aunque tiene 3 g de grasa, que representan el 4 % del valor diario recomendado, este contenido aporta más del 30 % de las calorías del producto

Tabla 29. Tabla nutricional colada obtenida mediante el tratamiento P₃

Información nutricional			
Tamaño por porción: una Taza, 240 ml (399 g)			
Porciones por envase 1			
Cantidad por porción			
Calorías 290	Calorías de la grasa 40		
Valor diario*			
Grasa total 3 g	4%		
Carbohidrato Total 50 g	17%		
Proteína 16 g	33%		
Este producto tiene alto contenido de proteína, y es buena fuente de carbohidratos.			
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 2000 calorías. Sus valores pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas			
	Calorías	2000	2500
Grasa Total	Menos de	65 g	80 g
Grasa saturada	Menos de	20 g	25 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Carbohidrato Total		300 g	375 g
Fibra dietaria		25 g	30 g
Calorías por gramo			
Grasa 9	Carbohidratos 4	Proteína 4	

Al analizar en conjunto los resultados de las Tablas 27, 28 y 29, se puede afirmar que la colada elaborada con la mezcla almidón de maíz/harina de sacha inchi tiene mejores aportes a la alimentación diaria que la colada elaborada con almidón de maíz. La primera es alta en proteína y buena fuente de carbohidratos, mientras que la segunda es buena fuente de proteína y alta en carbohidratos. Se recomienda dirigir este producto y/o los similares obtenidos con esta concentración de harina de sacha

inchi a población mayor de 45 años, como complemento nutricional, ya que presenta buena calidad nutricional y aceptan la calidad sensorial.

Conclusiones

La torta de sachá inchi presenta alto contenido de ácidos grasos tipo omega 3, proteína, fibra dietaria y calcio, así como bajo contenido de grasa saturada. Gracias a su contenido nutricional, este subproducto puede ser aprovechado en la industria alimentaria, sin embargo, requiere ser sometida a tratamiento térmico con el fin de garantizar su calidad microbiológica y mejorar sus características organolépticas.

La temperatura seleccionada para el acondicionamiento de torta de sachá inchi en el expeller, que ingresara a la línea de obtención de harina debe ser de 110 °C, empleando la boquilla de 8 mm de diámetro y una velocidad de prensado de $36,450 \pm 0,495$ rpm.

El acondicionamiento de la materia prima permite reducir el contenido graso del producto, entre el 75 y 77 %, dando como resultado harinas con contenido graso entre 3,8 y 4,4 %.

La harina de sachá inchi, obtenida mediante el procedimiento propuesto, presenta un incremento alrededor de 18 % en proteína, respecto al de la torta –materia prima–, en 100 g de producto. Este producto puede ser considerado como buena fuente de proteína, fibra dietaria, calcio y ácidos grasos omega 3 –0,55 g en 100 Cal–, naturalmente libre de colesterol, bajo en grasa saturada y en carbohidratos; según la normatividad colombiana aplicable.

La harina de sachá inchi con contenido graso y humedad inferiores a 4,5 %, es un producto de estabilidad intermedia, no requiere refrigeración para su conservación.

Su periodo de vida útil, cuando esta empacada en bolsas de polietileno de baja densidad, y almacenada a 40 °C, 75 % de humedad relativa y con luces encendidas, es de inferior a 11 semanas.

La harina de sachá inchi es un ingrediente de gran potencial desde la parte nutricional para la industria alimentaria, gracias a su aporte de proteína, fibra dietaria, calcio y ácidos grasos omega 3, además a nivel fisicoquímico es estable durante el almacenamiento y presenta buena calidad microbiológica, siempre y cuando se sigan las buenas prácticas de manufactura durante su obtención y manejo.

La colada elaborada empleando como ingrediente harina de sachá inchi es un producto que presenta calidad microbiológica, sensorial y nutricional. Se destaca el aporte de proteína y fibra a la dieta diaria. El contenido de harina de sachá inchi en la formulación afecta directamente las propiedades reológicas del producto, ya que el contenido de harina de sachá inchi no permite la gelificación y no se presentan procesos de sacarificación durante la cocción.

La viscosidad de la colada elaborada con harina de sachá inchi, facilita el proceso de suministro del producto, especialmente en comedores donde se manejen altos volúmenes, ya que debido a que no gelifica se logra porcionar –emplatar– más fácilmente generando menos pérdidas, pues a diferencia de los productos altos en almidón no se queda pegado al recipiente de cocción.

La colada elaborada con la mezcla 3, 26,00 % almidón de maíz/ 3,26 % harina de sachá inchi, comparada con el blanco muestral aporta; 2,29 % menos calorías,

16,30 % menos carbohidratos, 28,57 % más cenizas, 1,43 % más de grasa (valor que no es significativo en una porción de una taza), y 90,65 % más de proteína. Este producto puede ser empleado como complemento alimenticio en la dieta de adultos mayores, gracias a su calidad nutricional, a su calidad sensorial ya que es aceptada dentro de esta población.

Recomendaciones

Es necesario contar con un proveedor confiable, para garantizar la calidad de la materia prima, la reproducibilidad del proceso y la calidad de los productos y subproductos obtenidos.

Para futuras investigaciones, es pertinente evaluar la calidad biológica y la biodisponibilidad de la torta de sachá inchi y los productos obtenidos a partir de ésta, incluyendo estudios sobre compuestos antinutricionales que podrían limitar el aprovechamiento de proteínas y otros macronutrientes.

