

Addari, Romina

Serafino, Agustina

Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin utilizando el residuo sólido obtenido de la elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa

Facultad/Área: Facultad de Tecnologías e Innovación para el Desarrollo

Carrera: Licenciatura en Industrias Alimentarias

Año: 2022

Licencia:  <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> (CC BY 4.0)

Cita recomendada: Addari, R. ; Serafino, A. (2022). *Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin utilizando el residuo sólido obtenido de la elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa*. Rafaela: Universidad Nacional de Rafaela, Facultad de Tecnologías e Innovación para el Desarrollo. RID UNRaf Repositorio Institucional Digital UNRaf



Universidad Nacional de Rafaela

“Tesina presentada como requisito para obtener el grado de
Licenciada en Industrias Alimentarias”

“Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin
utilizando el residuo sólido obtenido de la
elaboración de una bebida fermentada a base de
quinoa”

Estudiantes: Addari Romina y Serafino Agustina

Directora: Gentinetta Fabiana

Lugar de realización: Universidad Nacional de Rafaela

Año: 2022

AGRADECIMIENTOS

Durante la realización de nuestro trabajo final, existieron gran cantidad de personas que se han puesto frente a nosotras con el único propósito de acompañarnos y ayudarnos a transitar esta última etapa. Gracias a ellos hoy podemos cumplir con nuestro objetivo, por lo cual nos sentimos sumamente afortunadas y bendecidas.

Nos gustaría agradecerle a la Bioquímica Fabiana Gentinetta, directora de la Carrera y, a su vez, directora de nuestro proyecto, por su valiosa ayuda y seguimiento en la supervisión de este trabajo.

A la Dra. Yanina Pavón y a todo el equipo de integrantes del panel sensorial por su predisposición en todo momento y porque sin su participación, hubiera sido imposible esta investigación.

También a todos los docentes que han sido parte de nuestra formación y nos han apoyado en todo el camino de aprendizaje.

Además, queríamos agradecer a la Universidad Nacional de Rafaela por incluir la carrera de Licenciatura en Industrias Alimentarias, que permitió que avancemos hacia la obtención de un Título de Grado.

De manera muy especial, a nuestras familias y amigos que nos prestaron su apoyo y nos acompañaron en el logro de esta meta, preocupándose siempre por el avance del proyecto, consultando y ayudando.

JUSTIFICATIVO DE LA ELECCIÓN DEL COMPAÑERO DE TESIS

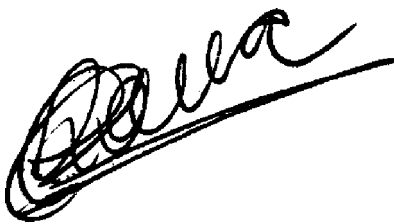
Debido a la amplitud del tema abordado y a la escasa información actual sobre el mismo, nos pareció adecuado el abordaje en grupo del trabajo de investigación “Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin utilizando el residuo obtenido en la elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa”.

Encontramos numerosos motivos para decidir qué desarrollaremos el proyecto juntas: ambas nos encontramos en la misma situación universitaria, estamos comprometidas con el tema y lo encontramos sumamente interesante, sostenemos que es muy necesario implementar la inserción en el mercado de un muffin que contenga mejores y mayores beneficios que los que se comercializan actualmente y, por supuesto, el debate e intercambio de ideas entre dos personas comprometidas con el tema es mucho más enriquecedor.

Según lo planteado, se llevarán a cabo una gran cantidad de ensayos y de pruebas, lo cual justifica que sea un producto evaluado y desarrollado por un equipo de trabajo.

DECLARACIÓN

Nosotras, Romina Addari, D.N.I: 39.815.246 y Agustina Serafino, D.N.I: 37.762.414, autoras del presente trabajo de investigación cuyo tema es: “Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin utilizando el residuo obtenido en la elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa”, expreso que las investigaciones, resultados y conclusiones expuestas en el presente trabajo de investigación son de mi completa responsabilidad.



ADDARI ROMINA

D.N.I: 39.815.246



SERAFINO AGUSTINA AILÉN

D.N.I: 37.762.414

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	13
Abstract.....	14
1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	16
1.1.1 Usos y aplicaciones industriales.....	17
1.1.2 Requerimientos del cultivo de quinoa.....	18
1.1.3 Mercado y cultivo de quinoa.....	19
1.2 Valor nutricional.....	21
1.2.1 Los aminoácidos en el grano de quinoa.....	23
1.3 Bebidas vegetales.....	25
1.4 Veganismo y dietas basadas en plantas (plant-based).....	27
1.5 Muffin.....	29
1.5.1 Definición e historia.....	29
1.5.2 Valor nutricional.....	29
1.5.3 Ingredientes para la elaboración de los muffins.....	30
1.6 Análisis sensorial.....	41
2. OBJETIVOS.....	42
2.1 Objetivo general.....	42
2.2 objetivos específicos.....	42
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	43
3.1 Residuo de quinoa.....	44
3.1.1 Obtención.....	44
3.1.2 Estandarización.....	46
3.2 Ensayos preliminares.....	48
3.2.1 Selección de materias primas.....	48
3.2.2 Formulaciones.....	49
3.3 Diseño experimental.....	52
3.4 Evaluación del producto final.....	53
3.4.1 Rendimiento del horneado.....	54
3.4.2 Determinación de pérdida de peso.....	54
3.4.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	54
3.4.4 Análisis sensorial.....	55

3.4.4.1 Análisis descriptivo cuantitativo.....	55
3.4.4.2 Metodología.....	56
3.5 Análisis estadísticos de los resultados obtenidos.....	59
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	60
4.1 Residuo de quinoa.....	60
4.2 Ensayos preliminares.....	63
4.3 Diseño experimental.....	65
4.4. Evaluación del producto final.....	68
4.4.1 Rendimiento del horneado.....	68
4.4.2 Determinación de pérdida de peso.....	71
4.4.3 Análisis microbiológicos.....	76
4.4.4 Análisis fisicoquímicos.....	79
4.4.5 Análisis sensoriales.....	82
5. CONCLUSIONES.....	87
6. RECOMENDACIONES.....	90
7. BIBLIOGRAFÍA.....	91
8. ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de la quinoa blanca (Rojas et al., 2016)	17
Tabla 2.	Comparación de los aminoácidos del grano de quinoa con otros alimentos (Romo et al., 2006)	25
Tabla 3.	Análisis proximal de proteínas del aquafaba (Hernandez y Andrade, 2020)	36
Tabla 4.	Cantidad de residuo requerida para producir 20 unidades de muffins.	47
Tabla 5.	Concentración de ingredientes en la formulación base con 30 % de RS.	49
Tabla 6.	Cantidad agregada de cada uno de los saborizantes naturales elegidos para cada combinación	50
Tabla 7.	Análisis fisicoquímicos realizados sobre el producto final (muffin).....	55
Tabla 8.	Análisis microbiológicos realizados sobre el producto final (muffin).....	55
Tabla 9.	Códigos de identificación para los muffins.	58
Tabla 10.	Valores de humedad del residuo sólido de quinoa.	61
Tabla 11.	Comparación del contenido de proteínas presentes en el residuo y en la bebida de quinoa.	62
Tabla 12.	Concentraciones de RS y harina de arroz en las formulaciones seleccionadas...67	
Tabla 13.	Composición de las formulaciones para cada concentración de RS ensayada....67	
Tabla 14.	Porcentaje de rendimiento de horneado.	70
Tabla 15.	Análisis estadístico de los resultados obtenidos para rendimiento de horneado.	71
Tabla 16.	Determinación de la pérdida de peso de los muffins y evaluación de presencia de mohos.....	72
Tabla 17.	Análisis estadístico resultante para las diferentes determinaciones fisicoquímicas.....	80
Tabla 18.	Análisis estadístico de los resultados de los análisis sensoriales de los muffins.	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Imagen ilustrativa de semillas de quinoa blanca.	17
Figura 2.	Imagen ilustrativa de un cultivo de quinoa blanca.	18
Figura 3.	Partes de la planta de quinoa.	19
Figura 4.	Imagen ilustrativa de harina de arroz.	31
Figura 5.	Imagen ilustrativa de harina de trigo 0000.	33
Figura 6.	Imagen ilustrativa de aquafaba.	35
Figura 7.	Imagen ilustrativa de azúcar.	38
Figura 8.	Imagen ilustrativa de aceite de girasol.	39
Figura 9.	Imagen ilustrativa de panelistas realizando evaluaciones sensoriales.	41
Figura 10.	Ejemplo de la escala gráfica lineal de QDA (Lawless y Heimann, 2010)	42
Figura 11.	Licadora utilizada para procesar la mezcla quinoa / agua.	44
Figura 12.	Mezcla resultante	45
Figura 13.	Bebida de quinoa obtenida luego del filtrado.	45
Figura 14.	Residuo sólido de quinoa.	46
Figura 15.	Residuo de quinoa previo a su congelación.	47
Figura 16.	Aspecto del residuo de quinoa.	48
Figura 17.	Diagrama de flujo del proceso de producción de los muffins.	51
Figura 18.	Sala de reunión para la sesión de entrenamiento del Panel de Evaluadores.	56
Figura 19.	Elementos entregados a los evaluadores.	56
Figura 20.	Sesión de entrenamiento del Panel entrenado de UNRaf.	57
Figura 21.	Evaluación sensorial individual.	57
Figura 22.	Presentación de los muffins a los panelistas.	58
Figura 23.	Panelista recibiendo las muestras a evaluar.	58
Figura 24.	Cabinas de Evaluación Sensorial - Laboratorio de Alimentos - Universidad Nacional de Rafaela.	59
Figura 25.	RS de quinoa previo a la congelación.	60
Figura 26.	Muffin con 30 % de RS utilizando harina de arroz.	63
Figura 27.	Muffin con 30 % de RS utilizando harina de trigo.	63
Figura 28.	Muffins de ambos sabores (chocolate - naranja y limón - coco).	64
Figura 29.	Muffin elaborado con cacao amargo, naranja y harina de arroz.	64
Figura 30.	Muffin elaborado con escamas de coco, limón y harina de arroz.	65
Figura 31.	Cocción de muffins en horno eléctrico.	65

