



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA

MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

MODALIDAD DE TITULACIÓN PRESENCIAL

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado académico de
Magister en Ciencia de los Alimentos

Tema: “USO DE CULTIVOS ANDINOS Y CÁSCARAS DE HUEVO
EN EL DESARROLLO DE CREMA PASTELERA”

Autor(a): Ing. Francisco Renato Pérez Pérez

Director(a): Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria PhD.

Ambato – Ecuador

Enero 2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA**

MAESTRÍA EN CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

INFORMACIÓN GENERAL

TEMA: “USO DE CULTIVOS ANDINOS Y CÁSCARAS DE HUEVO EN EL
DESARROLLO DE CREMA PASTELERA”.

AUTOR: Francisco Renato Pérez Pérez.

Ingeniero Químico.

renato200779@hotmail.com

DIRECTOR: Ing. Mirari Arancibia, PhD.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.

- Cultivos Andinos.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

**A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en
Alimentos y Biotecnología**

El tribunal receptor del Trabajo de Titulación presidida por el Ing. Alex Fabián Valencia Silva PhD., e integrado por los señores: Ing. Liliana Paulina Lalaleo Córdova PhD., y el Ing. Esteban Mauricio Fuentes Pérez PhD., designados por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Informe de Investigación con el tema: “USO DE CULTIVOS ANDINOS Y CÁSCARAS DE HUEVO EN EL DESARROLLO DE CREMA PASTELERA”, elaborado y presentado por el señor Ingeniero Francisco Renato Pérez Pérez, para optar por el grado Académico de Magíster en Ciencia de los Alimentos; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Alex Fabián Valencia Silva Mg.
C. I. 1803121084
Presidente del Tribunal

Ing. Liliana Paulina Lalaleo Córdova PhD
C. I. 1803601853
Miembro del tribunal 1

Ing. Esteban Mauricio Fuentes Pérez PhD
C. I. 1803321502
Miembro del tribunal 2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: “USO DE CULTIVOS ANDINOS Y CÁSCARAS DE HUEVO EN EL DESARROLLO DE CREMA PASTELERA”, le corresponde exclusivamente a: el Ingeniero Francisco Renato Pérez Pérez, Autor bajo la Dirección de la Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria PhD. Directora del Trabajo de Titulación; y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Francisco Renato Pérez Pérez.

C. I. 1803278579

AUTOR

Ing. Mirari Yosune Arancibia Soria PhD.

C. I. 1802142461

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el trabajo de titulación sirva como documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigaciones, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento, dentro de las resoluciones de la Universidad.

Ing. Francisco Renato Pérez Pérez.
C. I. 1803278579
AUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a:

Mi familia, María Eulalia mi esposa, Renato Javier y Daniela Alejandra mis hijos, por estar siempre junto a mí y por ser la principal motivación para seguir adelante cumpliendo las metas trazadas, por ser mi fortaleza y mi aliento .

Mis padres que desde el cielo son mi fuente de inspiración.

La empresa Ovomas S.A.S y todo su personal administrativo y operativo por ser la fuente de ideas en busca de la innovación en el campo de los alimentos.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a la Ing. Mirari Arancibia PhD, por ser mi maestra, esa persona que me supo brindar su confianza y apoyo para hacer realidad el trabajo de investigación, porque a través del ejemplo transmite la pasión hacia el trabajo y a buscar siempre la excelencia.

Finalmente a mi socio y amigo Luis, por ser esa persona incansable que ha tomado la posta en la parte operativa de la empresa cuando ha sido necesario, para que me pueda dedicar a los estudios de maestría.

Renato



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INFORMACIÓN GENERAL	ii
A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA	iii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DERECHOS DE AUTOR	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo General	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	5
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
CAPÍTULO III.....	16
MARCO METODOLÓGICO.....	16



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

3.1 UBICACIÓN	16
3.2 EQUIPOS Y MATERIALES.....	16
3.2.1 Material utilizado	16
3.2.2. Insumos de laboratorio.....	17
3.2.3. Reactivos utilizados	17
3.2.4. Equipos utilizados	18
3.3 METODOLOGÍA	18
3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN	19
3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	19
3.6 POBLACIÓN O MUESTRA:.....	19
3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	20
3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO:.....	20
3.9 VARIABLES RESPUESTA O RESULTADOS ALCANZADOS.....	20
3.9.1. Análisis Proximal	29
3.9.2. Perfil de textura	24
3.9.3. Propiedades reológicas.....	24
3.9.4. Medición de color	25
3.9.5 Análisis de estabilidad.....	26
CAPÍTULO IV	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 FORMULACIONES DE CREMA PASTELERA	27
4.2 ANÁLISIS PROXIMAL.....	28
4.3 PERFIL DE TEXTURA	30
4.4 REOLOGÍA	41



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

4.5 MEDICIÓN DE COLOR.....	33
4.6 ESTABILIDAD	34
4.6.1 pH y acidez.....	34
4.6.2 Ensayos microbiológicos	35
4.7 ANÁLISIS SENSORIAL	35
CAPÍTULO V	37
CONCLUSIONES	37
CAPÍTULO VI.....	38
BIBLIOGRAFÍA	38



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contenido nutricional del camote.....	7
Tabla 2. Composición química de la achira.....	9
Tabla 3. Composición química de la Oca.....	11
Tabla 4. Producción anual de huevos en Ecuador	12
Tabla 5. Composición de clara, yema y huevo entero	13
Tabla 6. Ingesta recomendada de calcio (mg/día) por edad.....	14
Tabla 7. Formulaciones de crema pastelera	28
Tabla 8. Análisis proximal de los prototipos de crema pastelera	29
Tabla 9. Análisis de perfil de textura	31
Tabla 10. Atributos de color - CIELAB.....	33
Tabla 11. pH – acidez de los prototipos de crema pastelera	35
Tabla 12. Identificación nivel de aceptabilidad de prototipos de crema pastelera ...	36



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Camote (<i>Ipomea batatas</i>)	6
Figura 2. Achira (<i>Canna Edulis Ker</i>)	8
Figura 3. Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>)	10
Figura 4. Evaluación de color	26
Figura 5. Módulos de almacenamiento G' y de pérdida G'' vs frecuencia....	32
Figura 6. Nivel de aceptabilidad de los cuatro prototipos de crema pastelera	36



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

RESUMEN

Las tendencias en el consumo de alimentos saludables y naturales se han venido incrementado durante los últimos años para minimizar la incidencia de enfermedades crónicas causadas por la mala alimentación y el estilo de vida, por lo que la presente investigación busca que a través la utilización de cultivos andinos subutilizados como la achira, la oca y el camote (ricos en nutrientes y compuestos bioactivos), desarrollar una crema pastelera (muy apetecida en la industria de repostería y pastelería) con valor agregado, fortificada con calcio de la cáscara de huevo, calcio biodisponible, que generalmente es enviado hacia los botaderos municipales como un desecho de la industria de los alimentos, ayudando de esta forma a minimizar el impacto ambiental y aportando con nuevas alternativas para el uso de los cultivos andinos en el desarrollo de productos alimenticios. En el trabajo de investigación se desarrollaron 4 prototipos de cremas pasteleras (C, CC, CY y CCY) que fueron evaluados mediante análisis proximal, APT, propiedades reológicas, medición de color, estabilidad y análisis sensorial. Los resultados de investigación indicaron que el polvo de la cáscara de huevo aumentó significativamente el contenido de cenizas sin comprometer las propiedades reológicas, características de geles débiles y las propiedades sensoriales. El APT mostró que la cáscara de huevo en la crema pastelera disminuye ligeramente la firmeza y mejora la elasticidad, mientras que la estabilidad microbiológica se mantuvo por 16 días gracias principalmente al tratamiento térmico que se da a la crema pastelera. De acuerdo a los análisis sensoriales se concluyó que el prototipo de crema pastelera CC es el que mejor puntuación recibió en el nivel de aceptabilidad. El producto desarrollado podría ser una alternativa para mejorar la ingesta de calcio y antioxidantes a partir de fuentes orgánicas, y además un producto innovador con un gran impacto sanitario y económico.

Palabras clave: Cultivos andinos / Oca / Achira / Camote / cáscara de huevo/ calcio biodisponible / crema pastelera / alimentos saludables.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

ABSTRACT

Trends in the consumption of healthy and natural foods have been increasing in recent years to minimize the incidence of chronic diseases caused by poor diet and lifestyle, so this research seeks that through the use of crops Andean underutilized products such as achira, oca and sweet potato (rich in nutrients and bioactive compounds), develop a pastry cream (very coveted in the confectionery and pastry industry) with added value, fortified with calcium from eggshells, bioavailable calcium, which is generally sent to municipal dumps as waste from the food industry, thus helping to minimize environmental impact and providing new alternatives for the use of Andean crops in the development of food products. In the research work, 4 prototypes of pastry creams were developed (C, CC, CY and CCY) that were evaluated by proximal analysis, APT, rheological properties, color measurement, stability and sensory analysis. Investigation results indicated that eggshell powder significantly increased ash content without compromising rheological properties, weak gel characteristics, and sensory properties. The APT showed that the eggshell in the pastry cream slightly decreases the firmness and improves the elasticity, while the microbiological stability was maintained for 16 days thanks mainly to the heat treatment given to the pastry cream. According to the sensory analysis, it was concluded that the CC pastry cream prototype is the one that received the best score in the level of acceptability. The product developed could be an alternative to improve the intake of calcium and antioxidants from organic sources, and also an innovative product with a great health and economic impact.

Keywords: Andean crops / Oca / Achira / Sweet potato / eggshell / bioavailable calcium / pastry cream / healthy food



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

Los rellenos de crema utilizados en repostería, generalmente son hechos a base de huevo, leche, mantequilla, azúcar, almidón, harina, sal y agua o simplemente de una mezcla semisintética a base de aceite vegetal homogeneizado, agentes emulsionantes, azúcar, sal y agua, representan la materia prima importante para el desarrollo de productos pasteleros. Sin embargo, alternativas libres de alérgenos o con ingredientes considerados nuevos alimentos “novel food”, provenientes de cultivos infrutilizados o residuos agroindustriales con alto valor agregado, ha despertado el interés en los consumidores.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, FAO (1990) ha resaltado la importancia de los cultivos andinos, no solo en la seguridad alimentaria sino que además pueden ser utilizados como sustitutos de harinas y como fuente alternativa de almidones en formulaciones alimenticias. Además, el uso de estos cultivos permite incrementar la variedad de productos al utilizar todos los recursos disponibles, y mejorar la calidad nutricional de los alimentos, ya que muchos de éstos cultivos son resistentes a la sequía y a diversos factores climáticos adversos que contribuyen a incrementar los ingresos familiares, beneficiando a los productores y estimulando a la agroindustria (A. Mujica, 2003).