Aunque en la literatura consultada afirman que la torta de sachá inchi es calificada por el Sistema Global Armonizado, como “No clasificadas”, es decir que no es tóxica, teniendo en cuenta que es un subproducto proveniente de un proceso no estandarizado, y que durante su almacenamiento podría sufrir cambios fisicoquímicos que deterioren su calidad, se sugiere realizar estudios toxicológicos a los productos obtenidos a partir de ésta, antes de ser incorporados en matrices alimentarias ya sea para el consumo humano o animal, y definir la dosis máxima para el producto obtenido.

Con el fin de optimizar el proceso y conservar la calidad nutricional del producto, futuras investigaciones podrían estudiar la influencia de temperaturas intermedias entre 90 y 110 °C, también la variación de la velocidad del tornillo.

Un aspecto a tener en cuenta para el escalamiento del proceso, es que, aunque se reduce el contenido graso y en consecuencia se reduce la masa del producto, el volumen prácticamente se duplica debido al tamaño de partícula con la que es

expulsado del equipo, por tal motivo se sugiere instalar una cortadora a 3 cm de la boquilla para reducir el tamaño de la torta pelletizada y facilitar su posterior procesamiento.

Para futuras investigaciones, se sugiere investigar sobre el tipo de molino que permita obtener tamaños de partícula más finos, con el fin de poder incluir la harina de sachá inchi en diversas matrices alimentarias, incluyendo bebidas, y que el tamaño de partícula no afecte la textura y en consecuencia la palatabilidad del alimento.

Se recomienda realizar un estudio a las propiedades funcionales la harina de sachá inchi con el fin de desarrollar productos de alto valor agregado para poblaciones específicas. Por ejemplo, una vez evaluado el contenido de almidón y de azúcares en la harina de sachá inchi podrían elaborarse productos para diabéticos.

Se recomienda realizar estudios de estabilidad a la harina de sachá inchi a diferentes condiciones ambientales, y determinar la humedad de equilibrio a las condiciones en las cuales se someta.

Desarrollar productos de galletería y panificación aprovechando que en este tipo de matrices podría incluirse mayor contenido de harina de sachá inchi, ya que otros ingredientes contribuyen a la formación de redes para mejorar la textura del alimento.

Teniendo en cuenta el público objetivo, en caso de elaborar bebidas o productos cuchareables, incorporar gomas e ingredientes emulsificantes que permitan suavizar la textura del producto y evitar la precipitación de las partículas de harina de sachá inchi.

Incluir en la encuesta de evaluación sensorial, el atributo facilidad para deglutir (tragar), ya que se considera un aspecto importante en los atributos que debe tener un producto dirigido a la población adulto mayor.

Una vez definida la población a la cual se van a dirigir los productos elaborados con harina de sachá inchi, se debe verificar los niveles de toxinas máximos permitidos y analizar los productos bajo métodos que permitan garantizar la calidad microbiológica del producto según la normatividad.

La cadena agroindustrial del sachá inchi podría adoptar el modelo de trabajo de MANÁ; contribuyendo al desarrollo sostenible de la comunidad empleando buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de manufactura e incentivando en los productores la seguridad y soberanía alimentaria; los productores podrían vender el aceite rico en ácidos grasos insaturados al mercado internacional a un precio competitivo, y emplear la torta, subproducto del prensado en frío, para la elaboración de productos alimenticios para el consumo en el hogar, contribuyendo a la seguridad alimentaria por su aporte de proteína y dependiendo del proceso de obtención podría contribuir con ácidos grasos a la dieta de la población del Bajo Cauca antioqueño, considerada vulnerable.

Referencias

- Aguilar, César., Castro, Federico. y Sotelo Edwin. (2008). *Cultivo de sachá inchi*. Recuperado de http://www.cied.org.pe/admin/files/publicaciones/26062012194925_protocolo_sacha_inchi.pdf
- Ahmed, Jasim., Al-Foudari, Muhammad., Al-Salman, Fatimah Almusallam. y Abdulwahab S. (2014). Effect of particle size and temperature on rheological, thermal, and structural properties of pumpkin flour dispersion. *Journal of Food Engineering*, 124(1), 43-53. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877413005001>
- Aire Tarma, Yveth L. y Taipe Chacaltana, Karina S. (2011). *Elaboración y caracterización de bebida esterilizada a partir de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Recuperado de <http://docplayer.es/4951200-Universidad-nacional-daniel-alcides-carrion-facultad-de-ciencias-agropecuarias-e-f-p-ing-en-industrias-alimentarias.html>
- Antonioli, Federico. y Arfini Filippo. (2013). *Sachá inchi. Investigación sobre las condiciones para el reconocimiento de la indicación geográfica en el Perú*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303851451_sacha_inchi_investigacion_sobre_las_condiciones_para_el_reconocimiento_de_la_indicacion_geografica_en_el_peru
- Artigas Verde, José M., Capilla, Perea y Pujol, Jaume. (2002). *Tecnología del color*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=8437054362>
- Association of Oficial Analytical Chemist. (1996). *Oficial Methods of Analysis of AOAC 994.18*. Washington: AOAC International.

Association of Oficial Analytical Chemist. (2005). Oficial Methods of Analysis of AOAC 934.01/05. Washington: AOAC International.