Figura 32.	Muffins elaborados con diferentes concentraciones de RS.....	66
Figura 33.	Muffins de concentración de 20, 30 y 40 % de RS (de arriba hacia abajo)	68
Figura 34.	Determinación del peso de los muffins previo al horneado.....	69
Figura 35.	Determinación de peso de los muffins luego del horneado.	69
Figura 36.	Muffin con 30 % de RS al quinto día de elaboración.....	73
Figura 37.	Muffin de 40 % de RS al cuarto día de elaboración (1° producción).....	74
Figura 38.	Muffin de 40 % de RS al quinto día de elaboración (1° producción).....	74
Figura 39.	Muffin de 40% de RS al quinto día de elaboración (2° producción).....	75
Figura 40.	Muffin de 40 % de RS a1 quinto día de elaboración (3° producción).....	75
Figura 41.	Recuento de mohos y levaduras (1° producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C).....	77
Figura 42.	Recuento de mohos y levaduras (2° producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C).....	78
Figura 43.	Recuento de mohos y levaduras (3° producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C)	79
Figura 44.	Gráfico de araña de los valores estadísticos obtenidos para cada descriptor.	84
Figura 45.	Apariencia de la superficie de los muffins (de izquierda a derecha: 20, 30 y 40 % de RS).....	85

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Definición de los descriptores y anclajes utilizados para muffins.....	101
Anexo 2.	Planilla para las pruebas de QDA en muffins.	102
Anexo 3.	Tablas con el análisis estadístico realizado para cada descriptor.	104
Anexo 4.	Diagramas Box Plot.....	110

ABREVIATURAS

ANOVA: Análisis de la Varianza (por sus siglas en inglés Analysis of Variance)

AOAC: Asociación Oficial de Analistas Químicos (por sus siglas en inglés Association of Official Analytical Chemists)

CAA: Código Alimentario Argentino

CAA: Cinética de Absorción de Agua

°C: grados centígrados

cm: centímetros

CRA: Capacidad de Retención de Agua

EEA INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés Food and Agriculture Organization)

g: gramos

HDL: lipoproteínas de alta densidad

hs: horas

ICMSF: Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (por sus siglas en inglés The International Commission on Microbiological Specifications for Foods)

ICUMSA: Comisión Internacional de Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar (por sus siglas en inglés International Commission for Uniform Methods for Sugar Analysis)

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

IRAM: Instituto Argentino de Metrología

ISO: Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés International Organization Standardization)

ICMSF: Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (por sus siglas en inglés The International Commission on Microbiological Specifications for Foods)

ICUMSA: Comisión Internacional de Métodos Uniformes de Análisis del Azúcar (por sus siglas en inglés International Commission for Uniform Methods for Sugar Analysis)

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

IRAM: Instituto Argentino de Metrología

ISO: Organización Internacional de Normalización (por sus siglas en inglés International Organization Standardization)

kg: kilogramo

LDL: lipoproteínas de baja densidad

lt: litros

Máx: máximo

Mín: mínimo

mL: mililitros

mm: milímetros

Nº: número

NaHCO₃: Bicarbonato de sodio

QDA: Análisis Descriptivo Cuantitativo

PET: Polietileno Tereftalato

PP: polipropileno

RAE: Real Academia Española

RS: Residuo Sólido de Quinoa

SAGPYA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos del Ministerio de Economía y Producción

s/f: sin fecha

SPRyRS: Secretaría de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias

°S: grados de polarización

TACC: trigo-avena-cebada y centeno

Unraf: Universidad Nacional de Rafaela

USA: Estados Unidos de América

USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

W: watts

Desarrollo de un producto de confitería tipo muffin utilizando el residuo sólido obtenido de la elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa

Resumen

En los últimos años, se ha incrementado el interés por el grano de quinoa debido a su elevado valor nutricional. Es ampliamente reconocida por sus proteínas de alta calidad, particularmente rica en aminoácidos esenciales y por su alto contenido de carbohidratos, produciendo bajos índices de glucemia y en general una mejor calidad nutricional y funcional respecto a granos de cereales tales como maíz, avena, trigo y arroz. Posee también un alto contenido de fibra, vitaminas y minerales y no contiene gluten.

En el año 2018, por la participación de una de las integrantes de este equipo en el proyecto de investigación "Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa", en el desarrollo del proceso, se observó que se obtenía una importante cantidad de residuo sólido de quinoa, proveniente de la etapa de filtrado del extracto hidrosoluble del producto. Este residuo era descartado, con lo cual se estaba desaprovechando una excelente fuente de nutrientes que podría ser utilizada en la elaboración de algún otro tipo de alimento. Por lo tanto, se planteó aprovechar el residuo obtenido de la elaboración de una bebida vegetal a base de quinoa, con el objetivo principal de generar un producto alimenticio, con mayor valor nutricional que uno tradicional y organolépticamente aceptable.

Se realizaron distintos ensayos preliminares con el fin de seleccionar las materias primas e ingredientes necesarios para la elaboración de los muffins y se optó por aquellas que mostraron las mejores características tecnológicas y organolépticas en el producto final. Además, se tuvo en cuenta para la selección que los insumos utilizados permitan generar un alimento apto para todo tipo de consumidores, incluyendo a las personas veganas.

Se estudió la relación entre el reemplazo de un tipo harina por residuo de quinoa y el impacto generado por estas modificaciones en las características organolépticas y tecnológicas de los muffins. Se evaluaron distintas concentraciones de residuo (20, 30 y 40 %) en la formulación elegida y se fueron ajustando las cantidades de harina agregada junto con las de residuo sólido, es decir, que a medida que se aumentó la cantidad de residuo se disminuyó la cantidad de harina adicionada, los demás ingredientes se mantuvieron constantes.

En lo que respecta al residuo sólido, se buscó estandarizar el residuo de quinoa previo a la utilización en las formulaciones a elaborar a través de ciertos criterios en la cocción de la semilla y la etapa de filtrado de la bebida.

Por último, se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales sobre el producto final.

Palabras clave: quinoa, residuo sólido, muffin, vegano

Development of a muffin-type confectionery product using the solid residue obtained from the production of a fermented quinoa-based drink

Abstract

In recent years, interest in quinoa seed has increased thanks to its high nutritional value. It is widely recognized for its high-quality proteins, particularly rich in essential amino acids, and for its carbohydrate content, producing low glycemic indexes and, in general, a better nutritional and functional quality compared to cereal grains such as corn, oats, wheat and rice. It also has a high content of fiber, vitamins and minerals and it's gluten free.

In 2018, one of the members of this team participated in the research project "Elaboration of a fermented drink based on quinoa". In the development of the process, it was observed that a significant amount of solid quinoa residue was obtained, from the step of filtering the soluble extract of the product. Such residue was discarded, thereby wasting an excellent source of nutrients which could be used in the preparation of a food. Therefore, it was proposed to take advantage of the residue obtained from the production of a quinoa-based drink, with the main objective of generating a food product, with higher nutritional value and organoleptically acceptable.