Al igual que en varios países en vías de desarrollo, en Ecuador existe un alto índice de desnutrición, debido en gran parte a la reducida previsión de alimentos ricos en vitaminas, proteínas y calorías, lo cual influye directamente en la morbilidad y en la mortalidad, además del aspecto físico y mental de la población (Paulino & Zare, 2018). Cultivos Andinos como la achira (*Canna edulis Ker*), la oca (*Oxalis tuberosa*) y el camote (*Ipomea batatas*) por su composición, poseen características tecnológicas y funcionales importantes para la industria.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

La harina de achira forma un gel que no retrograda y una mezcla estable debido a su alto contenido de amilopectina (Bohórquez, 2017). Estas propiedades hacen que estos tubérculos sean una alternativa interesante en el desarrollo de productos alimenticios. Por otro lado, el huevo, principalmente la yema, es esencial en el desarrollo de emulsiones alimentarias (como mayonesas y cremas), espumas, tortillas, pastas y geles. Su composición, rica en macromoléculas de proteínas y lípidos, establecen las condiciones de procesamiento y las propiedades funcionales (Alimentaria, 2016).

En este sentido, es importante considerar que en el año 2019, la producción de huevos en Ecuador ascendió a 361'078.496 unidades semanales, donde la cáscara supone entre 9% y 12% del peso total, tomando en cuenta que casi toda la cáscara es tratada como un desecho y se elimina en vertederos, sin tratamiento previo (Oliveira et al., 2013). Si bien, algunos esfuerzos se han hecho para dar valor a la cáscara, las mayores aplicaciones se han llevado a cabo en agricultura o como alimento para ganado (Jai et al., 2007). Sin embargo, este residuo es rico en calcio, mineral que juega un papel importante en la formación y mantenimiento de huesos y dientes (Fayet-Moore et al., 2019), aunque no es suficiente, la ingesta de calcio se realiza principalmente de fuentes lácteas (Waheed et al., 2019).

El desarrollo de tecnologías adecuadas para la ingesta de calcio ha motivado su investigación a través de suplementos o mediante la fortificación de alimentos, tomando como fuente de calcio los caparazones de crustáceos (Ray et al., 2017). Así mismo, la valorización de la cáscara de huevo representa una excelente alternativa, como fuente dietética de calcio, y un desafío para la industria alimentaria, no solo para contrarrestar el impacto ambiental sino para el valor agregado que podrían aportar en la industria de procesamiento de alimentos. Algunos estudios muestran la factibilidad de la incorporación de cáscara de huevo triturada en la elaboración de alimentos fortificados, por ejemplo el yogurt fortificado con polvo de cáscara de huevo que a más del aporte nutricional, contribuyó a incrementar su vida útil, manteniendo las cualidades del producto (Arnold et al., 2021), asimismo se ha utilizado la cáscara de huevo triturada en la formulación de galletas, incrementando el contenido de calcio en un 6% (M. Hassan, 2015), en la elaboración de tarta de chocolate, panecillos, pan,



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

salchichas entre otras ((Ray et al., 2017); (Afzal et al., 2020); (Kobus-Cisowska et al., 2020); (Prasetyo & Prayitno, 2021)).

En general, la adición de cáscara de huevo en la dieta humana permite incrementar la ingesta de calcio y es especialmente útil en países de bajos ingresos, ya que permite mejorar la disponibilidad de calcio para las personas que presentan deficiencia.

En ésta investigación buscamos elaborar un producto con alto valor agregado, a partir de cultivos infrautilizados andinos y residuos agroindustriales, para atraer la atención del consumidor, como lo es la crema pastelera, usado en la industria de pastelería y de repostería.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los productos de repostería son alimentos complejos, con una alta cantidad de ingredientes, con sabor dulce y propiedades sensoriales importantes. Las cremas utilizadas como relleno de pasteles o bocaditos, contribuyen a mejorar la apariencia y el sabor de los productos de repostería. Si bien, las cremas pasteleras cumplen un importante rol sensorial, aportan además con la posibilidad de innovación tecnológica en el sector.

Asimismo, una progresiva adopción de una dieta occidental, caracterizada por el consumo excesivo de calorías, bebidas azucaradas y alimentos procesados, e insuficiente en frutas, verduras, cereales integrales y otros alimentos ricos en fibra, son los principales factores responsables de los problemas de obesidad y enfermedades no transmisibles (Royo-Bordonada et al., 2019).

El aprovechamiento de residuos agroindustriales como la cáscara de huevo, es muy valorada en países desarrollados, debido a que es una buena fuente de calcio (Islam et al., 2019). El calcio de la cáscara de huevo se encuentra bastante biodisponible e incluso se puede decir que puede suplir la dieta de calcio recomendada para adultos al 100%, si se consume 2,7 g de cáscara por día (Waheed et al., 2019).

Hay que aprovechar también, que en los países de la región andina se cultivan tubérculos y raíces comestibles, que formaron parte de la dieta ancestral, entre los que destacan la achira, el camote y la oca, tubérculos que contienen almidones, azúcares,



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

proteínas, minerales, vitaminas, fibra dietética, antioxidantes, todos ellos, beneficiosos para la salud debido a la presencia de componentes bioactivos y que pueden adaptarse a la dieta actual.

La adición de ingredientes bioactivos a los productos de pastelería ha resultado muy atractiva entre los consumidores debido a la capacidad de reducir el riesgo de enfermedades crónicas, más allá de las funciones nutricionales (Horincar et al., 2020). En la presente investigación se utilizó harinas integrales de oca, achira y camote, polvo de cáscara de huevo y yema de huevo para el desarrollo de tres formulaciones (prototipos de crema pastelera), en las que se evaluaron sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, tecnofuncionales y sensoriales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

1. Desarrollar una crema pastelera libre de gluten y baja en azúcar, utilizando cultivos ancestrales Andinos y cáscara de huevo.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Formular una crema pastelera a partir de harinas integrales de camote, achira, oca y cáscara de huevo.
2. Determinar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, tecnofuncionales, reológicas, de textura y sensoriales de la crema pastelera desarrollada.
3. Identificar el efecto de la incorporación de la cáscara de huevo en las propiedades de la crema desarrollada.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Los productos de pastelería son alimentos complejos que se caracterizan por su alto contenido de energía, además que, el sabor, apariencia, y color provocan sensaciones sensoriales agradables, una de ellos es la crema pastelera, que se consume de forma individual o en relleno de tortas (Vizireanu et al., 2012).

Las cremas pasteleras poseen valor energético elevado debido al alto contenido grasa y azúcar, por lo que, es de mucho interés el desarrollo de formulaciones innovadoras, con nuevas alternativas de ingredientes para así satisfacer la demanda de productos más saludables (Dobrevá et al., 2021).

Es así que la búsqueda de alimentos más saludables, los investigadores han llevado a cambiar la mirada hacia los cultivos tradicionales en varias regiones del mundo, ya que en retrospectiva, las culturas ancestrales se han mantenido alimentaria y medicinalmente consumiendo especies nativas, debido a su alto valor nutricional y gran contenido de vitaminas y minerales (Viteri Robayo et al., 2020). Por lo antes mencionado, es necesario hacer una revalorización de los cultivos Andinos con el objetivo de mantener la seguridad alimentaria, además de crear una oportunidad para recuperar cultivos en riesgo de extinción (Leidi et al., 2018).

A continuación se mencionan trabajos realizados acerca de tres, de los principales cultivos andinos, y que se usan en la presente investigación, tales como: la oca, el camote, la achira.

Cultivos Andinos

Dentro de los cultivos andinos con importancia tecnológica, funcional y nutritiva se encuentra el camote (*Ipomea batatas*) (Fig. 1) o papa dulce, que es un tubérculo con contenido nutricional mayor al de la papa, entre los nutrientes que sobresalen están los carbohidratos con contenido total de entre el 20% - 27% y biodisponibilidad de este mayor al 97% (Lago Castro, 2011).

Figura 1. Camote (*Ipomea batatas*)



Fuente: (Lago Castro, 2011)

El camote contiene una mayor proporción de amilosa y amilopectina en comparación con otros tubérculos (Vargas Aguilar & Hernández Villalobos, 2013). De igual manera, contiene fitoquímicos específicos como la quercetina y el ácido clorogénico, también es rico en betacaroteno, que intercepta los radicales libres. Los carotenoides tienen capacidad antioxidante, reducen o inhibe la mutagénesis en las células, y los terpenoides reducen los niveles de colesterol (LDL) y actúan como anticancerígenos (Mohanraj & Sivasankar, 2014). Generalmente el tubérculo contiene fibra, proteína, agua, lípidos, almidón, minerales, azúcares, sin embargo, destaca por su contenido en fibra como la celulosa y la hemicelulosa, las cuales aceleran el tránsito intestinal, al encontrarse entre los carbohidratos no digeribles por los humanos (Renee et al., 2018). En la siguiente tabla se muestra un extracto del contenido nutricional del camote.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Tabla 1. Contenido nutricional del camote

Componente	Contenido (g / 100 g)
Agua	64,00 – 74,00
Fibra	1,20 – 3,50
Lípidos	0,50 – 2,10
Proteína	1,20 – 7,20
Grasa	0,40 – 3,00
Carbohidratos	20,19 – 27,30
Azúcar	4,18 – 9,70
Glucosa	2,37 – 4,68
Sacarosa	56,94 – 59,97
Fructosa	1,43 – 4,00
Almidón	11,80

Fuente: (Renee et al., 2018).

Por otro lado, en el estudio realizado por (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021), de harinas de cultivos andinos, se encontró que la harina de camote presenta el 33.82% de amilopectina y el 6.23% de amilosa. También se mostró que la harina de camote presenta concentración total de fibra del 11.19% y 74.35% de carbohidratos que es muy superior a las concentraciones descritas por (Renee et al., 2018), en el camote fresco.

Además, se ha demostrado que la harina de camote se puede usar en la preparación de productos pasteleros, en reemplazo de la harina de trigo, específicamente para preparar muffins libres de gluten. Los resultados mostraron que los muffins preparados con harina de camote presentan menos porcentaje de grasa con tan sólo el 2.15% en relación a la muestra control con el 4.43% (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021).

La achira (*Canna edulis Ker*) (Fig. 2), es una planta perenne rizomatosa de la familia Cannaceae, nativa de la región Andina de América del Sur, es una fuente tradicional de almidón, el mismo que es utilizado no solo por su bajo costo, sino porque representa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

un alimento con identidad rural e indígena en varias zonas andinas. El rizoma seco de achira contiene 70 – 80% de almidón, que destaca por ser más digerible que otros tipos de almidón (Tabla2) (J. Zhang & Wang, 2013).

Figura 2. Achira (*Canna Edulis Ker*)



Fuente: Renato Pérez

En los Andes sudamericanos se encuentran diferentes variedades de achira con distintos usos y propiedades. Las investigaciones muestran diferencias principalmente en las propiedades bioactivas, textura (dureza) y propiedades reológicas (viscosidad). Sus propiedades medicinales datan de las minorías étnicas locales de Guizhou, China que identificaron efectos antiinflamatorios (Yaruro Cáceres et al., 2021). Un tipo de almidón derivado de la achira, el CRS3, parece ser una nueva fibra dietética prometedora (C. Zhang et al., 2020).