Association of Oficial Analytical Chemist. (2005). Oficial Methods of Analysis of AOAC 978.18. Washington: AOAC International.

Bacigalupo, Antonio y Tapia, Mario. (2000). Capítulo V, Agroindustria. En: Mario E. Tapia, Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación (pp. 113-151). Recuperado de https://issuu.com/b.mendozaelizabeth/docs/cultivos_andinos_subexplotados_y_s1

Badui Dergal, Salvador. (2013). Química de los alimentos (Quinta ed.). México: Pearson.

Báez Pazmiño, Lizeth L. y Borja Armijos, Ana K. (2013). Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2380>

Barreiro Méndez, José A. y Sandoval Briceño, Aleida J. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=r7y3XuFAB8UC>

Bejarano Roncancio, Jhon J. y Fandiño Martínez, Melany A. (2011). Caracterización de las condiciones higiénico sanitarias y microbiológicas de los puntos operativos del programa nacional de alimentación al adulto mayor PNAAM ICBF 2007. *Revista Facultad de Medicina*, 59(4), 308 - 318. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/29753/>

Bello Gutiérrez, José. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=8479784474>

Benavides Solís, Jorge. (2003). *La memoria agredida*.

Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=9978223401>

Berk, Zeki. (2009). *Food Process Engineering and Technology*.

Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123736604>

Betancourth López, Cristhian F. (2013). *Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi*

(Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite.

Recuperado de [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/970/B](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/970/Betancourth_L%C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf?sequence=2)

[etancourth_L%C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf?sequence=2](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/970/Betancourth_L%C3%B3pez_Cristhian_Fernando_2013.pdf?sequence=2)

Cachique, Dante. (2006). *Sistema de producción y mejoramiento genético de Sachá Inchi en*

San Martín. Recuperado de <http://www.iiap.org.pe/Upload/Avance/bosque3.pdf>

Calero Ramírez, Benjamín R. (2013). *La cadena de valor del Sachá Inchi en la región San*

Martín. Análisis y lineamientos estratégicos para su desarrollo.

Recuperado de http://www.pdrs.org.pe/img_upload_pdrs/36c22b17acbae902af95f805c

[bae1ec5/Cadena_Valor_Sachá_inchi.pdf](http://www.pdrs.org.pe/img_upload_pdrs/36c22b17acbae902af95f805c)

Carrillo Inugaray, María L. y Reyes Munguía, Abigail. Vida útil de los alimentos. *Revista*

Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, 2(3). Recuperado de

<http://www.ciba.org.mx/index.php/CIBA/article/view/20/32>

Chirinos, Octavio., Adachi, Leonardo., Calderón, Fernando., Díaz, Raúl, Larrea, Luis., Mucha,

Gustavo y Roque, Liliana. (2009). *Exportación de sachá inchi al mercado de Estados*

Unidos.

Recuperado de http://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el%20documento%20

[0completo.pdf](http://www.esan.edu.pe/publicaciones/Descargue_el%20documento%20)

- Codex Alimentarius. (2007). CODEX STAN 174-1989. Norma General para los Productos Proteínicos Vegetales (PPV). En: Cereales, legumbres, leguminosas, productos derivados y proteínas vegetales (2 ed., Vol. 7, pp. 102-105). Roma, Italia: FAO/OMS.
- Codex Alimentarius. (2013). Joint Fao/Who Food Standards Programme. Codex Alimentarius Commission. Thirty-sixth Session. Recuperado de ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CAC/cac36/CRDs/cac36_CRD10.pdf
- Contreras Jimenez, Bernarda. L. (2009). *Caracterización de harina de maíz instantánea obtenida por calentamiento óhmico*. Recuperado de <http://itzamna.bnct.ipn.mx/dspace/bitstream/123456789/4899/1/BLCJ.PDF>
- Da Silva, Neusely., Hiromi Taniwaki, Marta., Amstalden Junqueira, Valéria C., De Arruda Silveira, Neliane F., Da Silva Do Nascimento, Maristela y Romeiro Gomes, Renato A. (2013). *Microbiological examination methods of food and water*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn>
- Elizalde, Ana de Dios, Porrilla, Yamid P. y Chaparro, Diana. czC. (2009). Factores antinutricionales en semillas. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 45-54. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v7n1/v7n1a07.pdf>
- Espinoza Silva, Clara. R. y Quispe Solano, Miguel. A. (2011). *Tecnología de cereales y leguminosas*. Recuperado de <https://maqsolano.files.wordpress.com/2012/08/texto-de-tecnologia-de-cereales-y-leguminosas.pdf>
- Fellows, Peter. (2007). *Tecnología del procesamiento de los alimentos: principios y prácticas* (Segunda ed.). Zaragoza, España: Acribia S.A.
- Follegatti-Romero, Luis A., Piantino, Carla R., Grimaldi, Renato y Cabral, Fernando. A. (2009). Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*

L.) seeds. *Journal of Supercritical Fluids.*, 49(3), 323-329. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844609001119>

Fuentes, Aler, Fresno, María J., Santander, Hugo, Valenzuela, Saúl, Gutiérrez, Mario. F. y Miralles, Rodolfo. (2010). Sensopercepción Gustativa: una Revisión. *International journal of odontostomatology*, 161-168. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2010000200010&lng=es&tIng=es.10.4067/S0718-381X2010000200010

García Román, M. (s.d.). Tecnología de cereales: 2º Curso de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>

Garmendia, Fausto, Pando, Rosa y Ronceros, Gerardo. (2011). Efecto del aceite de sacha inchi (*plukenetia volúbilis* L) sobre el perfil lipídico en pacientes con hiperlipoproteinemia. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*. 28(4), 628-632. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342011000400009&lng=es&nrm=iso. ISSN 1726-4634.