Different preliminary tests were carried out in order to select the raw materials and ingredients necessary for the preparation of muffins, those that showed the best technological and organoleptic characteristics in the final product were chosen. In addition, it was taken into account for the selection that the inputs used allow the generation of a food suitable for all types of consumers, including vegans.

The relationship between the replacement of a type of flour by quinoa residue and the impact generated by these modifications on the organoleptic and technological characteristics of the muffins was studied. Different concentrations of residue (20, 30 and 40 %) were evaluated in the chosen formulation and the amounts of flour added together with those of solid residue were adjusted, that is, as the amount of residue increased, the amount of flour decreased. amount of flour added, the other ingredients will remain constant.

Regarding the solid residue, it was sought to standardize the quinoa residue prior to use in the formulations to be elaborated through certain criteria in the cooking of the seed and the stage of filtering the drink.

Finally, physicochemical, microbiological and sensory analyzes were carried out on the final product.

Key words: quinoa, solid residue, muffin, vegan

1. INTRODUCCIÓN

Las tendencias culinarias actuales, se están orientando a generar comidas variadas y atractivas, de elaboración y consumo rápido, donde la apariencia y la textura sean un atractivo adicional. Una oferta gastronómica que está atravesando esta tendencia, son los productos de panadería, puntualmente los famosos muffins que actualmente se encuentran entre los productos de panificación con mayor popularidad a nivel mundial (Valverde-Armas, 2020).

Como la mayoría de productos de panificación, los muffins están hechos a base de harina de trigo, harina que no es muy rica en proteínas. Sin embargo, actualmente el tema de la salud y de los productos nutritivos ha hecho crecer la demanda de panes y pasteles especiales. Por ello, se están utilizando mezclas de harinas que contribuyan al mejoramiento del nivel nutricional en productos de panificación (Beltrán Fernández y Saenz Vilca, 2014).

Dentro de este marco, y en este caso, ha nacido la idea del uso de harina de arroz como sustituta de la harina de trigo como parte de la composición del muffin, aprovechando que es un producto natural y que su aporte nutricional permitirá un aumento en la cantidad de proteínas y nutrientes esenciales.

Por otro lado, la producción más limpia y la alimentación saludable son temas trascendentales en la actualidad, ya que, las personas están teniendo una mayor preocupación por el medio ambiente y su salud (Avendaño-Ahumada et al., 2019).

La contaminación, es una problemática que ha ido creciendo con el paso de los años y se evidencia sobre todo en el aumento del calentamiento global y la reducción de la capa de ozono. Para mitigar ese impacto ambiental, se habla de temas como la producción más limpia, entendida como el uso eficiente de materias primas, insumos, agua y energía, y su fin es eliminar o reducir los residuos que se generan al momento de producir (Avendaño-Ahumada et al., 2019).

Asociado al aumento de la producción alimenticia y derivado de dicho proceso productivo, se generan una gran cantidad de residuos; sustancias orgánicas que, debido a las características del proceso o por los criterios de calidad de la industria transformadora, son desestimadas y no incluidas en la composición de los productos finales, suponiendo una pérdida considerable para el sector (Reyes-Picaita, 2020).

En los últimos años, las nuevas mentalidades de consumo, el incremento de ciertas patologías (alergias, intolerancias, etc.) y la preocupación generalizada por un correcto mantenimiento de la salud, han definido las tendencias a seguir en el desarrollo de nuevos alimentos. En este sentido, las bebidas de origen vegetal se han establecido como una alternativa a las bebidas lácteas. Las más comercializadas son: las bebidas de avena, arroz, soja, almendra y coco. Unido al consumo y, en consecuencia, a una mayor producción, se generan una gran cantidad de residuos, estimados en un 28 - 35 % de extracto seco de la materia prima de partida, los cuales, generalmente, se destinan al consumo animal (Reyes-Picaita, 2020).

No obstante, los residuos generados en la elaboración de las bebidas aún conservan un perfil nutricional de interés, lo cual los convierte en materia de revalorización y aprovechamiento. Entre algunas empresas del sector, ya ha surgido la iniciativa de convertir estos residuos en ingredientes alimentarios altamente funcionales utilizables en múltiples categorías, desde harinas, sopas y salsas hasta productos cárnicos (Reyes-Picaíta, 2020).

En este contexto surge la presente investigación, donde encontramos la necesidad de aprovechar el residuo sólido obtenido de la elaboración de una bebida a base de quinoa, como componente principal de un alimento tan simple, como lo es un muffin. El aprovechamiento del residuo, permite evitar la pérdida de una extraordinaria fuente de nutrientes y los tratamientos necesarios para llevar a cabo su desecho, disminuyendo el riesgo de una posible contaminación al medio ambiente y aprovechando una excelente fuente de proteínas y nutrientes esenciales, pudiendo ser considerado como materia prima de interés para la elaboración o enriquecimiento de otros alimentos, presentando una nueva propuesta saludable.

1.1 Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

La palabra quinoa proviene de la lengua quechua y significa “grano madre”. Los mapuches del sur de Chile la conocen como kinwa o dawé. En la época de los Incas este grano era considerado un alimento sagrado y lo utilizaban con propósitos medicinales. Junto a la papa y el maíz, conformaron la base de la dieta alimenticia de los pueblos prehispánicos en las tierras altas de los Andes desde Colombia hasta Argentina y Chile (Matus Tejos, 2015).

La quinoa es un pseudocereal, es la semilla de una hierba y se considera como uno de los granos más importantes de los Andes. Pertenece a la familia de las quenopodiáceas, como lo es la espinaca, pero se compara con la familia de los cereales por su composición y manera de consumirlo. Es un grano rico en proteínas, hierro y magnesio, posee sabor agradable y textura suave, es muy versátil y fácil de usar en las comidas (FAO, 2011).

En 1996, la quinoa (Figura 1) fue catalogada como uno de los cultivos promisorios de la humanidad, no sólo por sus grandes propiedades benéficas y por sus múltiples usos, sino también por considerarla como una alternativa para solucionar los graves problemas de nutrición humana (FAO, 2011).

El valor nutricional de la quinoa es superior al de la soja y demás alimentos tradicionales con base vegetal. Esto se debe principalmente a que la composición de aminoácidos del pseudocereal está considerada muy cercana a la ideal. Es así, que su calidad nutricional en cuanto a proteínas rivaliza incluso con las encontradas en la leche (Maldonado-Jibaja et al., 2018). En la Tabla 1, se puede observar la composición química de la quinoa blanca.

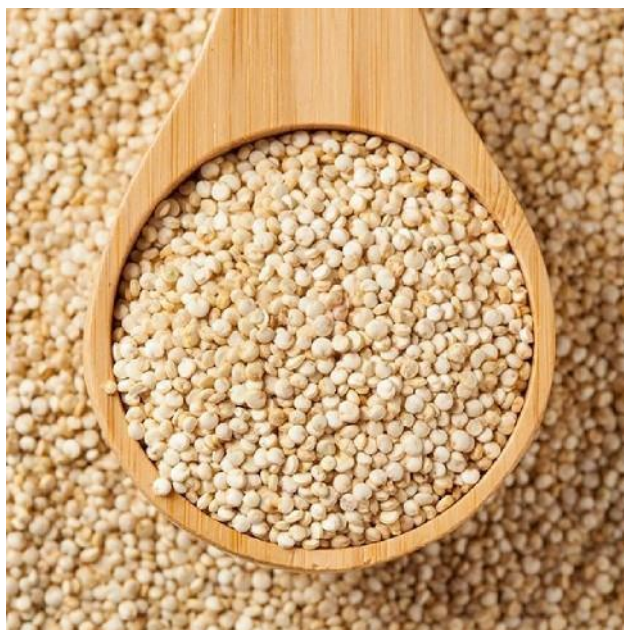


Figura 1. Imagen ilustrativa de semillas de quinoa blanca.

Tabla 1. Composición de la quinoa blanca (Rojas et al., 2016).

Proteína	Fibra	Grasa	Carbohidratos
14.49 %	3.95 %	5.22 %	64.55 %

1.1.1 Usos y aplicaciones industriales

Según Vásconez Lozada (2012), existen diversas maneras de industrializar el grano de la quinoa para otorgarle un valor agregado y así promover el consumo de este nutritivo alimento:

Harina cruda de quinoa. La quinoa en grano pasa por la molienda hasta terminar en polvo y después por un tamiz. A la harina se le puede incrementar el valor nutritivo adicionando pequeñas cantidades de fosfatos, minerales, antioxidantes, emulgentes y vitaminas.

Harina tostada de quinoa. La harina de quinoa es cocida a una temperatura superior a los 100°C por menos de 3 min, este producto se utiliza para hacer bebidas con agua o leche.