En lo que respecta a sus propiedades funcionales se lo puede considerar como un espesante, gelificante, estabilizante de espumas, ligante y adhesivo, lo que la hace útil en la industria alimentaria, incluso por sobre el trigo y el maíz. La harina de achira forma un gel que no retrograda y una mezcla estable, debido a su alto contenido de amilopectina (Bohórquez, 2017), ya que esta representa el 36.99% de su peso, también contiene 69.09% de carbohidratos y el 11.51% de fibra, valores que en comparación con otras harinas le otorgan características nutricionales únicas (Salazar, Arancibia,



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Ocaña, et al., 2021), además que representa una fuente de harina libre de gluten. La composición química de la achira se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química de la achira (*Canna Edulis Ker*)

Componente	Contenido (g / 100 g)
Humedad	12,95 ± 0,70
Grasa cruda	3,96x10 ⁻² ± 0,13x10 ⁻²
Proteína cruda	2,05 ± 0,98
Ceniza	1,36 ± 0,09
Carbohidratos	96,55 ± 0,07
Almidón residual	0,072 ± 0,011
Azúcar soluble	1,67 x10 ⁻³ ± 0,02 x10 ⁻³
	Solvente: agua
	1,40x10 ⁻³ ± 0,04x10 ⁻³
	Solvente: etanol
Pectina soluble	2,02x10 ⁻² ± 0,12x10 ⁻²
Compuestos fenólicos totales	1,73 ± 0,01

Fuente: (J. Zhang et al., 2010)

En general, la raíz de achira ha sido poco usada en la industria de los alimentos, sin embargo, generalmente se usa en productos de panadería, como en la elaboración de biscochos en ciertas regiones de Colombia (Huila y Tolima) y en Ecuador, en el cantón Girón (Bohórquez, 2017), realizando mezclas con harinas de otros cultivos andinos se han obtenidos muffins con un valor nutricional superior a los muffins realizados con harina de trigo, ya que los muffins con harina de achira presentan el 13.68% de fibra, mientras que un muffin normal presenta el 1.8% (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021).

La oca (*Oxalis tuberosa*) (Fig. 3), después de la papa, es el tubérculo más conocido en toda la región Andina. Se trata de una planta dicotiledónea, herbácea, anual, de sabor dulce, harinosa, cultivada entre 2800 y 4000 m.s.n.m., que crece en suelos con un pH entre 5,3 a 7,8, y se adapta con facilidad a diferentes condiciones ambientales (Ponce & Martínez, 2014). Para su consumo, el tubérculo debe exponerse al sol durante varios días, debido a la presencia de oxalatos, los cuales son compuestos antinutricionales que le confieren un sabor amargo característico. Su cultivo no requiere de

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

agroquímicos y posee propiedades funcionales, sobre todo en morfotipos y variedades coloreadas. En general, existen tubérculos de oca agrupados por color, en dos grupos, el uno tiene una variación de blanco a anaranjado, mientras que el otro grupo va de rosado a negro, su pigmentación es indicador de la riqueza en compuestos bioactivos (Carlos et al., 2021).

Figura 3. Oca (*Oxalis tuberosa*)



Fuente: Renato Pérez

La harina de oca presenta un alto contenido de almidón con el 28.12%, mientras que los carbohidratos son el 72.54% y el contenido de grasa es de tan solo 1.06% (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021), debido a estas características, ya ha sustituido a las harinas de fuentes tradicionales provenientes de los cereales, a través del uso de nuevas tecnologías o alternativas de ingredientes, por lo que es una prioridad en el desarrollo de nuevos alimentos (Vera et al., 2018). En una investigación (Salazar, Arancibia, Silva, et al., 2021) se utilizó la harina de oca conjuntamente con harinas de camote y achira como sustituto de la harina de trigo, los resultados mostraron que los muffins obtenidos contiene un total de 2.09% de proteína y 14.69% de fibra, valores que lo hacen un alimento más saludable con relación a un muffin tradicional.

El contenido nutricional de la oca (Tabla 3), depende de su variedad, por lo cual es de gran utilidad en procesos industriales como panificación, deshidratación y obtención de alcohol mediante fermentación (Moscoe et al., 2017). Si bien, entre su composición presenta altas concentraciones de ácido oxálico y una proteína de almacenamiento



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

llamada ocatina, la oca es un cultivo que se propaga vegetativamente y que por procesos antrópicos y ambientales se han generado variedades clonales, por lo cual, se hace necesario una caracterización más objetiva del germoplasma de este recurso fitogenético (Gawl et al., 2017).

Tabla 3. Composición química de la Oca (*Oxalis tuberosa*).

Componente	Contenido (g / 100 g)
Humedad	86,79
Proteína	0,77
Extracto etéreo	0,47
Fibra cruda	0,78
Carbohidratos	10,41
Cenizas	0,78
Componente	Contenido (mg / 100 g)
Calcio	17,18
Hierro	12,53
Vitamina B2 (Rivoflavina)	0,94

Fuente: (León Marroué et al., 2011)

La oca, a su vez contiene mayor cantidad de riboflavina, calcio, hierro y ácido ascórbico, si se compara con la papa, el arroz o el maíz (Zhu & Cui, 2019), lo que le hace un tubérculo beneficioso para el consumo humano.

Huevo

Otro de los ingredientes usados generalmente, en la preparación de las cremas pasteleras, es el huevo. Uno de los alimentos más versátiles de la naturaleza, que contiene gran cantidad de proteínas y lípidos, así como un contenido considerable de carbohidratos, minerales y vitaminas, además de que son muy utilizados a nivel industrial debido a sus propiedades funcionales, como agente espumante, gelificante y



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

emulsificante (Sargent, 1995). En Ecuador, durante el año 2020 se produjeron 3.436 millones de huevos con un consumo percapita de 197 huevos al año (CONAVE, 2021). En la tabla 4 se puede apreciar la variación en la producción de huevos durante los últimos 4 años.

Tabla 4. Producción anual de huevos en Ecuador

Año	Millones de huevos / año
2017	3423
2018	3653
2019	3944
2020	3436

Fuente: (Conave, 2020)

El huevo se compone de clara, yema, cáscara y membranas (Tabla 5). La yema de huevo está constituida por macromoléculas de proteínas y lípidos, es esencial en emulsiones alimentarias como mayonesas, salsas y cremas, en la elaboración de espumas y para la fabricación de tortillas, pastas y geles. Las condiciones uso (pH, fuerza iónica, competencia con otras sustancias químicas) y el procesamiento físico (calentamiento, congelación, secado, presión) pueden alterar y modificar en gran medida estas propiedades funcionales (Alimentaria, 2016).

Tabla 5. Composición de clara, yema y huevo entero



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Componente	Contenido / 100 g (sin cáscara)		
	Clara	Yema	Huevo entero
Energía, kcal	47	364	154
Agua, g	88,6	49	74,4
Proteína, g	10,6	16,1	12,3
Carbohidratos, g	0,8	0,5	0,7
Ceniza, g	0,5	1,6	0,9
Grasa, g	0,1	34,5	11,9
Triglicéridos, g	-	22,9	7,7
Fosfolípidos, g	-	10,0	3,4
Colesterol, g	0,0	1,2	0,42

Fuente: (Harrigan, 2021)

Las macromoléculas de grasa, proteínas o complejos poliglúcidos permiten desarrollar estructuras complejas que al ser utilizadas en la elaboración de cremas pasteleras, permiten mejorar la textura, provocando una sensación cremosa y lubricada en la boca a través de diversas interacciones moleculares (Vizireanu et al., 2012). Las propiedades tecnofuncionales y fisicoquímicas de la crema pastelera dependen principalmente de la cantidad y estado físico de la grasa (Wang et al., 2019).

Debido a la compleja composición de la yema de huevo y la diversidad de probables reacciones promovidas por el calentamiento y la interacción con el azúcar, este producto puede ser considerado un sistema modelo interesante para desarrollar estudios de ciencia y tecnología de los alimentos; sin embargo, con el fin de proporcionar la estructura típica, color, aroma, untuosidad y consistencia, la yema de huevo es añadida sin cocer, lo cual suele ser el origen de brotes alimentarios causados por patógenos (Fundo et al., 2011).

La cáscara de huevo es el residuo más importante que se genera y es rica en calcio, este hecho permite considerarla como ingrediente en la formulación de alimentos. Normalmente, el consumo de calcio de fuentes dietéticas no es suficiente que, sumado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

a la intolerancia a la lactosa, ha provocado limitar o restringir el consumo de productos lácteos, una de las pocas fuentes naturales de calcio, por lo que se hace importante identificar nuevas alternativas para satisfacer las necesidades de este mineral en la dieta (Waheed et al., 2019); (Brun et al., 2013). En la tabla 6 se puede observar la ingesta de calcio recomendada, tanto para varones como para mujeres. La cáscara de huevo además no posee elementos tóxicos, como en el caso de las conchas de las ostras, que son muy usadas como fuente de calcio, pero pueden contener plomo, aluminio, mercurio y cadmio, que son considerados como elementos tóxicos (Waheed et al., 2019).

Tabla 6. Ingesta recomendada de calcio (mg/día) por edad

Edad (años)	Ingesta recomendada de calcio (mg/día)	
	Varones	Mujeres
Niños <0,5	250	250
0,5 – 1	300	300
1 – 3	500	500
4 – 9	800	800
10 – 19	1300	1300
20 - 49	1000	1200
50 - 69	1200	1200
≥ 70	1300	1300
Embarazo (2da mitad)		1400
Lactancia		1500

Fuente: (Ortega Anta et al., 2015)

Crema pastelera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Los materiales ricos en almidón, utilizados en la cocción y procesamiento de alimentos, a través de la capacidad de hinchamiento y gelatinización permiten que puedan ser utilizados a manera de una pasta que se transforma de sol a gel dependiendo de su contenido de almidón. Los geles de almidón se han estudiado ampliamente y sus aplicaciones culinarias han sido investigadas desde la perspectiva de la ciencia gastronómica en términos de tipos de almidón, temperaturas de cocción, azúcares añadidos e incorporación de otros ingredientes secundarios como proteínas y grasas. Si bien la mayoría de las investigaciones se han centrado en las propiedades de los geles de almidón para la elaboración de productos alimenticios como manjar blanco o crema pastelera/flan (Hirao et al., 2021), poco se ha investigado sobre el uso de harinas integrales.

Debido a que las capacidades tecnológicas de las harinas integrales están relacionadas con el contenido de almidón, podrían ser sustitutos novedosos. Sin embargo se requiere estudios sobre el efecto de las mezclas con otros ingredientes como la cáscara de huevo en la elaboración de cremas pasteleras, especialmente desde el punto de vista de la aplicación de antioxidantes presentes en las harinas integrales, que, conjuntamente con el calcio de la cáscara de huevo podrían dar lugar a un alimento funcional con interesantes propiedades tecnofuncionales (Arnold et al., 2021).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 UBICACIÓN

El estudio experimental se realizó en los Laboratorios del Centro de Investigación de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato, en LACONAL y en el laboratorio de investigación y desarrollo de productos de la empresa OVOMAS S.A.S.

Las harinas integrales de tubérculos andinos tales como camote, achira y oca, fueron obtenidos de agricultores de la región. El polvo de cáscara de huevo y la yema líquida pasteurizada fueron proporcionadas por la empresa OVOMAS S.A.S de la ciudad de Ambato, dedicada a la elaboración de ovoproductos.