Garrido Pertierra, Amando y Teijón Rivera, José. M. (2006). *Fundamentos de bioquímica*. Recuperado de https://books.google.com/books?id=lw_z2TPXvZgC

Gil Hernández, Angel, y Ruíz López, María D. (2010). Tratado de nutrición: composición y calidad nutritiva de los alimentos (Vol. II). Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=8498353475>

Gobernación de Antioquia. (2014). Maná Gobernación de Antioquia. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=a9C8d4ywpYE>

- Gómez Mesa, Julio E. (2005). *Monografía y cultivo de SACHA INCHI (Plunketia volubilis L.): Oleaginosa promisorio para la diversificación productiva en el trópico*. Florencia, Colombia: PRODUMEDIOS.
- Gorriti, Armili, Arroyo, Jorge, Quispe, Fredy, Cisneros, Braulio, Condorhuamán, Martín, Almora, Yuan y Chumpitaz, Victor. (2010). Toxicidad oral a 60 días del aceite de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y linaza (*Linum usitatissimum* L.) y determinación de la dosis letal 50 en roedores. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(3), 352-360. Recuperado de <http://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/v27n3/a07v27n3.pdf>
- Gorriti, A., Arroyo, Jorge, Quispe, Fredy., Cisneros, Braulio., Condorhuamán, Martín., y Chumpitaz, Victor. (2010). Evaluación de la actividad antihipertensiva del aceite de sachá inchi (*Plunketia volubilis* L.) en ratas Holtzmann. En: Química, farmacología y toxicología del aceite de sachá inchi destinado al mercado de alimentos funcionales (pp. 14-27). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/68534962/Caracterizacion-quimica-far-tox-del-aceite-de-Sacha-inchi-Arilm-Gorriti#download>
- Gorriti, Armili, Quispe, Fredy, Cisneros, Braulio, Condorhuamán, Martín, y Chumpitaz, Victor. (2010). Actividad hipolipemiente del aceite de sachá inchi (*Plunketia volubilis* L.) en ratas Holtzmann. Comparación con aceite de linaza. En: Química, farmacología y toxicología del aceite de sachá inchi destinado al mercado de alimentos funcionales (pp. 14-27). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/68534962/Caracterizacion-quimica-far-tox-del-aceite-de-Sacha-inchi-Arilm-Gorriti#download>
- Grupo latino editores. (2008). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. México: Grupo latino editores.

- Guillén, María D., Ruiz, Ainhoa, Cabo, Narea, Chirinos, Rosana, y Pascual, Gloria. (2003). Characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil by FTIR spectroscopy and H NMR. Comparison with Linseed Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 80(8), 755–762. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s11746-003-0768-z#/page-1>
- Gutiérrez, Luis F., Rosada, Lina M., y Jiménez, Álvaro. (2011). Composición química de las semillas de " Sacha Inchi" (*Plukenetia volubilis* L) y características de su fracción lipídica. *Grasas y aceites*, 62(1), 76-83. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3404093>
- Hamaker, B. R., Valles, C., Gilman, R., Hardmeier, R. M., Clark, D., Garcia, H. H., . . . Lescano, M. (1992). Amino Acid and Fatty Acid Profiles of the Inca Peanut (*Plukenetia volubilis*). *Cereal Chemistry*, 69(4), 461-463. Recuperado de <http://ir.xtbg.org.cn/handle/353005/8353>
- Hernández Montes, Arturo. (2007). *Evaluación sensorial de productos agroalimentarios*. Chapingo: Universidad Autonoma Chapingo.
- Houwink, R. y de Decker H. K. (1971). *Elasticity, Plasticity and Structure of Matter*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=052107875X>
- Huaman, Juan., Chavez, Katterine., Castañeda, Erdwin., Carranza, Santiago., Chávez, Tania., Beltrán, Yuri., Caffo, Carlos., Cadillo, Romulo., y Cadenillas, Jeff. (2008). Efecto de la *Plukenetia volubilis* Linneo (sacha inchi) en la trigliceridemia posprandial. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(4), 263-266. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832008000400008

- Hurtado Ordoñez, Zully A. (2013). *Análisis composicional de la torta y aceite de semillas de sachá inchi (Plukenetia volubilis) cultivada en Colombia*. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/12689/1/7609501.2013.pdf>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (1996). Análisis sensorial. Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Bogotá: ICONTEC. [NTC 3932].
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2005). Análisis sensorial. Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativas. Bogotá: ICONTEC. [NTC 5328]
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2006). Industrias alimentarias. Nivel máximo permitido de aflatoxinas en los alimentos. 3. Bogotá, Colombia: ICONTEC. [NTC 3581].
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2006). Microbiología. Método horizontal para el recuento de *Bacillus cereus* técnica de recuento de colonias. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4679].
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Coliforme o *Escherichia coli* o ambos. Técnicas de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénicos. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4458].
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Microbiología de alimentos y alimentos Para animales. Método horizontal para la detección de *Salmonella* spp. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4574].