Harina instantánea de quinoa. Es la harina de quinoa precocida reducida a polvo, se dispersa rápidamente en líquidos, puede ser consumida sin previa cocción; su uso es la preparación de bebidas instantáneas, en postres y cremas.

Bebida a base de quinoa. Se obtiene luego de la cocción de la quinoa en grano o de su harina, se eliminan los sólidos presentes por filtración.

Hojuelas de quinoa. Los granos de quinoa son aplastados, teniendo cuidado que se

conserven sus propiedades.

Expandido de quinoa. Se obtiene a partir de la quinoa perlada o de la quinoa al natural. Este producto es el resultado de la expansión brusca de los granos obtenidos al someterlos a una alta temperatura y una descompensación violenta.

1.1.2 Requerimientos del cultivo de quinoa

Según Roqueiro et al. (2020), los requerimientos necesarios para realizar un cultivo (Figura 2) adecuado del grano, son los siguientes:



Figura 2. Imagen ilustrativa de un cultivo de quinoa blanca.

Clima. La diversidad de ecotipos y variedades permite que se adapte a climas calurosos, templados o fríos; secos, lluviosos o húmedos y sus combinaciones.

Temperatura. Es un cultivo de mediana sensibilidad a heladas, siendo las etapas más sensibles la de floración y llenado de grano, donde puede sufrir daño a los $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. El óptimo de crecimiento está en los $15\text{-}20\text{ }^{\circ}\text{C}$, pudiendo tolerar bajas ($-8\text{ }^{\circ}\text{C}$) y altas temperaturas ($38\text{ }^{\circ}\text{C}$). Sin embargo, temperaturas superiores a $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ pueden afectar los procesos fisiológicos de la planta y producir aborto de flores, muerte de estigmas y estambres, lo que imposibilita la formación de polen y la del grano.

Fotoperíodo. Existen variedades o ecotipos de días cortos, de días largos e indiferentes al fotoperíodo.

Altitud. Crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 4000 m.

Suelo. Tiene un mejor desarrollo en suelos mixtos en proporciones óptimas de arena, limo y arcilla, con pH que van desde los 5 a 9. Existen ecotipos resistentes a niveles leves a moderados de salinidad en suelo y agua de riego.

Siembra. Suele ser directa, manual o mecanizada en surcos rectilíneos, depositando en ellos la semilla de manera continua desde principio de septiembre a principios de diciembre. Se hacen surcos cada 0,60 o 0,70 m y se siembran dos hileras por surco. La planta emerge a los siete días. En la Figura 3, se pueden observar las diferentes partes de la planta de quinoa.

Nutrientes. Es muy extractiva de nitrógeno, siendo uno de los limitantes en el rendimiento. También absorbe potasio en grandes cantidades. Se recomienda abonar antes de la siembra y durante la floración.

Agua. Los requerimientos hídricos varían según los ecotipos, fluctúan desde los 400 hasta los 1.500 mm. Presenta mecanismos de tolerancia a la sequía en suelos cultivados.

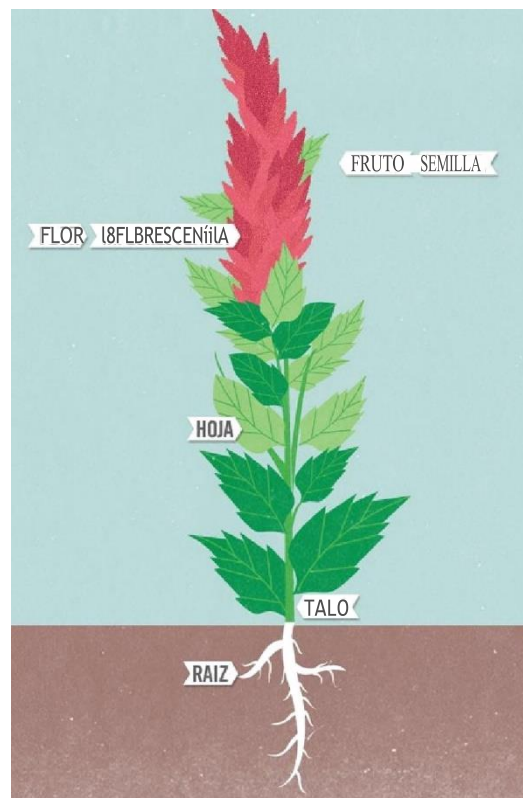


Figura 3. Partes de la planta de quinoa.

1.1.3 Mercado y cultivo de quinoa

De acuerdo a diversas investigaciones que se vienen realizando a nivel mundial, se puede observar un incremento en el consumo de quinoa, como consecuencia de las bondades que ofrece este grano relacionado principalmente con una alimentación sana y saludable. Estas interesantes perspectivas, llevaron a que varios de los países productores incrementen la superficie de dicho cultivo, y de esa manera lograr satisfacer el incremento en la demanda

(Ríos, 2019).

Además, a partir del año 2014, un crecimiento exponencial en el precio internacional de la quinoa estimuló la expansión de su producción agrícola en proporciones históricas. Esta expansión, implicó una intensificación de su producción en los territorios que históricamente habían sido los productores para el mercado internacional (en especial la región intersalar de Bolivia), pero también un estímulo para su expansión a áreas productivas nuevas en términos de mercado, incluyendo ciertamente distintas locaciones de Argentina (Cladera, 2019).

En el caso de América, los principales productores son Perú, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y el norte de Argentina, destacándose a nivel mundial como productores y exportadores Perú y Bolivia. En los últimos cinco años Perú lidera el mercado, quedando Bolivia en segundo lugar. La producción de quinoa de Argentina se localiza en la región noroeste, especialmente en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y muy poco en Tucumán (Ríos, 2019).

En Jujuy, la mayor parte de los productores son pequeños emprendimientos familiares, en su mayoría con baja tecnología que en algunos casos proviene de saberes ancestrales. La mayor parte de lo producido es destinada al autoconsumo. Diferente es la situación de la provincia de Salta, donde existen un gran número de productores que cuentan con cierta infraestructura y organización, que los vuelve un poco más competitivos para poder insertarse en un mercado donde no sólo demanda el grano como tal, sino que también requieren de un valor agregado al mismo (Ríos, 2019).

A nivel mundial la quinoa ha registrado durante el 2016 una producción aproximadamente de 148.720 toneladas. Entre los países productores se destacan Perú y Bolivia como los principales. En el caso de Perú, su participación fue de alrededor del 53,3 % del volumen total producido. Le siguieron Bolivia y Ecuador con una participación del 44,0 % y 2,7 % respectivamente. Es de destacar que además de ser los principales productores, son también los principales consumidores ya que éste cultivo forma parte principal de sus dietas alimentarias, cuyo consumo está siendo permanentemente promocionado (Ríos, 2019).

La Argentina figura en la 32 posición de los países importadores de quinoa, mostrando una tendencia ascendente en el período 2012-2019 (Roqueiro et al., 2020).

En lo que respecta al comercio internacional de dichos países, el mercado actual y sus proyecciones indican que la demanda mundial es creciente. Perú se mantiene como el mayor exportador mundial de este alimento tanto en volumen como en mercados destino; le sigue Bolivia y, en menor medida se ubica Ecuador. Alrededor del 80 % de las exportaciones mundiales provienen de estos países. Existen también otros exportadores como Estados Unidos y la Unión Europea, pero muchas veces se trata de reexportaciones (Ríos, 2019).

Durante el año 2016 los principales países importadores de quinoa son Estados Unidos, con una demanda de 34 %, Países Bajos con 11 %, y Canadá con 8 % del volumen de importación global. En Sudamérica los principales importadores fueron Brasil con 578 toneladas y Argentina con 249 toneladas (Ríos, 2019).

En el año 2015, Perú fue el país que accedió a la mayor cantidad de mercados con sus ventas de quinoa, registrando exportaciones a 70 países. Por su parte, Bolivia y Ecuador accedieron a 43 y 11 mercados, respectivamente (Ríos, 2019).

1.2 Valor nutricional

En la quinoa, la proteína está concentrada especialmente en el embrión de la semilla, el cual contiene aproximadamente el 45 % de la proteína total presente en la quinoa, el 55 % restante se encuentra en las demás partes de la semilla. El embrión, puede separarse del resto de la semilla y ser concentrado para utilizarse directamente en alimentos destinados a niños, por ejemplo, con el fin de obtener una recuperación rápida del nivel nutritivo de aquellos que sufren de malnutrición, y adultos, como las mujeres embarazadas, en una diversidad de platos (FAO, 2011).