3.2 EQUIPOS Y MATERIALES

A continuación se detalla la lista de materiales, reactivos y equipos que se utilizaron durante el proceso de investigación.

3.2.1 Material utilizado

- Aguja de siembra Acero inoxidable
- Asas de siembra Acero inoxidable
- Asas de Drigalski vidrio 150x5 mm
- Cajas para puntas
- Cajas Petri de 90 mm
- Espátula metálica
- Frascos schott tapa azul autoclavables (1000 mL, 500 mL)
- Gradillas para tubos 15 mm
- Matraces Erlenmeyer de (1000mL, 500 mL)
- Mechero Bunsen
- Mechero de alcohol
- Micropipetas automáticas (1000 μ L, 100 μ L)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

- Pipetas desechables de plástico (1 mL, 0,1mL)
- Probetas graduadas (10ml, 250mL, 1000mL)
- Puntas de micropipeta amarillas de 2 – 200 μ L
- Puntas de micropipeta azules de 100 – 1000 μ L
- Tubos de ensayo con tapón
- Varillas de agitación

3.2.2. Insumos de laboratorio

- Alcohol antiséptico
- Algodón
- Cinta adhesiva de papel
- Cinta parafilm
- Cloro 10 %
- Fundas ziploc
- Gel antibacterial
- Guantes de nitrilo
- Jabón líquido
- Mascarillas desechables
- Papel aluminio
- Papel kraft
- Marcadores permanentes

3.2.3. Reactivos utilizados

- Agar Mac Conkey
- Agar Chromocult
- Agar Rosa de Bengala + Cloranfenicol
- Agar Baird – Parker
- Agar violeta rojo bilis y glucosa (VRBG)
- Agar Salmonella Shigella
- Agua destilada
- Agua Mili-Q
- Agua de peptona tamponada



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

- Agua oxigenada (H_2O_2)
- Cloruro de sodio (NaCl)
- Glicerol

3.2.4. Equipos utilizados

- Autoclave M11 Ultraclave MIDMARK
- Balanza analítica VWR Cap. 150 g
- Cabina de flujo laminar bioseguridad tipo 2
- Incubador microbiológico
- Thermomix TMS-4
- Colorímetro CIELAB, Lovibond
- Reómetro Anton Par MCR- 302
- Texturómetro Brookfield CT3

3.3 METODOLOGÍA

Elaboración de la de crema pastelera.

Se elaboraron 4 prototipos de cremas pasteleras, las mismas que fueron producidas de la siguiente manera: control (C), usando únicamente cultivos andinos en su formulación; (CC) usando cultivos andinos y cáscara de huevo; (CY) usando cultivos andinos y yema de huevo; y finalmente (CCY) usando cultivos andinos, cáscara de huevo y yema de huevo.

Harinas integrales

La achira, el camote y la oca se adquirieron en un supermercado de la ciudad de Ambato, una vez en el laboratorio se lavaron con abundante agua hasta eliminar completamente cualquier residuo de tierra o material extraño de la superficie de los tubérculos, se realizaron cortes transversales de 1mm de espesor aproximadamente y se colocaron en bandejas para su posterior secado a 60 °C, durante 10 horas, utilizando un equipo de secado por convección (REBELK-RI80), hasta alcanzar una humedad de aproximadamente 7%. Una vez secados, los tubérculos se trituraron en un molino doméstico (CORONA, Colombia) para finalmente tamizarlos y así obtener las harinas integrales.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Preparación de la crema pastelera

Se pesaron los ingredientes de cada formulación en una Balanza analítica (VWR-224AC, SN 464582). Dentro de un equipo Thermomix (TMS-4, 1400W, Alemania), se colocó la cantidad formulada de agua, se incrementó la temperatura hasta 80°C y se adicionó el resto de ingredientes, mezclando a 2500 rev/min y a temperatura constante durante 10 minutos, tiempo en el cual se alcanzó la textura visible adecuada, se enfrió la mezcla, se procedió a empacarlo en fundas ziploc y se almacenó en condiciones de refrigeración a temperaturas entre 0 °C y 4 °C.

Una vez que los cuatro prototipos de cremas pasteleras han sido formuladas y procesadas, se realizaron a cada una de ellas los siguientes análisis: análisis proximal, análisis de perfil de textura, análisis de propiedades reológicas, medición de color, pH, acidéz, análisis microbiológico y análisis sensorial, para de esta forma determinar la aceptabilidad o no de una o varias de las muestras de crema pastelera.

3.4 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación que se realizará es tipo experimental, con enfoque mixto debido al uso de datos cualitativos y cuantitativos.

3.5 PRUEBA DE HIPÓTESIS

La crema pastelera a base de harinas integrales de cultivos Andinos y cáscara de huevo presenta características reológicas, de textura y sensoriales adecuadas para el consumo humano, además el tiempo de vida útil es similar al de las cremas pasteleras tradicionales.

3.6 POBLACIÓN O MUESTRA:

Se elaboró 2kg de harina integral de achira, 2 kg de harina integral de camote, 2kg de harina integral de oca, además se solicitó 100g de polvo de cáscara de huevo y 2kg de yema de huevo pasteurizado, las cuales fueron elaboradas durante el tiempo del trabajo experimental, de acuerdo a los requerimientos de crema pastelera para los diferentes análisis a realizar. Los prototipos de crema pastelera fueron procesados en el laboratorio de investigación de la Universidad Técnica de Ambato.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

3.7 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Una vez preparados los 4 prototipos de crema pastelera, de acuerdo a la metodología 3.3 se procedió a realizar los diferentes análisis, aplicando metodologías específicas: análisis proximal, perfil de textura, propiedades reológicas, medición de color, análisis de estabilidad, análisis sensorial, para tabular y evaluar los resultados.

3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y ANÁLISIS

ESTADÍSTICO:

Para cada prueba, se realizaron dos réplicas con muestras preparadas en días diferentes. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico MINITAB (versión online). La prueba de Tukey se usó para determinar las diferencias significativas entre medias.

3.9 VARIABLES RESPUESTA O RESULTADOS ALCANZADOS

3.9.1 Análisis proximal

Contenido de Humedad

El contenido de humedad se determinó según la norma AOAC 934.01, (1998) (ME-711.02-023, 2015). Para ello se pesó 2g de muestra en una cápsula vacía previamente tarada y pesada para someter a secado en estufa (Memmert, 854 Schwabach) a 105°C por 24 horas. Finalizado el tiempo de secado las muestras se colocaron en un desecador hasta peso constante y el porcentaje de humedad se calculó mediante la ecuación 1:

Ecuación 1:

$$\%H = \frac{W_1 - W_2}{P_m} * 100$$

Donde:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

W1: peso de la cápsula + muestra antes del secado en g

W2: peso de la cápsula + muestra después del secado en g

Pm: Peso de la muestra en g

Contenido de cenizas

Para determinar el contenido de cenizas se siguió la metodología propuesta por la norma AOAC 942.05, (1984) (IDAL, 2011). Se pesó 2g de muestra en crisoles de porcelana previamente tarados, estos se sometieron a incineración en la mufla (Thermolyne, FBI315M) a 550°C por 8 horas, hasta obtener cenizas blancas / grisáceas. Los crisoles fueron colocados en un desecador hasta peso constante. El porcentaje de cenizas se determinó siguiendo la ecuación 2:

Ecuación 2:

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{P_c}{P_m} * 100$$

Donde:

Pc: peso de las cenizas en g

Pm: Peso de la muestra en g

Grasa

El contenido de grasa se determinó de acuerdo a la norma (INEN0779, 1985). Para ello se pesó 1 g de la muestra en un dedal con papel filtro, se tapó con algodón desengrasado y se registró su peso, así como el peso del matraz de extracción previamente seco. Se colocó el matraz en el sistema soxhlet, el dedal en el tubo y se adicionó hexano como solvente; la muestra fue extraída con el solvente en 3 horas de manera directa. Una vez finalizada la extracción el solvente se recuperó por



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

evaporación, hasta ya no detectar el olor del mismo. El matr az con la grasa se secó en la estufa a 103 C durante 10 min, se enfrió en el desecador y se registró su peso. El porcentaje de grasa se determinó utilizando la ecuación 3.

Ecuación 3:

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100$$

Donde:

m: Peso de la muestra, g

m1: Peso del vaso vacío, g

m2: Peso del vaso con la grasa después de la extracción, g

Proteína

La determinación del contenido de proteína se realizó según el método de Dumas propuesto en la norma AOAC 990.03 (2005) (Lanza, Churi n, y Gómez, 2016). Para lo cual, se pesó 50 mg de muestra en cápsulas de foil y se analizó el contenido de proteína mediante combustión y detección de conductividad térmica con la ayuda del equipo Dumas Nitrogen Analyzer (VELP NDA 701). Previo al análisis de proteína el equipo se calibró con el patrón EDTA que contiene un 9,58% de nitrógeno. El experimento se ejecutó por triplicado, utilizando un factor de conversión de 6,25 para el cálculo del valor de proteína (%).

Fibra dietética

La fibra dietética se determinó según la metodología de la norma AOAC 985.29, (1990) (PRT-701.03-019, 2009). Para ello se pesó por duplicado 1g de muestra, se colocó en vasos de precipitación de 400ml y se añadió 50ml de tampón fosfato pH 6. Seguidamente se adicionó 0,1ml de la solución α -amilasa, se cubrió con papel



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

aluminio y se sometió a un baño de agua caliente por 15 minutos con agitación constante hasta llegar a una temperatura de 95-100°C. Se enfrió a temperatura ambiente y se ajustó el pH a 7,5 con 10ml de NaOH 0,275N.

A continuación, se agregó 10mg de proteasa y se incubó a 60°C por 30 minutos con agitación continua, se enfrió y se añadió 10ml de HCl 0,325N hasta un pH de 4- 4,6. Se adicionó 0,3 ml amilogucosidasa y se incubó por 30 minutos a 60°C, finalizado el tiempo de incubación se agregó 280ml de etanol al 95% previamente calentado a 60°C y se dejó precipitar por 1 hora. Se pesó y humedeció el crisol que contiene célite, para redistribuir el mismo en el crisol usando etanol al 78%. El residuo se lavó de forma sucesiva con tres porciones de 20 ml de etanol al 78 %, dos porciones de 10 ml de etanol al 95 % y dos porciones de 10 ml de acetona, el tiempo de lavado y filtrado fue de 1 hora. Se secó el residuo del filtrado durante toda la noche a 105°C, se enfrió en un desecador y se registró su peso.

Posteriormente se analizó el contenido de proteínas de uno de los residuos, utilizando 6,25 como factor de conversión. Se llevó a calcinación el otro residuo de los duplicados a 550°C por 5 horas, se enfrió y se pesó para el cálculo de cenizas. El ensayo mencionado anteriormente fue realizado para correr un blanco. Todos los ensayos se realizaron por duplicado. El blanco se determinó mediante la ecuación 4.

Ecuación 4:

$$B = m - P_b - C_b$$

Donde:

B = Blanco en mg,

m = Promedio de masa del residuo (mg) para la determinación blanco.