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de Estafilococos coagulasa positiva (*Staphylococcus aureus* y otras especies). Bogotá: ICONTEC. [NTC 4779].

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2007). Harina de trigo. Bogotá: ICONTEC. [NTC 267].

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2009). Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4092].

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2009). Microbiología. Guía general para el recuento de mohos y levaduras. Técnica de recuento de mohos y levaduras. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4132].

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2009). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para la enumeración de aeróbios mesófilos. Bogotá: ICONTEC. [NTC 4519]

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2009). Microbiología de alimentos y alimentos para animales. Método horizontal para enumeración de mohos y levaduras. Parte 1: Técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (Aw) superior a 0,95. Bogotá: ICONTEC. [NTC 5698-1]

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2009). Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la enumeración de mohos y levaduras. Parte 2: técnica de recuento de colonias en productos con actividad acuosa (Aw) igual o superior a 0,95. Bogotá: ICONTEC. [NTC 5698-2].

Instituto colombiano del Bienestar Familiar. (2009). Bienestarina. Distribución, cuidado y uso de un Recurso Sagrado. Bogotá: ICBF. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/94630728/CARTILLABienestarina>

Instituto Colombiano del Bienestar Familiar. (1999). Guías alimentarias para la población colombiana mayor de dos años. Bogotá: ICBF. Recuperado de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/Descargas1/POBLACIONMAYORDE2A%C3%91OS.pdf>

Instituto Colombiano del Bienestar Familiar. (2010). Lineamientos técnico administrativos y estándares del programa de alimentación escolar. Bogotá: ICBF. Recuperado de <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortalICBF/Bienestar/Programas/PAE/LINEAMIENTOTECHNICOPAE30DEDICIEMBREDE2010.pdf>

Instituto Colombiano del Bienestar Familiar. (2012). Manual Operativo Programa Nacional de Alimentación para el Adulto Mayor. Bogotá: ICBF. Recuperado de http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/IntranetICBF/prueba1/macro_procesos/MP_misionales/G_atencion_familiasycomunidades/MO1.MPM3%20Manual%20Operativo%20Programa%20Nacional%20de%20Alimentaci%C3%B3n%20para%20el%20Adulto%20Mayor%20v1.pdf

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. (s.d.). Tecnología de extracción de aceite de sacha inchi. Recuperado de 190.187.112.90/promamazonia/SBiocomercio/Upload/Lineas/Documentos/541.pdf

Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. (2001). Manual de procedimientos para el control microbiológico de alimentos. Recuperado de

https://books.google.com.co/books?id=HcsOAQAIAAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Instituto Nacional de Salud. (2008). I Foro “Investigación y biocomercio de plantas medicinales y alimenticias de uso tradicional en el Perú”. Recuperado de <http://cdam.minam.gob.pe/publielectro/biocomercio/investigacionbiocomercio.pdf>

Jagersberger, Julia. (2013). *Development of novel products on basis of Sacha Inchi – Use of press cakes and hulls*. Berghofer: Universitat Wien. Recuperado de http://othes.univie.ac.at/25424/1/2013-01-22_0603329.pdf

Linné, C. (1753). *Plukenetia volubilis* L. En: C. Linné, *Species Plantarum* (p. Impensis Laurentii Salvii). Holmiae: 560-561. Recuperado de <http://www.tropicos.org/Name/12802411>

Manco Céspedes, Emma. (2006). *Cultivo de Sacha Inchi*. Recuperado de <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/1418.pdf>

Marca MAIZENA. (2015). Coladas. Recuperado de <http://www.maizena.com.co/producto/categoria/995029/coladas>

Ministerio de la Protección Social. (2011). Resolución número 333 de 2011. por la cual se establece el Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos para consumo humano. Bogotá: Minsalud.

Ministerio de la Protección Social. (2013). Resolución 4506 de 2013 por la cual se establecen los niveles máximos de contaminantes en los alimentos destinados al consumo humano y se dictan otras disposiciones. Bogotá: Minsalud.

Mondragón Tarrillo, Iris G. (2009). *Estudio farmacognóstico y bromatológico de los residuos industriales de la extracción del aceite de Plukenetia volubilis L. (Sacha*

inchi). Recuperado de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1502/1/Mon_dragon_ti.pdf

Morales Martínez, Fernando. (2001). *Temas prácticos en geriatría y gerontología* (Tomo II).

Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=Sr8WfpUCTEYC>

Moya, Luz. (1995). *Pueblos Indígenas y Educación. La fiesta religiosa indígena en el Ecuador*.

Recuperado de <https://books.google.com.co/books?isbn=9978041591>

Obregón, A. (1996). Obtención de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en polvo, secado por atomización. *Tropicultura*, 8, 1-2.

Oliver, J. R., Blakeney, A. b., y Allen, H. M. (1992). Measurement of flour color in color space parameters. *Cereal Chemistry*, 69(5), 546-551.

Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005).

PROGRAMA CONJUNTO FAO/OMS SOBRE NORMAS ALIMENTARIAS. COMITÉ DEL CODEX SOBRE PRINCIPIOS GENERALES. Recuperado de ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCGP/ccgp22/gp22_07s.pdf

Organización Mundial de la Salud. (2007). Protein and amino acid requirements in human nutrition: Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf?ua=1

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Hambre.