En su composición, la quinoa contiene importantes cantidades de vitamina E, cantidades menores de riboflavina, tiamina y vitamina C, por lo que se la ha relacionado fuertemente con la actividad anticancerígena y antiinflamatoria. Sus granos contienen una proporción de folatos 10 veces más alta que la presente en el grano de trigo y, además, no poseen compuestos alergénicos como gluten, prolaminas o enzimas (como proteasas, amilasas y tripsina) (FAO, 2011).

La inclusión de esta semilla en la dieta habitual se ve acompañada de innumerables beneficios para la salud:

- Su composición es rica en minerales y vitaminas. Principalmente se destacan las vitaminas A, C y E, por lo que tiene un alto poder antioxidante, y entre los minerales, magnesio, calcio y zinc, de gran importancia para el crecimiento. Además, es una buena fuente de hierro no hemo, que, al estar acompañado de vitamina C, se absorbe mejor (FAO, 2011).
- Contiene proteínas (13,81 - 21,90 %) y potasio en concentraciones importantes, por lo que ayuda a mantener los músculos en buen funcionamiento. Según Padrón Pereira et al. (2014), el potasio es el mineral más abundante en las semillas de quinoa con una concentración de 563 mg/100 g de semilla cruda. Además, es considerada el único alimento de origen vegetal que contiene todos los aminoácidos esenciales, lo que hace que la quinoa sea un alimento de alta calidad nutricional (FAO, 2011).
- Es una excelente fuente de fibra dietética total, necesaria para regular el tránsito del tracto gastrointestinal. La semilla actúa como un depurador del cuerpo, logrando

eliminar toxinas y otros residuos que puedan dañar el organismo. Además, produce sensación de saciedad, ya que posee la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago, regula los niveles de colesterol, estimula el desarrollo de la flora intestinal beneficiosa y ayuda a prevenir el cáncer de colon (FAO, 2011).

- Los carbohidratos que aporta son de bajo índice glucémico (58-68 % de almidón y 5 % de azúcares), es una excelente fuente de energía que se libera al organismo de forma lenta por su elevado contenido de fibra (FAO, 2011).
- La quinoa ayuda a reducir el colesterol LDL (o colesterol malo) del organismo y elevar el colesterol HDL (o colesterol bueno) gracias a su contenido en ácidos grasos omega 3 y omega 6 (FAO, 2011).

Además, según la FAO (2011), el bajo contenido en prolamina y glutelinas hace que la quinoa no tenga gluten. Sus proteínas están formadas principalmente por albúminas y globulinas y se ha descubierto que ayuda a que los celíacos puedan regenerar la tolerancia al gluten. Comprobaron que, si un celíaco lleva una dieta sin gluten, pero rica en quinoa, pueden recuperar la función del intestino en mucho menos tiempo. Los estudios determinaron que con el consumo periódico de quinoa, los celíacos mejoran el intestino delgado y recuperan la normalidad de las vellosidades intestinales, de forma mucho más rápida que con la simple dieta sin gluten.

Por otro lado, una de las desventajas de este grano es que contiene un compuesto amargo denominado saponinas que se encuentra presente en las capas externas de los granos. Se presentan en diferentes concentraciones de acuerdo con la variedad que se trate y deben ser eliminadas, mediante lavado con agua, antes de su consumo (FAO, 2011).

La quinoa presenta algunos inconvenientes que se deben tener en cuenta al momento de diseñar un producto que la contenga:

- Puede causar irritación estomacal, cuando su consumo es excesivo y de forma habitual. Estos efectos son causados concretamente por los glucósidos denominados saponinas, sustancia tóxica que forma parte del recubrimiento natural de la semilla. A los fines de eliminar esta sustancia, es indispensable lavar exhaustivamente las semillas antes de su consumo, para asegurar la eliminación de este componente (FAO, 2011).
- A pesar de su elevado contenido de nutrientes, las investigaciones realizadas a lo largo de los años, han demostrado que los aminoácidos de la proteína en la harina cruda y sin lavar no están del todo disponibles, ya que la presencia de las saponinas antes mencionadas interfiere con la utilización biológica de los mismos (FAO, 2011).

En la revisión bibliográfica realizada, no se han encontrado trabajos de investigación sobre la elaboración de alimentos a base del residuo de quinoa, por lo tanto, se utilizaron como

referencia, estudios nacionales e internacionales de elaboración de snacks saludables, tanto dulces como salados, que utilizan el grano de quinoa cocido o inflado o harinas o residuos de otros granos, como el de soja.

Algunos de los estudios analizados evaluaron la utilización de la quinoa en un manjar de leche con sustitución parcial de suero de quesería (Zapata-Albán, 2010), la elaboración de un alimento tipo snack, utilizando quinoa y maíz (Repo-Carrasco et al., 2011) y el desarrollo de una barra saludable a base de quinoa (Catalán-Najera, 2015). En Argentina, existe como antecedente el desarrollo de una galleta tipo 'snack' salada, en la que se utilizó quinoa (Laise, 2018).

En cuanto al residuo de soja (también llamado okara), Bowles & Motin-Demiate (2006) utilizaron el mismo deshidratado para la elaboración de pan tipo francés y determinaron que los panes que contenían entre un 5 y 10 % de okara añadida se pudieron etiquetar como "fuente " y "ricos" en fibra, respectivamente.

Guerrero-Beltrán (2012) diseñó una galleta que puede ser incluida en la dieta escolar, compuesta principalmente por una mezcla de okara, harina de soja y sémola de maíz.

Santos Tavares (2018) desarrolló dos formulaciones de galletas dulces con okara de soja, una estándar y otra con agregado de tofu y fructooligosacáridos.

Teniendo en cuenta los antecedentes mencionados, se diseñó un muffin utilizando como materia prima el residuo sólido de quinoa con el fin de aprovechar sus nutrientes. Se evaluaron distintas formulaciones con el propósito de obtener un producto visiblemente atractivo para el consumidor y de características organolépticas aceptables.

Por otro lado, el aprovechamiento del residuo sólido podría generar un impacto económico favorable, dado que se agregaría valor a un subproducto que normalmente se descarta y se ahorrarían recursos económicos, destinados al acondicionamiento del residuo. Finalmente, desde el punto de vista social, este producto, significa una innovación a un muffin tradicional dado que aportaría nutrientes y que además podría ser fácilmente incluido en la dieta.

1.2.1 Los aminoácidos en el grano de quinoa

Aproximadamente la mitad (48 %) de la proteína de quinoa está formada por aminoácidos esenciales. Con excepción de fenilalanina y leucina, la concentración de otros aminoácidos es realmente satisfactoria. La quinoa supera al trigo, maíz, cebada y avena en cuanto al contenido de lisina, metionina, histidina, isoleucina y treonina; mientras que el contenido de triptófano es aproximadamente igual al de estos cereales (Pérez-Merino y Mera Vásquez, 2019).

La excepcional riqueza en aminoácidos que contiene la quinoa le confiere propiedades terapéuticas muy interesantes. Y ello, porque la biodisponibilidad de la lisina de la quinoa —el aminoácido esencial más abundante en sus semillas—, es muy alta mientras que, en el trigo, el

arroz, la avena, el mijo o el sésamo es notablemente más baja. Este aminoácido que mejora la función inmunitaria al colaborar en la formación de anticuerpos, favorece la función gástrica, colabora en la reparación celular, participa en el metabolismo de los ácidos grasos, ayuda al transporte y absorción del calcio e, incluso, parece retardar o impedir -junto con la vitamina C- las metástasis cancerosas, por mencionar sólo algunas de sus numerosas actividades terapéuticas (FAO, 2011).

En cuanto a la isoleucina, la leucina y la valina, participan juntos en la producción de energía muscular, mejoran los trastornos neuromusculares, previenen el daño hepático y permiten mantener en equilibrio los niveles de azúcar en sangre, entre otras funciones. Por lo que respecta a la metionina se sabe que el hígado la utiliza para producir s-adenosin-metionina, una sustancia especialmente eficaz para tratar enfermedades hepáticas, depresión, osteoartritis, trastornos cerebrales, fibromialgia y fatiga crónica, entre otras dolencias. Además, actúa como potente agente detoxificador que disminuye de forma considerable los niveles de metales pesados en el organismo y ejerce una importante protección frente a los radicales libres (FAO, 2011).

La quinoa también contiene cantidades interesantes de fenilalanina (un estimulante cerebral y elemento principal de los neurotransmisores que promueven el estado de alerta y el alivio del dolor y de la depresión, entre otras funciones), de treonina (que interviene en las labores de desintoxicación del hígado, participa en la formación de colágeno y elastina, y facilita la absorción de otros nutrientes) y triptófano (precursor inmediato del neurotransmisor serotonina por lo que se utiliza con éxito en casos de depresión, estrés, ansiedad, insomnio y conducta compulsiva) (FAO, 2011).