P_b = Masa (mg) de proteína en los residuos de los blancos.

C_b = Masa (mg) de cenizas en los residuos de los blancos.

El contenido de fibra dietética total se obtendrá mediante la ecuación 5.

Ecuación 5:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

$$\%FDT = \frac{m1-p-C-B}{m} * 100$$

Donde:

m = Masa de la muestra, promedio de la masa de 2 muestras (mg).

m1 = Masa del residuo, promedio de las masas de las muestras determinadas en duplicado (mg).

p y C = Masa (mg) de proteína y cenizas, respectivamente en los residuos de las muestras.

B = blanco

3.9.2. Perfil de textura

Se utilizó un texturómetro CT3 TA (Texture Analyzer, Brookfield, Scarsdale, EE. UU.), equipado con el software Texture Analyzer AMETEK Brookfield (Scarsdale, EE. UU.).

El ensayo APT se llevó a cabo utilizando una sonda TA11 / 1000 (25,4 mm AOAC, cilindro de prueba estándar, cilindro acrílico L=35mm), sobre una mesa base estándar TA-BT-KIT.

Para ello se colocarán 50 g de muestra en un contenedor cilindro de prueba (45 mm de diámetro y 55 mm altura) y se aplicó dos ciclos de compresión. La fuerza de distancia fue de 10 mm, carga de activación 7g y la tasa de compresión 1 mm s⁻¹.

Se realizaron 5 repeticiones de dos ciclos para APT en cada muestra, obteniendo como resultado valores de dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, firmeza y masticabilidad.

3.9.3. Propiedades reológicas

Las propiedades viscoelásticas lineales se estudiaron utilizando un reómetro MCR 302 (Anton Paar, Australia), con un sistema de calefacción Peltier.

Se utilizó una sonda de 40 mm, superficie rugosa en placas paralelas y un espacio de 1 mm. Las muestras fueron protegidas con aceite de vaselina (Panreac, Barcelona,

España) para evitar que se sequen durante las mediciones. Se realizaron pruebas de barrido de tensión a 1 Hz para determinar la región visco elástica lineal, y barridos de frecuencia de 10 a 0,01 Hz de amplitud dentro de la región lineal. Se determinó el módulo de almacenamiento (G'), módulo de pérdida (G'') y se registraron los valores de tangente ($\tan \delta = G'' / G'$). Las pruebas fueron llevados a cabo a temperatura de 24 ° C.

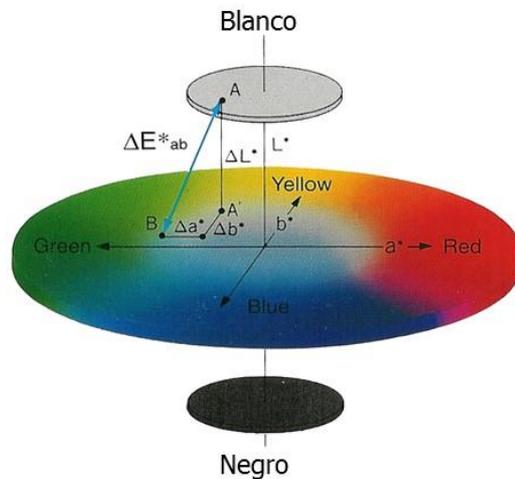
3.9.4. Medición de color

La medición de color en las muestras de crema pastelera obtenidas, se realizaron a través del método CIELAB, con el uso de un colorímetro Lovibond D65, Modelo RM200 (de fabricación China).

El espacio de color CIELAB, es un sistema cartesiano que está formado por un eje vertical L^* y dos ejes horizontales a^* y b^* , en donde L^* representa la medida de luminosidad de un color variando desde cero en negro hasta un valor de 100 en blanco. En el eje horizontal a^* representa una medida del contenido de rojo o de verde de un color. Si un color posee rojo, a^* es positiva, mientras que es negativa si un color contiene verde. El eje perpendicular al eje a^* , el eje horizontal b^* representa una medida del contenido de amarillo o de azul de un color. Si b^* es positivo, indica contenido de amarillo, mientras que, si b^* es negativo, indica contenido de azul. Tenemos también c^* que representa la medida de pureza, saturación o croma de un color, es medido desde el punto central del espacio de color, es decir, el eje acromático $a^*=b^*=0$, y a lo largo de una línea recta que se extiende hacia afuera del mencionado punto. Un valor de cero para c^* muestra un estímulo acromático, sin ninguna orientación hacia rojo, verde, azul o amarillo. Un color con un valor elevado de c^* es un color altamente cromado.

El parámetro h^* representa el ángulo que mide la tonalidad, indicando la orientación relativa del color respecto al origen 0° .

Figura 4. Evaluación de color



$$\Delta L^* = L^*_m - L^*_{ref}$$

$$\Delta a^* = a^*_m - a^*_{ref}$$

$$\Delta b^* = b^*_m - b^*_{ref}$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Fuente: (Talens, 2017)

3.9.5 Análisis de estabilidad

pH y Acidez

La acidez de las muestras se realizó en base a la normativa AOAC 925.34 (AOAC 2005). Para ello se pesó 10g de la muestra y se añadió 90ml de agua destilada a temperatura ambiente. La mezcla se homogenizó durante 20 minutos, en caso de existir partículas en suspensión es necesario filtrar la mezcla, fraccionando 10ml de la mezcla en cada tubo (tres tubos, cada uno de ellos representando una réplica) y finalmente se añadió 3 gotas de fenolftaleína (1% de fenolftaleína en etanol al 96%). El filtrado se tituló con NaOH 0.1N y el porcentaje de acidez se calculó mediante la ecuación 6.

Ecuación 6:

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{ml \text{ NaOH} * 0,1N * factor}{\text{peso de la muestra}} * 100$$

Ensayos Microbiológicos

Para el estudio microbiológico, se pesaron de cada prototipo 10g de muestra, previamente homogenizada, y se trasladaron a bolsas estériles (Sterilin, Stone, Staffordshire, Reino Unido) donde se añadieron 90ml de agua de peptona y fueron



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

sometidos a agitación exhaustiva por 1 min en un homogenizador Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido). Seguidamente se realizaron diluciones seriadas de acuerdo a cada determinación microbiológica requerida; para mohos y levaduras se sembró en placas de agar Rosa de Bengala, RBC (Difco, Le Pont de Claix, France) incubándose a 25°C por 5 días; para recuento de Enterobacterias se utilizó la técnica de siembra en doble capa con agar bilis rojo violeta VRBG (Acumedia, Michigan, EE.UU) y se incubó a 37°C por 24 horas; finalmente para recuento de *Staphylococcus aureus*, la siembra se realizó en placas de agar Baird Parker (Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubó a 37°C por 48 horas. Los ensayos se realizaron por duplicado durante 16 días y los recuentos se expresaron como UFC por gramo (UFC/g).

Para la determinación de bacterias Gram negativas se pesaron 10 g de cada muestra de crema pastelera, y se transfirieron a 90 ml de solución de agua peptonada tamponada estéril. Se sometió a agitación exhaustiva por 1 min en un homogenizador Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido).

Se utilizó técnicas de placa de extensión para el aislamiento bacteriano. Se utilizó agar SS (*Salmonella-Shigella*) y todos se prepararon de acuerdo con las instrucciones proporcionadas por el fabricante. Además, se usó Chromocult como medio de cultivo para identificación de *Ecoli* y *coliformes*.

Análisis sensorial

Se realizó una prueba de intensidad de cualidades sensoriales en los 4 prototipos de cremas pasteleras, para lo cual se escogieron 10 panelistas entrenados que efectuaron la valoración sensorial de los productos, en donde se indica el nivel de agrado, marcando con el número que correspondió a su puntaje en la escala de preferencia y colocando la reacción que mejor define la aceptación para cada uno de los atributos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 FORMULACIONES DE CREMA PASTELERA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Se formularon 4 prototipos de crema pastelera, los ingredientes con las respectivas proporciones se muestran en Tabla 7,

Tabla 7. Formulaciones de crema pastelera: Muestra Control, únicamente cultivos andinos(C), cultivos andinos con Yema de huevo (CY), cultivos andinos con Cáscara de huevo (CC) y cultivos andinos con yema y cáscara de huevo (CCY).

Ingrediente	Porcentaje (%)			
	(C)	(CY)	(CC)	CCY
Agua	78,6	70,3	78,3	70,0
Harina de Achira	10,7	10,7	10,7	10,7
Harina de Oca	6,4	6,0	6,3	6,0
Harina de Camote	3,7	3,3	3,7	3,3
Glicerol	0,6	0,6	0,6	0,6
Yema de huevo	0,0	9,0	0,0	9,0
Harina de cáscara de huevo	0,0	0,0	0,4	0,4

Una vez que los 4 prototipos de crema pastelera fueron desarrollados, se realizaron diversos análisis que tuvieron la finalidad de identificar las propiedades de cada una de ellas, para realizar comparaciones y detectar diferencias significativas.

4.2 ANÁLISIS PROXIMAL

En la tabla 8, el contenido de humedad de los prototipos de crema pastelera C,CY, CC y CCY son similares entre sí, y al compararlos con el contenido de humedad de cremas pateleras tradicionales a base de leche en un estudio realizado por Pacheco, Rojas y



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Salinas, (Rojas, 2008) el valor de humedad es de 58%, el valor es más bajo en el presente trabajo debido principalmente a la cantidad de sólidos que contiene, además que el proceso de elaboración es diferente. El contenido de humedad puede influir grandemente en la fluidez de un alimento, la compresibilidad, y la cohesividad. (Tirado et al., 2015)

Tabla 8. Análisis proximal de los prototipos de crema pastelera

MUESTRA	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)
C	37,22±0,30	52,54±0,01	0,31±0,03	8,36±0,02	1,05±0,01
CY	38,15±0,45	55,68±0,02	3,03±0,05	7,72±0,03	1,10±0,02
CC	37,06±0,23	51,25±0,02	0,37±0,05	7,86±0,05	1,44±0,03
CCY	37,87±0,42	58,72±0,02	1,88±0,03	8,46±0,02	1,45±0,02

La cantidad de proteína que presentan los 4 prototipos de cremas pasteleras supera el 50%, con lo cual se puede considerar que al consumir 100g de cualquiera de los prototipos se estaría satisfaciendo las necesidades diarias de proteína VDR, ya que las recomendaciones de ingesta de proteína en adultos sanos, mayores de 19 años son de 0,8g/kg de peso/día (Armendariz-Anguiano et al., 2010), lo que quiere decir que una persona con 60 kg de peso requiere 48g de proteína por día, para lo que 100g de crema pastelera satisface ese requerimiento. Además, que el incremento en la cantidad de proteína en las muestras CY y CCY se debe a que contienen en su formulación yema de huevo, alta en proteínas.