Recuperado de <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/es/>

Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Ministerio de Salud y Protección social. (2013). Documento de experiencias exitosas de como se ha aplicado el análisis de riesgos en Colombia. Recuperado de http://www.osancolombia.gov.co/doc/Experiencias_Exitosas_ARIA_Colombia_2012.pdf

- Pascual Anderson, María. y Calderón y Pascual, Vicente. (1999). *Microbiología alimentaria. Metodología analítica para alimentos y bebidas*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=9Elfkks8uxMC&redir_esc=y
- Pascual, Gloria. y Mejía, Margarita (2000). Extracción y caracterización del aceite de sachá inchi. *Anales Científicos UNALM*, 42, 146 – 160. Recuperado de http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf_anales/MasterAnales-2000-Volumen%20XLII.pdf
- Paulet, Glorio., Aguilar R., Lazaro, y Sugahara A., Kitazono (2014). *Caracterización de antinutrientes de naturaleza proteica en torta y semilla de sachá inchi Plukenetia volubilis Lineo*. En: 9 Congreso Iberoamericano de Ingeniería de Alimentos Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Pérez-Silva García, María., Belmonte Cortés, Susana. y Martínez Corral, Javier. (1998). Estudio microbiológico de los alimentos elaborados en comedores colectivos de alto riesgo. *Revista Española de Salud Pública*, 72(1), 67-75. Recuperado de <http://www.scielosp.org/pdf/resp/v72n1/alimentos.pdf>
- Prieto, E. (2015). Maná reduce la desigualdad social. Periódico El Mundo. Recuperado de http://www.elmundo.com/portal/opinion/columnistas/mana_reduce_la_desigualdad_social.php#.V60jFZh97IU
- Quintáns Riveiro, Lourdes C. (2008). *Reología de productos alimentarios*. Recuperado de https://books.google.es/books?id=a6Us33_kYXAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Ramírez Navas, J. S. (2006). *Introducción a la Reología de los alimentos*. Cali: Universidad de Valle.

Real Academia Española. (2014). Harina. Recuperado de <http://lema.rae.es/drae/srv/search?id=AlGcyaZ8jDXX28hQsFZ4>

Real Academia Española. (2015). papilla. Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=RnYreXR>

Reátegui, Victoria., Flores, Jorge., Ramírez, José., Yalta, Ronald., Manrique, Julio. A., D'Azevedo, Gilberto., Pinedo, Juan., Bardales, Jorge., Machuca, Giorly., Rengifo, Oscar., Rengifo, Dany y D'Azevedo, Ana. (2010). *Evaluación de la torta de sachá inchi (Plukenetia volubilis) y su uso como fuente alternativa y proteica en la alimentación de pollos de engorde y gallinas de postura en Zúngaro Cocha-UNAP*. Recuperado de www.unapiquitos.edu.pe/.../articulo%20cientifico-dra%20victoria%20r

Reforesta Perú SAC. (2009). *Manual de producción de sachá inchi con el marco conceptual operativo del Biocomercio y la agroforestería sostenible*. Recuperado de <http://bibliotecavirtual.minam.gob.pe/biam/bitstream/handle/minam/1451/BIV01232.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rhoades, R. E. (2006). *Desarrollo con identidad: comunidad, cultura, y sustentabilidad en los Andes*. Quito: Editorial Abya Yala. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=Wk8KVrCuBEwC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Ríos Mesa, Andrés F., Cadavid Ramírez, Mario A., Giraldo Ramírez, Diana P., Giraldo Usme, María., Palacio Piedrahita, Juan C., Vélez Acosta, Lina M. y Pantaleón Erika. (2015). *Protocolo para buenas prácticas agrícolas en el desarrollo agroindustrial del cultivo de sachá inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

Ríos Mesa, Andrés F., Cadavid Ramírez, Mario A., Giraldo Ramírez, Diana P. y Giraldo Usme, María. (2015). *Protocolo para las buenas prácticas sociales y de seguridad alimentaria*

en el desarrollo agroindustrial de las oleaginosas promisorias higuierilla y sachá inchi.

Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.

- Rodríguez, Ángel, Corazon-Guivin, Mike, Cachique, Danter, Mejía, Kember, Del Castillo, Dennis., Renno, Jean-François. y García-Dávila, Carmen. (2010). Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie. *Revista Peruana de Biología*, 17(3), 325-330. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/article/view/7>
- Ruiz, Candy, Díaz, Camilo, Anaya, José, y Rojas, Rosario. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sachá inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 79(1), 29-36.
- Ruiz Serrano, María del C. (2015). Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L) por mezcla de quinua, avena y soya para la elaboración de galleta semiblanda con frutos secos. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2878/1/cd000016-trabajo%20completo-pdf>
- Salas Dominguez, Sonia. (2003). Quinoa. Postharvest and comercialization. *Food Reviews International*, 19(1 y 2), 191-201.
- Sánchez Sánchez, Guillermo. L. (2012). *Caracterización y cuantificación de ácidos grasos omega 3 y omega 6 presentes en el aceite de sachá inchi (Plukenetia volubilis L)* Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9141/>