Por lo que respecta a los aminoácidos “no esenciales” la quinoa contiene más del triple de histidina que el trigo, sustancia que sí es esencial en el caso de los bebés ya que el organismo no la puede sintetizar hasta ser adultos, por lo que es muy recomendable que los niños la adquieran mediante la alimentación, especialmente en épocas de crecimiento. Además, tiene una acción ligeramente antiinflamatoria y participa en el sistema de respuesta inmunitaria. La arginina, por su parte, también es considerada un aminoácido casi esencial en la infancia, niñez y adolescencia ya que estimula la producción y liberación de la hormona de crecimiento, además de mejorar la actividad del timo y de los linfocitos T, participar en el crecimiento y reparación muscular, y ser un protector y detoxificador hepático (FAO, 2011)

En cuanto a la alanina es fuente de energía para músculos, cerebro y sistema nervioso y la glicina actúa como un neurotransmisor tranquilizante en el cerebro y como regulador de la función motora. Además, la prolina — aminoácido que no contienen otros cereales como el trigo- participa en la reparación de las articulaciones, es necesaria para la cicatrización de lesiones y úlceras, parece ser eficaz para tratar los casos de impotencia y frigidez, es protector cardiovascular y se utiliza junto a la lisina y la vitamina C para impedir o limitar las metástasis cancerosas (FAO, 2011)

En la Tabla 2, se establece una comparación de los aminoácidos que componen al grano de quinoa frente a los contenidos en otros alimentos.

Tabla 2. Comparación de los aminoácidos del grano de quinoa con otros alimentos (Romo et al., 2006).

Aminoácido	Quinoa*	Arroz	Maíz	Trigo	Frijol	Carne	Pescado	Leche	Patrón FAO
g de aminoácidos/100 g de proteína									
Arginina	6,8	6,9	4,2	4,5	6,2	6,4	5,1	3,7	5,0
Fenilalanina	4,0	5,0	4,7	4,8	5,4	4,1	3,7	1,4	6,0
Histidina	2,8	2,1	2,6	2,0	3,1	3,5	--	2,7	3,0
Isoleucina	7,1	4,1	4,0	4,2	4,5	5,2	5,1	10,0	4,0
Leucina	6,8	8,2	12,5	6,8	8,1	8,2	7,5	6,5	7,0
Lisina	7,4	3,8	2,9	2,6	7,0	8,7	8,8	7,9	5,5
Metionina	2,2	2,2	2,0	1,4	1,2	2,5	2,9	2,5	3,5
Treonina	4,5	3,8	3,8	2,8	3,9	4,4	4,3	4,2	4,0
Triptófano	1,3	1,1	0,7	1,2	1,1	1,2	1,0	1,4	1,0
Valina	3,4	6,1	5,0	4,4	5,0	5,5	5,0	7,0	5,0

1.3 Bebidas vegetales

El consumo de bebidas elaboradas a partir de distintos ingredientes vegetales como cereales, leguminosas y frutos secos, es cada vez mayor en diversos sectores de la población y actualmente son considerados como nuevos productos naturales con propiedades saludables. Su disponibilidad a través de la elaboración industrial, su agradable sabor y gran aceptabilidad han motivado el crecimiento de su consumo por la población en general (García-Saavedra, 2017).

Las principales razones que impulsan a diversas personas a abandonar o limitar el consumo de la leche vacuna y optar por alternativas a esta son las alergias, la intolerancia a la lactosa, el consumo de calorías en exceso y las dietas veganas (Sharma, 2005).

Las bebidas vegetales son líquidos que resultan de la reducción en tamaño del material vegetal (cereales, pseudocereales, legumbres, frutos secos), extraídos en agua que, a través de un proceso de homogeneización, resulta en un tamaño de partículas que se distribuyen y que imitan en apariencia a la leche de vaca (Mäkinen et al., 2016). Según Sethi et al. (2016), si bien no existe una clasificación oficial de las bebidas a base de plantas/vegetales, se pueden mencionar como principales grupos a las siguientes cinco categorías:

- *Basadas en cereal:* bebidas de avena, bebidas de arroz, bebidas de maíz, bebidas de trigo espelta.

- *Basadas en legumbres*: bebidas de soja, bebidas de maní, bebidas de lupino, bebidas de frijol.
- *Basadas en frutos secos*: bebidas de almendras, bebidas de coco, bebidas de avellanas, bebidas de pistacho, bebidas de nuez.
- *Basadas en semillas*: bebidas de sésamo, bebidas de linaza, bebidas de semillas de girasol, bebidas de cáñamo.
- *Basadas en pseudocereales*: bebidas de quínoa, bebidas de amaranto, bebidas de teff.

Un punto a tener en cuenta, es que, si bien estas alternativas a la leche de vaca son promocionadas como una opción provechosa y saludable, no son numerosos los estudios que se han realizado para entender las implicancias nutricionales de consumir dichos sustitutos de la leche tradicional. Como consecuencia, los consumidores asocian a estas bebidas como un sustituto directo de la leche vacuna que muchas veces no es adecuado. Por ejemplo, el agregado obligatorio en algunos países de calcio en los niveles de la leche vacuna para prevenir su deficiencia, en veganos ha llevado a la falsa creencia de que son aportadores de este mineral. En Argentina es frecuente la elaboración casera de bebidas vegetales, especialmente aquellas a base de almendras, cuyo aporte de calcio no sería significativo (Fuentes-Cuiñas et al., 2020).

- *El Código Alimentario Argentino y las bebidas vegetales*

Las bebidas provenientes de las materias primas citadas precedentemente, no pueden denominarse “leches de..” ya que, según el Artículo 554 del Código Alimentario Argentino (CAA), con la denominación de leche, se entiende el producto obtenido por el ordeño total e ininterrumpido, en condiciones de higiene, de la vaca lechera en buen estado de salud y alimentación, proveniente de tambos inscriptos y habilitados por la Autoridad Sanitaria Bromatológica Jurisdiccional y sin aditivos de ninguna especie. La leche proveniente de otros animales, deberá denominarse con el nombre de la especie productora (por ejemplo: leche de cabra, leche de oveja, etc.).

Además, las únicas bebidas a base de vegetales que están definidas en el CAA son el "agua o leche de coco" y la "horchata". De acuerdo al Artículo 895, se designa agua o leche de coco al líquido lechoso contenido en los cocos inmaduros. Y según el Artículo 1027, con el nombre de horchata se entiende el producto elaborado con leche de almendras, adicionado o no de agua destilada o agua potable, con o sin el agregado de la esencia natural correspondiente y azúcares: sacarosa, dextrosa, azúcar invertido o sus mezclas, con o sin miel.

Por otro lado, las bebidas a base de vegetales se deben denominar bajo la categoría "bebida analcohólica a base de...". De acuerdo al Artículo 996 del CAA, se entiende por bebidas sin alcohol o bebidas analcohólicas, las bebidas gasificadas o no, listas para consumir, preparadas a base de uno o más de los siguientes componentes: jugo, jugo y pulpa, jugos concentrados de frutas u hortalizas, leche, extractos, infusiones, maceraciones, percolaciones de sustancias vegetales contempladas en el presente Código, así como

aromatizantes/saborizantes autorizados. No deberán contener alcohol etílico en cantidad superior a 0,5 % en volumen.

En los casos cuyos componentes no se correspondan con lo establecido en el Artículo 966, el producto se podrá denominar "alimento líquido a base de...". Este término se utiliza para productos que tienen un considerable aporte de nutrientes, diferenciándolo así del término "bebida analcohólica a base de..." que se identifica más con productos cuyo ingrediente principal es el agua.

- *Consumo de bebidas vegetales en Argentina*

En Argentina, el consumo de leche de vaca experimentó una marcada caída, evidenciando una disminución del 26 % entre los años 1997 y 2013. Si bien aumentó en este mismo período el consumo de productos derivados tales como el yogurt, quesos duros y blandos, quesos crema y untables, la baja del consumo de lácteos se debe a que disminuyó en casi un 40 % el consumo de los postres lácteos y el de leche tanto fluida como en polvo. Es decir, que cambió la elección del consumo respecto de los productos lácteos. Por ejemplo, cuando en el año 1997 se consumían 179 litros de leche fluida por persona, en el año 2013 el consumo en el país cayó a 121 litros (Zapata et al., 2016).