De acuerdo a la tabla 8 se puede evidenciar que las muestras CY y CCY presentan valores superiores de grasa, esto se debe a que los dos prototipos contienen en su composición yema de huevo pasteurizada, el principal componente de la yema son los lípidos, alrededor del 65% de la materia seca (Anton et al., 2007).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

Debido a la popularidad de las cremas pasteleras, la industria debe hacer un esfuerzo para modificar la formulación y los procesos de producción con la finalidad de crear productos más nutritivos. (García-Esteba et al., 2013)

Los prototipos de crema pastelera elaboradas de acuerdo a la tabla 8 indican que son ricas en fibra, dado que si tomamos como el consumo de una porción de 100g se estaría consumiendo más de 7,5g de fibra total (30% del VDR), ya que de acuerdo a un estudio realizado, en adultos es recomendable una ingesta de 25 a 30g de fibra por día (Sánchez, José; Ribera, 2020) La fibra se encuentra presente en los prototipos de crema pastelera debido a que se utilizó harinas integrales de cultivos andinos. Lo que se valida con la investigación de (Salazar, Arancibia, Ocaña, et al., 2021) donde mencionan que todas las harinas cumplen los requisitos para ser etiquetadas como “alto en fibra”, excepto la harina de oca, que se puede considerar una “fuente de fibra”. Se observa también que en los prototipos CC y CCY se evidencia un incremento de la concentración de cenizas, debido principalmente a que en estos prototipos se utilizó cáscara de huevo, rica en sales minerales. De acuerdo a (Bashir & Manusamy, 2015) , el polvo de la cáscara de huevo está compuesto principalmente por óxido de sodio, óxido de magnesio, óxido de potasio, óxido de calcio, óxido férrico, óxido de estroncio.

4.3 PERFIL DE TEXTURA

En la Tabla 9 se presentan los valores medios de los prototipos de crema pastelera, con su respectiva desviación estándar de las características texturales (dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, firmeza en boca y la masticabilidad) evaluadas con el análisis de perfil de textura, con un nivel de confianza del 5%.

Tabla 9. Análisis de perfil de textura

MUESTRA	Dureza (g)	Adhesividad (g)	Cohesividad ..	Elasticidad (mm)	Firmeza (g)	Masticabilidad (mJ)
C	293,20 ± 5,54 ^b	10,34 ± 0,662 ^a	0,822 ± 0,02049 ^a	9,588 ± 0,446 ^a	241,20 ± 7,46 ^b	22,74 ± 1,677 ^b



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

CY	293,40 ± 3,36 ^b	9,08 ± 0,540 ^{ab}	0,720 ± 0,03160 ^b	8,854 ± 0,246 ^b	217,20 ± 9,86 ^c	18,64 ± 0,532 ^c
CC	415,20 ± 12,56 ^a	10,22 ± 1,522 ^a	0,760 ± 0,05830 ^{ab}	9,030 ± 0,530 ^{ab}	314,20 ± 17,84 ^a	27,88 ± 3,210 ^a
CCY	205,40 ± 6,91 ^c	7,80 ± 0,464 ^b	0,814 ± 0,01949 ^a	9,382 ± 0,317 ^{ab}	167,00 ± 6,44 ^d	15,36 ± 0,958 ^c

De acuerdo a la tabla 9 no existe diferencia significativa estadística entre los valores de adhesividad entre los prototipos de crema pastelera Control (C) y crema con cáscara (CC), esto se da principalmente debido a que en los dos prototipos no se adicionó yema de huevo.

El mayor valor de dureza se observa en el prototipo de crema pastelera con cáscara (CC) y en el prototipo de crema pastelera Control (C), donde ninguna de las dos formulaciones incluye yema, lo que nos indica que la yema cumple un rol importante para reducir el valor de dureza, tomando en cuenta que la dureza representa la resistencia del alimento en la primera compresión (Wee et al., 2018) también la yema ayuda a incrementar la adhesividad confirmando con los valores obtenidos en los prototipos de crema pastelera sin cáscara y crema pastelera completa que en sus ingredientes incluyen la yema líquida.

El menor valor de masticabilidad lo presenta el prototipo CCY lo que indica que ésta crema pastelera es la que requiere menor energía al masticar y contraria a ésta el prototipo CC es la que presenta el mayor valor de masticabilidad debido a la presencia de cáscara y sin uso de yema de huevo.

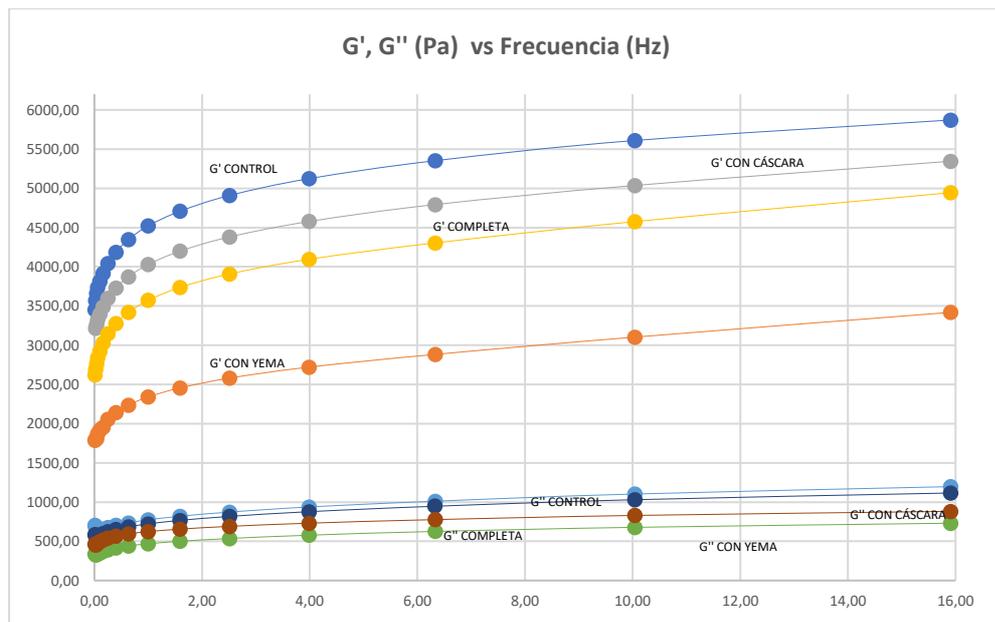
Los valores de dureza están relacionados con variables como el contenido de humedad, el contenido de grasa y el contenido de proteínas, por lo cual se observa que los prototipos CY y CCY presentan los menores valores ya que los contenidos de las variables analizadas son mayores, debido principalmente a la presencia de yema de huevo.

4.4 REOLOGÍA

Los parámetros G' y G'' representan el comportamiento elástico y viscoso de la crema analizada y la $\tan \delta$ es la relación entre G' y G'' , en las cuales un valor alto del módulo de almacenamiento puede deberse a una fuerza mayor a la masa dada por las proteínas de los cultivos andinos. En la Figura 4 se indica la gráfica de los módulos de

almacenamiento G' , y de pérdida G'' vs la frecuencia de prueba en los 4 prototipos de cremas pasteleras.

Figura 5. Módulos de almacenamiento G' , y de pérdida G'' Vs Frecuencia



Los parámetros viscoelásticos G' y G'' tuvieron un comportamiento muy similar para los 4 prototipos de crema pastelera e incrementaron con el valor de frecuencia, esta tendencia se pudo observar también en otros trabajos como en el caso del realizado acerca de la caracterización viscoelástica de masas de variedades de trigos suaves (Magaña-Barajas, E.;Ramírez-Wong, B.;Platt-Lucero, L. C.;López-Ahumada & A.;Torres, P.I.;Sánchez-Machado, 2009).

De acuerdo a la figura 5 se puede determinar que los valores del módulo de almacenamiento (G') para los cuatro prototipos de crema pastelera son mayores a los valores del módulo de pérdida (G''), esto nos indica que las cremas pasteleras tienen comportamientos más elásticos que viscosos.

Los valores del módulo de pérdida de energía más altos (C y CC) fueron aquellos a los que no se agregaron ningún tipo de grasa (yema de huevo), concordando con un



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

estudio de cremas de leche en las que se tuvo el mismo comportamiento en las cremas que no se agregaron ningún tipo de grasa (Gutiérrez, 2016).

4.5 MEDICIÓN DE COLOR

La tabla 10 muestra los valores de L*, a*, b*, h* y C* obtenidos con el colorímetro, fueron usados para determinar las propiedades ópticas de los prototipos de crema pastelera, obteniendo valores de tono, croma y pureza de color.

Tabla 10. Atributos de color - CIELAB

MUESTRA	L*	a*	b*	h*	C*
C	29,20 ± 0,46 ^c	7,16 ± 0,3710 ^a	13,64 ± 0,297 ^b	62,28 ± 0,958 ^b	15,42 ± 0,415 ^b
CY	39,24 ± 1,25 ^a	6,44 ± 0,3360 ^c	16,44 ± 0,493 ^a	68,52 ± 1,080 ^a	17,66 ± 0,532 ^a
CC	27,12 ± 0,47 ^d	7,06 ± 0,1673 ^{ab}	12,98 ± 0,466 ^b	61,98 ± 1,026 ^b	14,78 ± 0,507 ^b
CCY	37,74 ± 0,83 ^b	6,54 ± 0,3050 ^{bc}	16,40 ± 0,791 ^a	68,20 ± 1,703 ^a	17,66 ± 0,669 ^a

El parámetro de luminosidad L* del color varía de 0 para un negro hasta 100 para un blanco, y de acuerdo a los resultados de la tabla 10 el prototipo de crema pastelera CY es el menos oscuro debido a la adición de yema de huevo y el prototipo de crema pastelera CC es el más oscuro debido a que no contiene yema de huevo y además los pigmentos de la cáscara de huevo le reducen la luminosidad.

Los datos cromáticos registrados de a* y b* indican que no existe diferencia significativa entre las muestras (C ; CC), así como en las muestras (CY; CCY)

El parámetro de medida del contenido de a* rojo (valor positivo) o de verde (valor negativo) del color de acuerdo a la tabla 10 indica que todos los prototipos de crema pastelera tienen la presencia del contenido de color rojo en las que las muestras C y CC no presentan diferencia significativa estadística, el color rojo nos indica la presencia de antocianidinas de la achira, ya que de acuerdo a E.Creus las



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

antocianidinas son los principales responsables de los tonos rojos, azules y violáceos de muchas frutas, hortalizas y derivados (Creus, 2004). El color también podría atribuirse de acuerdo a (Pacheco et al., 2019) a la presencia de pigmentos como los carotenoides (α - β carotenos) y antocianinas (cianidinas, pelargonidina y peonidinas). El parámetro de medida del contenido de b^* amarillo (valor positivo) o de azul (valor negativo) del color de acuerdo a la tabla 10 nos indican que todos los prototipos de crema pastelera producidos tienen presencia de color amarillo, en mayor medida las muestras CY y CCY. El color de la yema del huevo se debe principalmente a dos xantofilas (luteína y zeaxantina), además a trazas de b-caroteno (Meléndez-Martínez et al., 2004) debido a lo cual los dos prototipos no presentan diferencia significativa ya que son las dos que presentan yema en su formulación.

El parámetro h^* representa al valor del ángulo que mide la tonalidad, de acuerdo a los valores de la tabla 13 se determina que no existe diferencia significativa entre los prototipos de cremas pasteleras C y CC, de la misma manera, no existe diferencia significativa estadística entre los prototipos de crema pastelera CCY y CY debido a los ingredientes usados en su formulación. Es decir aquellas que no existe diferencia significativa estadística entre sí, presentan la misma tonalidad de color.