- Suárez Moreno, Diana X. (2003). *Guía de procesos para la elaboración de harinas almidones hojuelas deshidratadas y compotas*. Bogotá: Convenio Andrés Bello. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=8HGwgpTRiP4C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Velázquez, F. A., Méndez Reyes, D. A., Quintero-Cerón, J. P., Váquiro Herrera, H. A., y Solanilla Duque, J. F. (2014). Caracterización de Películas Comestibles Bicapa (Quitosano-Alginato) con Nanoemulsiones de Aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 67(2), 1025-1027.
- Vélez Pérez, Sebastián. (2013). Exploración de la sachá inchi (*plukenetia volubilis*) como Fuente de proteína para uso en nutrición animal en Colombia. Medellín: EAFIT.
- Ventura, Carolina, Arellano, Elizabeth, Palomino, Zueli, y Ayerve, E. (2010). *Proyecto de elaboración de aceite de sachá-inchi*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/48610445/35187402-PROYECTO-DE-ELABORACION-DE-ACEITE-DE-SACHA-INCHI>
- Viadel, Blanca. (2016). Desarrollo de alimentos funcionales. Recuperado de https://www.ainia.es/html/descargas/portal_socios/Desarrollo_alimentos_funcionales.pdf
- Wood Adams, Paula M. (s.d.). *Diffusion and permeability in polymers*. Recuperado de <http://users.encs.concordia.ca/~woodadam/GCH6101/Diffusion%20and%20permeability%20in%20polymers.pdf>
- Wordreference. (2015). *papilla*. Recuperado de <http://www.wordreference.com/definicion/papilla>
- a.

Apéndices

Apéndice A. Formato de evaluación. Panel sensorial general

GRUPO DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Acaba de recibir una muestra de un producto x por favor responda las siguientes preguntas marcando con una x en la casilla correspondiente

Sexo: M _____ F _____

Edad: _____

Muestra 836				
Criterio de evaluación	Color	Aroma	Sabor	Textura
Me desagrada				
Me disgusta				
Ni me disgusta, ni me gusta				
Me gusta				
Me encanta				

Muestra 914				
Criterio de evaluación	Color	Aroma	Sabor	Textura
Me desagrada				
Me disgusta				
Ni me disgusta, ni me gusta				
Me gusta				
Me encanta				

Muestra 257				
Criterio de evaluación	Color	Aroma	Sabor	Textura
Me desagrada				
Me disgusta				
Ni me disgusta, ni me gusta				
Me gusta				
Me encanta				

Muchas gracias por su tiempo

Apéndice B. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La Estudiante de Maestría en Innovación alimentaria y Nutrición, *Ingeniera Agroindustrial Diana Carolina Vásquez Osorio* se encuentra desarrollando una Investigación. *El contacto telefónico de la Ingeniera es 3008170521*. En concordancia con la Resolución N° 8430 de 1993 del Interior Ministerio de Salud de Colombia me permito hacerle conocer:

- **Justificación y Objetivos de la Investigación:**
El objetivo de esta etapa de la Investigación es, seleccionar una formulación para la elaboración de un complemento nutricional.
- **Procedimiento que va a realizar el panelista:**
El panelista debe consumir tres formulaciones del producto, evaluar los criterios indicados en la encuesta según su criterio. Entre muestra y muestra el panelista debe consumir galleta salada con agua con el fin de remover sabores residuales de la boca que pudiesen afectar su criterio de evaluación sobre la siguiente muestra.
- **Molestias o Riesgos esperados**
Este procedimiento tiene riesgos mínimos como intolerancia a algún ingrediente de la formulación. Para evitar este riesgo, se informa a los panelistas que las muestras contienen harina, panela, canela, leche en polvo y agua.
- **Beneficios que pueden obtenerse:**
Al participar en esta Investigación usted no obtendrá ningún beneficio directo.
- **Carácter voluntario y autonomía de su participación:**
Asimismo, reiteramos el carácter voluntario de su participación. Si tiene dudas, por favor realice a la Investigadora principal y una vez se asegure que todo el contenido es claro, que conoce plenamente los riesgos y beneficios y que no es sujeto de presión alguna, puede firmar, en presencia de un testigo este documento.
- **Principio de confidencialidad:**
Su identificación no será revelada en ningún medio, el diligenciamiento de la encuesta es anónimo.
- **Disponibilidad de la información:**
El proyecto le garantiza que recibirá información inmediata al teléfono de contacto del Investigador principal a cualquier pregunta, o duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la Investigación. Si es de interés del panelista se le proporcionará información actualizada de los resultados obtenidos durante la Investigación, aunque ésta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando.

Con la firma de este documento, el panelista afirma que ha leído, conoce el procedimiento que va a realizar, los riesgos, molestias, el carácter voluntario de la participación y disponibilidad del grupo de investigación de responder a cualquier duda que pudiera presentar antes, durante y después del procedimiento. Se le reitera al panelista que se puede retirar en cualquier momento de la investigación

Panelista
Nombre: _____
C.C.: _____
Firma: _____

Investigador principal
Nombre: _____
C.C.: _____
Firma: _____

Testigo
Nombre: _____
C.C.: _____
Firma: _____





















Apéndice C. Formato de evaluación. Panel sensorial público mayor de 45 años





















**GRUPO DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA -SEDE MEDELLÍN-**





















Sexo: M _____ F _____

Edad: _____

Acaba de recibir una muestra de una colada (producto cuchareable cuyos ingredientes son; almidón de maíz, harina de sacha inchi, leche en polvo, canela, panela y agua. Por favor, señalar la carita que más representa lo que le pareció el atributo X.