Por otro lado, ya sea por cuestiones de salud, filosofía de vida o simple preferencia, las bebidas vegetales son consumidas cada vez por más argentinos, aumentando la venta en un 16,6 % en el año 2020. En el país, actualmente, se consumen 3,5 millones de litros por año y es un negocio debutó de la mano de pymes locales (Pampa Vida, NotCo, Felices las vacas, etc.), participando grandes compañías como Danone (Silk), Coca-Cola (Ades) y La Serenísima.

1.4 Veganismo y dietas basadas en plantas (plant-based)

En los últimos años, el veganismo y las diferentes formas de alimentación basada en plantas han experimentado un cambio significativo en términos de atención de los medios, interés del consumidor, oportunidades comerciales y productos alimenticios disponibles en las economías desarrolladas. El veganismo ha pasado de ser un mal conocido submovimiento vegetariano, a una forma de vida elogiada por algunos de los mejores del mundo, celebridades, empresarios y políticos (Jallinoja et al., 2019).

No hay un cálculo sobre cuántos veganos hay en el mundo, pero si se estima que aproximadamente un 8 % de la población mundial es vegetariana, vegana o flexitariana.

A nivel mundial, por ejemplo, China tiene 50 millones de vegetarianos. El 80 % de la población de la India sigue esta dieta por motivos religiosos, en tanto que el 10 % de los adultos estadounidenses siguen una dieta vegetariana. En el continente europeo, 7,7 millones de alemanes declaran ser vegetarianos y el 12 % de los adultos del Reino Unido aseguran seguir una dieta vegetariana o vegana. En Latinoamérica, datos de una encuesta realizada por Nielsen en 2016 a 30.000 personas de 63 países, reveló que en la región el 19 % de los encuestados se declaró vegetariano, el 15 % flexitariano (mínimo consumo de carne) y el 9 %

vegano. México se destacó como el país con mayor número de vegetarianos de América Latina (Alimentos Argentinos, s/f).

En Argentina, un país con más de 40 millones de habitantes, contó con un 12 % de personas veganas o vegetarianas en 2020. Esto marca un aumento del 3 % con respecto al año 2019 (Luraghi, 2020).

Dado que estas nuevas tendencias que están creciendo progresivamente, se generó una expansión de empresas veganas y por lo tanto desarrollo de nuevos productos dedicados exclusivamente a este sector de la población que elige por distintos motivos llevar una dieta libre de carne.

Según la RAE, el veganismo es una “actitud consistente en rechazar alimentos o artículos de consumo de origen animal”. Lo cual significa que es un estilo de vida bastante estricto, donde los productos derivados de animales se evitan tanto como sea posible en todas áreas de la vida.

La mayoría de las personas veganas, además de eliminar de su dieta todo tipo de alimentos de origen animal, también se centran en evitar el uso de todos aquellos productos que provengan de los animales como, por ejemplo: productos de cuero o pieles como camperas, sofás, etc., productos de cosmética con ingredientes animales, utensilios como cepillos de dientes hechos con pelos de animales, entre otras.

Por otro lado, las dietas basadas en plantas se caracterizan por un alto consumo de frutas y verduras, frutos secos, legumbres, semillas, aceites vegetales y granos enteros, evitando parcialmente o totalmente los productos animales. Los efectos protectores de estos alimentos probablemente estén mediados por sus múltiples nutrientes beneficiosos, como ácidos grasos mono y poliinsaturados, ácidos grasos omega-3, vitaminas antioxidantes, minerales, fitoquímicos, fibra y proteínas vegetales (Morales et al., 2021).

Es una dieta que trata de evitar o disminuir el consumo de alimentos de origen animal, aunque sí optan por consumir algunos productos lácteos o miel de abejas.

Los alimentos basados en plantas son aquellos que buscan satisfacer los estándares de salud, incluyendo en su composición la mayor cantidad posible de nutrientes beneficiosos. Se busca evitar el uso de alimentos de origen animal, maximizando la incorporación de alimentos de origen vegetal como verduras y frutas, granos enteros y cereales integrales (como arroz integral, quinoa, mijo, trigo sarraceno, cebada, etc.), legumbres (garbanzos, lentejas, porotos), aceites vegetales, frutos secos y semillas.

En los últimos años, han surgido empresas elaboradoras de alimentos de esta naturaleza, dentro de las cuales se encuentra NotCo. Una empresa cuya meta es reinventar la industria alimentaria replicando productos alimenticios de origen animal, pero usando plantas y vegetales, logrando reducir considerablemente el impacto ambiental que genera la producción animal. Estos alimentos poseen la misma textura, sabor, olor, funcionalidad y nutrición que

aquellos de origen animal. Elaboran hamburguesas de “carne”, helados, bebidas vegetales, mayonesa y nuggets de “pollo”.

Por lo cual, a lo largo de este trabajo, se pretende generar un producto alimenticio que satisfaga los requerimientos de las personas que optan por las dietas mencionadas anteriormente. Es decir, lograr elaborar un alimento basado en plantas, que sea saludable y mínimamente procesado posible, incorporando en el proceso ingredientes de aceptable valor nutritivo.

1.5 Muffin

1.5.1 Definición e historia

El muffin en el CAA se puede encuadrar dentro del capítulo IX Alimentos farináceos Artículo 765 bis — (Resolución Conjunta SPRyRS N° 31/2003 y SAGPYA N° 286/2003)” Los productos de repostería con leudante químico, con o sin relleno, recubiertos o no (incluye bizcochuelos, tortas, budines y otras masas de repostería con leudante químico)”.

Caicedo (2012) menciona que los muffins son un tipo de bizcocho horneado en moldes pequeños que se caracterizan por ser esponjosos y húmedos por dentro; son dulces y redondos, muy apetecidos por los consumidores, por ser blandos y suaves al paladar.

Los bizcochuelos, panqués o muffins son alimentos elaborados con tres ingredientes principales: harina, huevo y azúcar que no requieren gran desarrollo de gluten, por ello, son elaborados, generalmente, con harinas de trigos blandos o suaves (Zaragoza-García, 2010).

El muffin, nació en Inglaterra, donde es citado en recetarios a partir de 1703, pero su nombre deriva de la palabra moofin, posible adaptación de la palabra francesa moufflet (pan suave). A partir de 1950 los muffins, comenzaron a comercializarse tanto en Inglaterra como en Estados Unidos, en cafeterías y pastelerías (Alimentos Argentinos, s/f).

Los muffins son productos horneados dulces, muy apreciados por los consumidores debido a su buen sabor y textura suave. Se caracterizan por una miga porosa típica y un alto volumen que confieren una textura esponjosa. Sin embargo, eliminar el gluten de estos productos conlleva a diversos problemas tecnológicos y a una calidad inferior (Majzooobi y col., 2014).

1.5.2 Valor nutricional

El valor nutricional de los muffins depende de las nuevas tendencias de sustituir parcialmente la harina de trigo por un sustituto y además adicionar frutas fresca o seca, zumo de frutas, etc. Existen numerosas combinaciones de materias primas con mayor valor nutritivo que actualmente se están utilizando para elaborar diferentes tipos de muffins.

Los cuatro ingredientes básicos (harina, grasa, azúcar y huevos) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos,

fibra, vitaminas, minerales y otros nutrientes, además de ser una buena fuente de energía. En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son mucho más calóricos, contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más proteínas de alto valor biológico, debido a la adición de huevo o leche; más grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azúcares. La cantidad de vitaminas y minerales es muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en su elaboración (Beltrán Fernández y Saenz Vilca, 2014).

Hoy en día se pueden encontrar innumerables recetas con diferentes harinas, adicionando frutas, o reemplazando totalmente el azúcar blanco por el uso de frutos secos como los dátiles, o frutas maduras como la banana.

Como se conocen comercialmente, los muffins no aportan demasiados beneficios a la dieta, sin embargo, a través de diferentes combinaciones de ingredientes como los mencionados en el párrafo anterior (adición de frutas, frutas secas, utilizando otro tipo de harina, etc.) se puede agregar valor nutricional a este alimento.

1.5.3 Ingredientes para la elaboración de los muffins

En este apartado, se detalla un listado de las materias primas e ingredientes utilizados en la preparación de los muffins de quinoa, junto con una breve descripción nutricional de los mismos.

Residuo sólido de quinoa (RS)

El proceso de producción de la bebida de quinoa implica una etapa de filtración en la que se obtiene como resultado residuo sólido de quinoa.

A partir de los análisis realizados a la bebida de quinoa, se pudo comprobar que la misma contiene una baja proporción de proteínas totales provenientes de la quinoa, por lo cual se supone que las mismas quedan retenidas en el residuo sólido.

Debido a la escasa producción de bebidas vegetales a base de quinoa, existen pocos estudios y datos científicos acerca de la información tecnológica y nutricional de este residuo.