El parámetro C^* que determina la intensidad de color de acuerdo a los valores mostrados en la tabla 10 nos indica que no existe diferencia significativa estadística entre los prototipos de cremas pasteleras CY y CCY, de la misma forma no presentan diferencia significativa estadística los prototipos de cremas pasteleras C y CC, lo que sugiere que la adición de yema de huevo a la formulación también generaría una mayor intensidad de color en las muestras.

4.6 ESTABILIDAD

4.6.1 pH y acidez

La tabla 11 muestra los valores obtenidos de pH y acidez de los 4 prototipos de crema pastelera a base de harinas integrales de cultivos andinos, fueron evaluadas durante los 16 días.

Tabla 11. pH – acidez de los prototipos de crema pastelera

MUESTRA	DÍA 0	DÍA 3	DÍA 7	DÍA 10	DÍA 16
---------	-------	-------	-------	--------	--------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

	pH	Acidez %								
C	6,33 ± 0,04	3,0± 0,09	6,29 ± 0,04	3,0± 0,07	6,30 ± 0,05	2,0± 0,08	6,34 ± 0,03	2,0± 0,08	6,20 ± 0,05	2,0± 0,07
CY	6,35 ± 0,03	3,0± 0,11	6,30 ± 0,03	3,0± 0,09	6,23 ± 0,04	2,0± 0,09	6,32 ± 0,06	2,0± 0,10	6,10 ± 0,05	2,0± 0,08
CC	7,65 ± 0,03	1,0± 0,10	7,72 ± 0,05	1,0± 0,07	7,70 ± 0,04	0,5± 0,08	7,15 ± 0,04	1,0± 0,11	6,56 ± 0,03	1,5± 0,09
CCY	7,45 ± 0,05	2,0± 0,09	7,42 ± 0,03	2,0± 0,09	7,40 ± 0,03	1,0± 0,07	7,19± 0,03	1,5± 0,08	6,42 ± 0,04	2,5± 0,09

El pH y la acidez fueron usados como parámetros para determinar existencia o no de alteración de las cremas pasteleras durante el tiempo de evaluación, en éste caso 16 días, tiempo en el cual no se evidenció variación, se realizó el estudio ya que la presencia de ácidos orgánicos en de los alimentos, pueden modificar las características organolépticas, de calidad y de estabilidad (Kobus-Cisowska et al., 2020).

4.6.2 Ensayos microbiológicos

Durante 16 días en los que se realizó el monitoreo y control microbiológico para determinación de *E coli*, coliformes, mohos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, enterobacterias, Salmonella y Shigella de los 4 prototipos de crema pastelera, no se evidenció crecimiento de ningún microorganismo, en ningún caso, sin embargo, al día 17 se presentó un cambio de coloración en la fase líquida de la crema, así como el inicio de una separación de fases, por lo que se decidió detener los ensayos microbiológicos.

4.7 ANÁLISIS SENSORIAL

En la tabla 12 se presenta una escala de los atributos de aceptabilidad de los 4 prototipos de crema pastelera, a través de los cuales se evaluaron los productos. En la Figura 6 se muestran los resultados del nivel de aceptabilidad que se realizó en los 4 prototipos de crema pastelera.

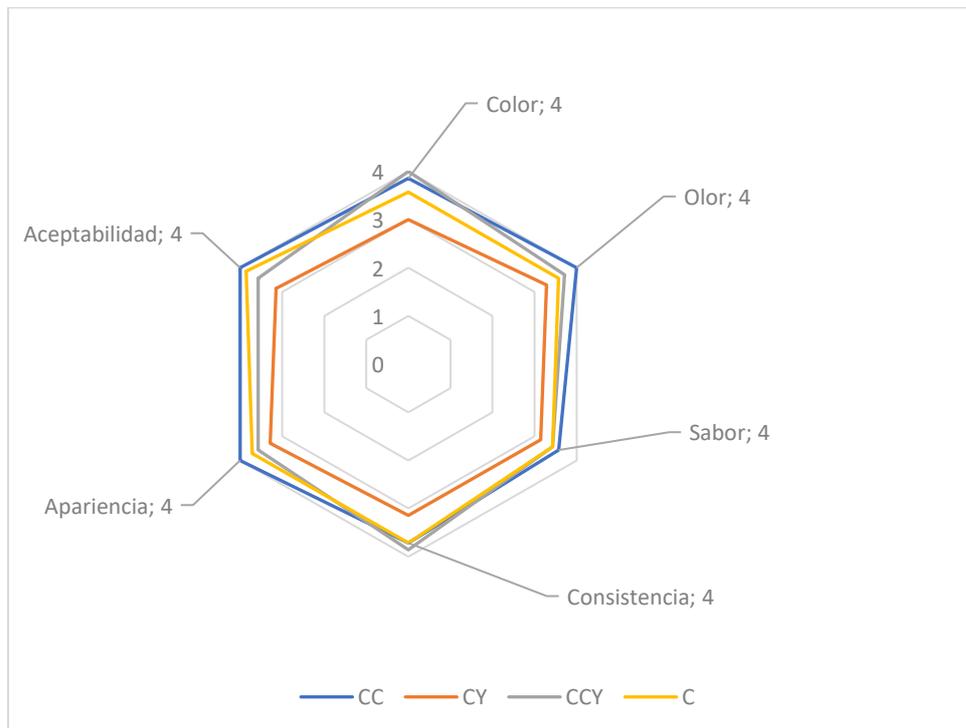
Tabla 12. Identificación de nivel de aceptabilidad de los prototipos de crema pastelera

Puntaje	Nivel de agrado
---------	-----------------

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Figura 6. Nivel de aceptabilidad de los 4 prototipos de crema pastelera



De los resultados observados en la figura 5 se puede determinar que el prototipo de crema pastelera CC es el más aceptado por el panel sensorial, y CC es la crema que contiene harinas integrales de cultivos andinos y que se le ha agregado polvo de cáscara de huevo, con lo cual nos lleva a que la investigación realizada ha sido satisfactoria y abre campo a nuevas formulaciones partiendo de la obtenida.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- Se desarrollaron prototipos de crema pastelera utilizando harinas integrales de cultivos ancestrales andinos como achira, oca y camote, con una textura agradable, sin la adición de gluten o azúcares añadidos.
- La presencia de yema de huevo en la formulación de la crema pastelera produce un efecto de menor adhesividad, mayor dureza y mayor firmeza en la crema. La adición de yema de huevo mejora la masticabilidad del producto final. La presencia de cáscara de huevo incrementa la dureza al producto final.
- La presencia de pigmentos como los carotenoides (α - β carotenos) y antocianinas (cianidinas, pelargonidina y peonidinas) otorgan el color a la crema pastelera.
- Las harinas integrales de achira y camote proveen al producto mayor elasticidad cuando no existe la presencia de yema de huevo en la formulación, lo cual se evidenció a través del comportamiento viscoelástico de los cuatro prototipos de crema pastelera que presentan mayor elasticidad que viscosidad debido a que el módulo de almacenamiento, G' es mayor al módulo de pérdida, G'' .
- Los valores de G' y G'' incrementaron al incrementarse la frecuencia, mostrando un comportamiento sólido principalmente, lo que indica que la crema desarrolla un cierto nivel estructural, como un gel fuerte.
- El prototipo de crema pastelera control y sin yema no presentan diferencias significativas en cuanto a los atributos de color, siendo la presencia de yema la determinante en el cambio de éstos atributos.
- Las propiedades fisicoquímicas de los prototipos de crema pastelera control y sin cáscara mostraron resultados interesantes durante los 16 días de evaluación al igual que la estabilidad microbiológica, resultando en una buena estabilidad fisicoquímica y microbiológica para los prototipos analizados considerando que no se añadieron conservantes.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- A. Mujica. (2003). La importancia de los cultivos andinos. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 13, 14–34.
- Afzal, F., Mueen-ud-Din, G., Nadeem, M., Murtaza, M. A., & Mahmood, S. (2020). Effect of eggshell powder fortification on the physicochemical and organoleptic characteristics of muffins. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 9(2), 1488–1496. <https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90154>
- Alimentaria, B. (2016). *UNIVERSIDAD DE OVIEDO “MICROBIOTA EN HUEVOS Y DERIVADOS: IDENTIFICACIÓN Y DESARROLLO” Carmen Neira Solís.*
- Anton, M., Huopalahti, R., López-Fandiño, R., & Schade, R. (2007). *Composition and Structure of Hen Egg Yolk Bioactive Egg Compounds*. 1–6.
- Armendariz-Anguiano, A. L., Jiménez-Cruz, A., Bacardí-Gascón, M., & Pérez-Morales, M. E. (2010). Efectividad del uso de suplementos de proteína en entrenamientos de fuerza: Revisión sistemática. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 60(2), 113–118.
- Arnold, M., Rajagukguk, Y. V., & Gramza-Michałowska, A. (2021). Functional food for elderly high in antioxidant and chicken eggshell calcium to reduce the risk of osteoporosis—a narrative review. *Foods*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/foods10030656>
- Bashir, A. S. M., & Manusamy, Y. (2015). Characterization of Raw Egg Shell Powder (ESP) as A Good Bio - filler. *Journal of Engineering Research and Technology*, 2(1), 56–60. <http://journal.iugaza.edu.ps/index.php/JERT/article/view/1637/1569>
- Bohórquez, Y. (2017). *Caracterización y potencial uso de la raíz achira Characterization and potential use of the achira root (Canna Edulis Ker). 1*, 89–97.
- Brun, L. R., Lupo, M., Delorenzi, D. A., Di Loreto, V. E., & Rigalli, A. (2013). Chicken eggshell as suitable calcium source at home. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(6), 740–743. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.787399>
- Carlos, R., Goicochea, C., Carolim, M., Teodoro, J., Carlos, R., Goicochea, C., Carolim, M., & Teodoro, J. (2021). Propiedades funcionales de productos tradicionales congelados y secados al sol de oca (*Oxalis tuberosa* Molina) y olluco (*Ullucus tuberosus* Caldas): Una revisión To cite this version : HAL Id : halshs-03093532 Propiedades funcionales de productos tradi. *Hal*.
- CONAVE. (2021). CONAVE Presenta Las Estadísticas Del Sector Avícola. <https://www.conave.org/conave-presenta-las-estadisticas-del-sector-avicola/>
- Creus, E. V. A. G. (2004). *Compuestos fenólicos*. 23, 80–84.
- Dobrev, V., Hadjikinova, R., Petrova, I., Dobrev, G., & Hadjikinova, M. (2021). Effect of maltitol on technological characteristics of pastry creams with low sugar content. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 33, 162–168.