Muestra 836					
Atributo	Calificación				
Color					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Aroma					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Sabor					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Textura					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó

Muestra 257					
Atributo	Calificación				
Color					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Aroma					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Sabor					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Textura					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó

Muestra 914					
Atributo	Calificación				
Color					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Aroma					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Sabor					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó
Textura					
	Dislike	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó

Muchas gracias por su tiempo

Apéndice D. Ficha técnica Torta de sachá inchi



Versión: 1.0

FICHA TÉCNICA TORTA RESIDUAL DE SACHA INCHI PROVENIENTE OBTENCIÓN DE ACEITE

DESCRIPCIÓN

Producto residual obtenido por prensado de la almendra de sachá inchi, debe presentarse en pellet u hojuela, de color marrón, libre de suciedad u otras impurezas visibles y debe presentar olor característico a sachá inchi

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS	
Humedad	10,0 % máximo
Proteína	40,0 % mínimo
Grasa	25,5 % máximo
Fibra	7,5 % máximo
Cenizas	5,5 % máximo

GRANULOMETRÍA

Pellets de aproximadamente 6 a 8 mm de diámetro

APARIENCIA

Olor y color característicos del producto

Ausencia de sustancias tóxicas, adulterantes y conservantes

Libre de residuos de plaguicidas, libre de impurezas, ausencia de insectos vivos y muertos, pelos, excretas de roedor, de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de la Protección Social y la norma general CODEX STAN 174-1989

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS	
Recuento de aerobios Mesófilos	150000 UFC/g máximo
NMP de Coliformes totales	93/g máximo
NMP de Coliformes fecales	< 3/g
Recuento de mohos y levaduras	1500 UFC/g máximo
Detección de <i>Salmonella spp</i>	Ausencia
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	100 UFC/g máximo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	800 UFC/g máximo
Aflatoxina B1, B2, G1 Y G2	10 µg/Kg máximo
Deoxinivalenol (DON)	750 µg/Kg máximo

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

Se acepta el producto que cumpla con la totalidad de las especificaciones microbiológicas

VIDA ÚTIL

Un mes, conservada a temperatura de refrigeración 4 ± 2 °C

PRESENTACIÓN

Bolsa de polipropileno con barrera a la luz y a la humedad

Elaboró	Aprobó	Revisó
Diana Carolina Vélez Osorio Mónica Liliana Cardona Aristizábal Diana Isabel Jaramillo Ruiz	Lina María Vélez Acebo	Gustavo Adolfo Hincapié Llanos
Fecha: 1 de febrero de 2015	Fecha: 4 de febrero de 2015	Fecha: 2 de febrero de 2015

Apéndice E. Ficha técnica Harina de sachá inchi



Versión: 1.0

FICHA TÉCNICA HARINA DE SACHA INCHI PROVENIENTE DE LA TORTA RESIDUAL

DESCRIPCIÓN

Producto obtenido por la molienda de la torta de sachá Inchi, previamente tratada en prensa expeller, debe presentarse en pellet, de color beige claro, libre de suciedad u otras impurezas visibles y debe presentar olor característico a sachá Inchi

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

ESPECIFICACIONES FÍSICOQUÍMICAS

Humedad	12,0 % máximo
Proteína	50,0 % mínimo
Grasa	6,0 % máximo
Fibra	10,0 % máximo
Cenizas	10,0 % máximo

GRANULOMETRÍA

Pasa la malla 35 tamiz serie Estándar 95 % mínimo

Pasa la malla 80 tamiz serie Estándar 60 % mínimo

APARIENCIA

Olor y color característicos del producto

Ausencia de sustancias tóxicas, adulterantes y conservantes

Libre de residuos de plaguicidas, libre de impurezas, ausencia de insectos vivos y muertos, pelos, excretas de roedor, de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de la Protección Social y la norma general CODEX STAN 174-1989

ESPECIFICACIONES MICROBIOLÓGICAS

Recuento de aerobios Mesófilos	150000 UFC/g máximo
NMP de Coliformes totales	93/g máximo
NMP de Coliformes fecales	< 3/g
Recuento de mohos y levaduras	1500 UFC/g máximo
Detección de <i>Salmonella</i> spp	Ausencia
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	100 UFC/g máximo
Recuento de <i>Bacillus cereus</i>	800 UFC/g máximo
Aflatoxina B1, B2, G1 Y G2	10 µg/Kg máximo
Deoxinivalenol (DON)	750 µg/Kg máximo

CRITERIOS DE ACEPTABILIDAD MICROBIOLÓGICA

Se acepta el producto que cumpla con la totalidad de las especificaciones microbiológicas

VIDA ÚTIL

Tres meses, almacenamiento en anaquel, con luces encendidas a 40 °C y 80 % de humedad relativa y empaçado en bolsa de presentación final recomendada.

Mantener en un lugar seco.

Una vez abierto el empaque consumase en el menor tiempo posible, si no se consume la totalidad del producto garantizar el cierre total de la bolsa para evitar que Ingrese humedad al producto.

PRESENTACIÓN

Bolsa de polipropileno con barrera a la humedad

Bolsas de 500 gramos.

Elaboró Diana Carolina Vélezquez Osorio Mónica Liliana Cardona Aristizabal Diana Isabel Jaramillo Ruiz	Aprobó Lina María Vélez Acosta	Revisó Guillermo Adolfo Hincapié Llanos
Fecha: 1 de febrero de 2016	Fecha: 4 de febrero de 2016	Fecha: 2 de febrero de 2016