- Fayet-Moore, F., Cassettari, T., McConnell, A., Kim, J., & Petocz, P. (2019). Australian children and adolescents who were drinkers of plain and flavored milk had the highest intakes of milk, total dairy, and calcium. *Nutrition Research*, *66*, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.03.001>
- Fundo, J. F., Quintas, M. A. C., Brandão, T. R. S., & Silva, C. L. M. (2011). Development of a safer formulation of egg yolk cream: Physicochemical and sensorial characteristics assessment. *Journal of Food Processing and Preservation*, *35*(2), 220–235. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00472.x>
- García-Esteba, R., García-Villanova, B., Guera-Hernández, E., & Contreras-Calderón, J. (2013). Fatty acids and sugars in commercial baked goods. *Acta Alimentaria*, *42*(2), 173–185. <https://doi.org/10.1556/AAlim.42.2013.2.5>
- Gawl, K., Lobo-arias, M., Medina-cano, C. I., Grisales-arias, J. D., Yepes-agudelo, A. F., & Álvarez-guzmán, J. A. (2017). *Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira , Canna edulis Ker Gawl . (Cannaceae) Evaluation and morphological characterization of the Colombian collection of achira*. *18*(1), 47–73.
- Gutiérrez, J. (2016). *Estabilidad y reología de la crema de leche*.
- Harrigan, S. (2021). Chapter 18. In *Jacob's Well* (Issue Bls 1999). Springer. <https://doi.org/10.7560/758155-019>
- Hirao, K., Kondo, T., Kainuma, K., & Takahashi, S. (2021). Starch gel foods in cookery science: application of native starch and modified starches. *Journal of Biorheology*, *35*(1), 29–41. <https://doi.org/10.17106/jbr.35.29>
- Horincar, G., Enachi, E., Barbu, V., Andronoiu, D. G., Râpeanu, G., Stănciuc, N., & Aprodu, I. (2020). Value-added pastry cream enriched with microencapsulated bioactive compounds from eggplant (*Solanum melongena* L.) peel. *Antioxidants*, *9*(4). <https://doi.org/10.3390/antiox9040351>
- Islam, K., Tusty, T. A., Akhand, A. A., & Ahsan, N. (2019). *Human Uptake of Eggshell Powder as an Alternate Source of Calcium*.
- Jai, P. H., Wook, J. S., Kyu, Y. J., Gil, K. I. M. B., & Mok, L. E. E. S. (2007). Removal of heavy metals using waste eggshell. *Journal of Environmental Sciences*, *19*, 1436–1441.
- Kobus-Cisowska, J., Szymanowska-Powałowska, D., Szymandera-Buszka, K., Rezler, R., Jarzębski, M., Szczepaniak, O., Marciniak, G., Jędrusek-Golińska, A., & Kobus-Moryson, M. (2020). Effect of fortification with calcium from eggshells on bioavailability, quality, and rheological characteristics of traditional Polish bread spread. *Journal of Dairy Science*, *103*(8), 6918–6929. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18027>
- Lago Castro, L. (2011). *El cultivo de la batata :una oportunidad agroalimentaria para pequeños productores de clima cálido*. 00086, 40 p. ;II. Dat. num. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13373>
- Leidi, E. O., Altamirano, A. M., Mercado, G., Rodríguez, J. P., Ramos, A., Alandia, G., Sørensen, M., & Jacobsen, S. E. (2018). Andean roots and tubers crops as sources of functional foods. *Journal of Functional Foods*, *51*(June), 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.10.007>
- León Marroú, E. M., Villacorta González, M. Y., & Pagador Flores, S. E. (2011). Composición química de “oca” (*Oxalis tuberosa*), “arracacha” (*Arracaccia*

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

- xanthorrhiza) y "tarwi" (*Lupinus mutabilis*). Formulación de una mezcla base para productos alimenticios. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, 2(2), 239–252.
- M. Hassan, M. N. (2015). Chicken Eggshell Powder as Dietary Calcium Source in Biscuits. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 10(6), 199–206. <https://doi.org/10.5829/idosi.wjdfs.2015.10.2.1152>
- Magaña-Barajas, E.;Ramírez-Wong, B.;Platt-Lucero, L. C.;López-Ahumada, G., & A.;Torres, P.I.;Sánchez-Machado, D. I. (2009). Viscoelastic characteristics of dough from soft wheat cultivars. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 24(1), 12–22.
- Meléndez-Martínez, A. J., Vicario, I. M., & Heredia, F. J. (2004). Nutritional importance of carotenoid pigments. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2), 149–154.
- Mohanraj, R., & Sivasankar, S. (2014). Sweet potato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam) - A valuable medicinal food: A review. *Journal of Medicinal Food*, 17(7), 733–741. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.2818>
- Moscoe, L. J., Blas, R., Huamán Masi, D., Huamán Masi, M., & Emshwiller, E. (2017). Genetic basis for folk classification of oca (*Oxalis tuberosa* Molina; Oxalidaceae): implications for research and conservation of clonally propagated crops. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64(5), 867–887. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0407-y>
- Oliveira, D. A., Benelli, P., & Amante, E. R. (2013). A literature review on adding value to solid residues: Egg shells. *Journal of Cleaner Production*, 46, 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.045>
- Ortega Anta, R. M., Jiménez Ortega, A. I., & López-Sobaler, A. M. (2015). El calcio y la salud. *Nutricion Hospitalaria*, 31, 10–17. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup2.8677>
- Pacheco, M. T., Escribano-Bailón, M. T., Moreno, F. J., Villamiel, M., & Dueñas, M. (2019). Determination by HPLC-DAD-ESI/MSn of phenolic compounds in Andean tubers grown in Ecuador. *Journal of Food Composition and Analysis*, 84, 103258. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103258>
- Paulino, V., & Zare, N. (2018). *Agroindustrial Science*. 2(1), 147–154.
- Ponce, N. L. C., & Martínez, M. E. P. (2014). Tubercules andins et connaissance agricole local dans des communautés ruraux de l'Équateur et de Colombie. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 149–166. <https://doi.org/10.11144/javeriana.CRD11-74.taca>
- Prasetyo, B., & Prayitno, A. H. (2021). The sensory characteristics of fortified beef sausage with duck eggshell nano-calcium. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 672(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/672/1/012042>
- Ray, S., Kumar Barman, A., Kumar Roy, P., & Kumar Singh, B. (2017). *The Pharma Innovation Journal 2017; 6(9): 01-04 Chicken eggshell powder as dietary calcium source in chocolate cakes*. 6(9), 1–4. www.thepharmajournal.com
- Renee, A., Linaloe, A., Lorena, M. de, & Vidal, A. R. (2018). *Propiedades nutrimentales del camote (Ipomoea batatas L .) y sus beneficios en la salud humana*. 19.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE POSGRADOS

- Rojas, A. (2008). *Caracterización físico-química de cremas de leche*. November, 303–317.
- Royo-Bordonada, M. Á., Rodríguez-Artalejo, F., Bes-Rastrollo, M., Fernández-Escobar, C., González, C. A., Rivas, F., Martínez-González, M. Á., Quiles, J., Bueno-Cavanillas, A., Navarrete-Muñoz, E. M., Navarro, C., López-García, E., Romaguera, D., Morales Suárez-Varela, M., & Vioque, J. (2019). Food policies to prevent obesity and the main non-transmissible diseases in Spain: where there's a will there's a way. *Gaceta Sanitaria*, 33(6), 584–592. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2019.05.009>
- Salazar, D., Arancibia, M., Ocaña, I., Rodríguez-Maecker, R., Bedón, M., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Characterization and technological potential of underutilized ancestral andean crop flours from ecuador. *Agronomy*, 11(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy11091693>
- Salazar, D., Arancibia, M., Silva, D. R., López-Caballero, M. E., & Montero, M. P. (2021). Exploring the potential of andean crops for the production of gluten-free muffins. *Agronomy*, 11(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081642>
- Sánchez, José; Ribera, J. (2020). La fibra en la alimentación. *SENPE, March*.
- Sargent, J. R. (1995). Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. In *Broodstock Management and egg and larval quality*.
- Talens, P. (2017). Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB. *Tecnología de Alimentos*, 1–7. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens - Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB.pdf?sequence=1>
- Tirado, D. F., Montero, P. M., & Acevedo, D. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias. *Informacion Tecnologica*, 26(2), 3–10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000200002>
- Vargas Aguilar, P., & Hernández Villalobos, D. (2013). Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampí: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. *Revista Tecnología En Marcha*, 26(1), 37. <https://doi.org/10.18845/tm.v26i1.1120>
- Vera, N. G., Omara, S., Manzano, E., & Hernandez, H. M. H. (2018). Use of Oxalis tuberosa in Gluten-free Baked Goods Manufacture. In *Food Control and Biosecurity* (Issue 2009). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811446-9/00006-X>
- Viteri Robayo, C., Camino Naranjo, M., Robayo Poveda, D., Moreno Dávila, T., & Ramos Jácome, M. (2020). Alimentos sagrados en la cosmovisión andina. *Ciencia e Interculturalidad*, 27(02), 173–189. <https://doi.org/10.5377/rci.v27i02.10442>
- Vizireanu, C., Ionescu, A., Istrati, D., & Dima, F. (2012). Rheologic behavior of pastry creams. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 13(1), 69–79.
- Waheed, M., Butt, M. S., Shehzad, A., Adzahan, N. M., Shabbir, M. A., Rasul Suleria, H. A., & Aadil, R. M. (2019). Eggshell calcium: A cheap alternative to expensive

- supplements. *Trends in Food Science and Technology*, 91(July), 219–230. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.021>
- Wang, Y., Yuan, D., Li, Y., Li, M., Wang, Y., Li, Y., & Zhang, L. (2019). Thermodynamic and whipping properties of milk fat in whipped cream: A study based on DSC and TD-NMR. *International Dairy Journal*, 97, 149–157. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.05.008>
- Wee, M. S. M., Goh, A. T., Stieger, M., & Forde, C. G. (2018). Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range of solid foods. *Food and Function*, 9(10), 5301–5312. <https://doi.org/10.1039/c8fo00791h>
- Yaruro Cáceres, N. C., Suarez Mahecha, H., de Francisco, A., Vásquez Mejía, S. M., & Diaz Moreno, C. (2021). Physicochemical, thermal, microstructural and paste properties comparison of four achira (*Canna edulis* sp.) starch ecotypes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25(March). <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100380>
- Zhang, C., Ma, S., Wu, J., Luo, L., Qiao, S., Li, R., Xu, W., Wang, N., Zhao, B., Wang, X., Zhang, Y., & Wang, X. (2020). A specific gut microbiota and metabolomic profiles shifts related to antidiabetic action: The similar and complementary antidiabetic properties of type 3 resistant starch from *Canna edulis* and metformin. *Pharmacological Research*, 159(September 2019), 104985. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104985>
- Zhang, J., & Wang, Z. W. (2013). Soluble dietary fiber from *Canna edulis* Ker by-product and its physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers*, 92(1), 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.067>
- Zhang, J., Wang, Z. W., & Shi, X. M. (2010). *Canna edulis* Ker By-product: Chemical Composition and Characteristics of the Dietary Fiber. *Food Science and Technology International*, 16(4), 305–313. <https://doi.org/10.1177/1082013209353832>
- Zhu, F., & Cui, R. (2019). Comparison of molecular structure of oca (*Oxalis tuberosa*), potato, and maize starches. *Food Chemistry*, 296(May), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.192>