Harina de arroz

Según el Artículo 696 del CAA, “Con la denominación de Harina de arroz, se entiende el producto de la molienda del grano limpio y sano, libre de sus envolturas celulósicas, del *Oriza sativa* L. en sus distintas variedades.”

La harina de arroz (Figura 4), posee diferentes características nutricionales que son favorables para el consumo diario de las personas, posee un contenido calórico de 351 kcal, 80 % de hidratos de carbono, 7 % de proteínas y 1 % de grasas. Además, es beneficiosa para las personas que padecen ciertas enfermedades no transmisibles como diabéticos,

hipertensos, celíacos o con intolerancia al gluten ya que es un alimento muy bajo en grasa, sodio y colesterol (Pincirolí, 2010).



Figura 4. Imagen ilustrativa de harina de arroz.

Al ser un alimento neutro, sirve para la elaboración de recetas saladas o dulces que se encuentran tanto en la pastelería, panadería y dentro de la cocina caliente (Mendoza-Montesdeoca, 2021).

Genera mayor saciedad que la harina de trigo y, además, uno de los problemas de la harina de trigo es que entre mayor consumo aumenta el azúcar en la sangre de manera muy rápida, a comparación de la harina de arroz que no conlleva este mismo factor siendo mucho más saludable su consumo. Como dato importante se establece que, “la harina de arroz tarda más en convertirse en glucosa, lo que significa que la liberación de insulina también es más lenta” (Mendoza-Montesdeoca, 2021).

- *Producción de arroz a nivel provincial*

Por otro lado, la provincia de Santa Fe ocupa el tercer lugar a nivel nacional como productora de arroz, detrás de las provincias de Entre Ríos y Corrientes, localizándose la producción primaria en los departamentos Garay y San Javier. La Cadena Arrocerá comienza con la producción primaria de arroz cáscara y tiene eslabonamientos tanto hacia atrás -con proveedores de insumos, servicios y bienes de capital-; como también hacia adelante -con actividades industriales de molinería (descascarado, pulido y envasado)- para obtener arroz blanco apto para el consumo y algunos subproductos como el arroz partido. Luego, se comercializa tanto en el mercado interno (distribución mayorista y minorista) como en el internacional (Pujadas, 2014).

- *Obtención y mercado*

Para la obtención de la harina de arroz se utilizan los granos partidos de arroz, comúnmente conocido como “arrocillo”, a los que se les quita la cascarilla, obteniéndose arroz crudo. Luego, atraviesan una etapa de molienda fina en la que se obtiene el producto de interés, el

cual se utiliza principalmente en la elaboración de galletas de arroz y otros productos de pastelería generalmente destinados para personas celíacas.

El arroz es el cuarto cultivo producido en el mundo (514 millones de toneladas en 20/21) en cuanto a volumen, detrás de la caña de azúcar (1.889 millones de toneladas en 19/20), del maíz (1.108 millones de toneladas en 19/20) y del trigo (780 millones de toneladas en 20/21) (Sistema de Información Simplificado Agrícola, 2021).

En Argentina, la producción de arroz oscila en alrededor de 1,5 millones de toneladas al año, de las cuales solo el 35 % se destina al consumo interno y el resto se exporta. Durante el período 2010-2016, el consumo aparente promedio fue de 428.790 toneladas. De este modo, el consumo por habitante en nuestro país promedió los 10,1 kilogramos por año, muy por debajo de los 54,6 kg per cápita del promedio mundial. El continente asiático registra el mayor consumo por habitante. En China, por ejemplo, se estima un consumo promedio por habitante y por año de 78 kg aproximadamente (Pighín y De Landeta, 2018).

En Argentina, la industria arrocera cuenta con un total de 78 establecimientos industriales pertenecientes a 73 empresas. De los 78 establecimientos, 69 se distribuyen de la siguiente manera: Entre Ríos posee 34 establecimientos, Corrientes 24 y Santa Fe posee 11. Los 9 restantes se distribuyen entre las provincias de Formosa, Chaco, Misiones, Córdoba y otras provincias (Ministerio de Agroindustria, 2016).

La producción primaria argentina está concentrada en el Litoral debido al tipo de clima y de suelo de la región, que favorece la inundación necesaria para el cultivo. Las principales provincias productoras son Corrientes (45 %) y Entre Ríos (36 %), mientras que el 19 % restante se reparte entre las provincias de Santa Fe, Formosa y Chaco (Pighín y De Landeta, 2018).

Los principales molinos arroceros también se ubican en el litoral argentino. En 2016, Entre Ríos procesó el 79 %, Santa Fe el 15 %, Chaco el 3 %, Corrientes el 2 % y Misiones el 1 % (Ministerio de Hacienda, 2017).

Al menos 30 de las empresas argentinas que producen arroz, elaboran la harina proveniente de dicho grano. Las mismas abastecen al país y exportan ciertas cantidades a diferentes países.

Según la Asociación de Celíacos de Argentina, el consumo de una persona celíaca es de 43,72 gr/día de harina de arroz (Rossetti et al., 2017).

- *Harina de arroz en panificados*

Se destaca que la harina de arroz es uno de los elementos más utilizados en la elaboración de pan sin gluten, ya que posee un bajo contenido en sodio, prolaminas (proteínas) y, además, contiene fibra, lo cual hace que sea un producto de fácil digestibilidad. Esta última característica, actúa de forma beneficiosa para personas con problemas de estreñimiento, incluso al utilizarla, el aporte del contenido glucémico disminuiría en el producto, por lo cual

se hace favorable para el consumo en pacientes diabéticos u otros problemas de patologías no transmisibles (Jiménez-Mazaran y Landa-Robles, 2018).

Harina de trigo 0000

Según el Artículo 661 Capítulo IX Alimentos Farináceos del CAA, "Con la denominación de Harina, sin otro calificativo, se entiende el producto obtenido de la molienda del endosperma del grano de trigo que responda a las exigencias de éste. Las harinas tipificadas comercialmente con los calificativos: cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00), cero (0), medio cero (medio 0), Harinilla de primera y Harinilla segunda, corresponderán a los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del endosperma en cantidad de 70-80 % del grano limpio."

El término harina (Figura 5) se usa generalmente para describir cualquier sustancia comestible en forma de polvo. De todos los cereales utilizados para la elaboración de harina, el trigo es por lejos el más versátil. Los otros cereales son molidos y utilizados frecuentemente en cocina, pero como no dan masas viscoelásticas, no son apropiados para elaborar productos horneados como el pan y las tortas, salvo mezclados con harina de trigo. Para la mayoría de la población, harina significa harina de trigo (Gambarotta, 2005).



Figura 5. Imagen ilustrativa de harina de trigo 0000.

Dentro de las harinas, solamente la de trigo tiene la propiedad de formar una masa fuerte, cohesiva, capaz de retener gas y generar por cocción un producto esponjoso. Esta capacidad se atribuye fundamentalmente a las proteínas del trigo, concretamente a las proteínas que forman el gluten.

La calidad de la harina de trigo es relevante para la elaboración de muffins. Se necesitan masas extensibles y fáciles de trabajar (menos tenaces), es decir, las que se obtienen con harina flojas o de trigos blandos (Lezcano, 2011).

La harina 0000, es la más blanca y refinada dentro del grupo de las harinas de trigo. La construcción de gluten es mínima, casi escasa, no es un buen contenedor de gas y no otorga forma al pan, se usa de forma ideal en pastelería, dulces, pasteles y demás preparaciones que sean ligeras (Parrales Bosada y Zamora Bravo, 2019). Las harinas 0000, son más apropiadas para productos leudados químicamente: tortas, galletitas, budines, magdalenas (Gambarotta, 2005).

- *Mercado del trigo*

La mayor parte de los molinos se ubican en la provincia de Buenos Aires, implicando una participación superior al 53 % en el ciclo anual 2020/21. Luego, lo secunda la provincia de Córdoba registrando el 21 % de la molienda total y en tercer lugar se posiciona la provincia de Santa Fe con el 14 % del procesamiento de trigo pan nacional. En una menor proporción se encuentran otras 9 provincias de diferentes regiones del país.

En el estudio de Hilial (2021), en promedio los molinos harineros generan por cada 100 kilos de trigo, 50 kilos de harina “000” y 25 Kg de Harina “0000”, esta última de mayor valor ya que resulta ser la más refinada de este grupo de harinas. Cada tipo de harina sirve para elaborar un tipo específico de producto alimenticio, las harinas 000 son utilizadas principalmente para elaborar productos de panadería. Por otro lado, la 0000 se utiliza, generalmente, para la elaboración de productos de pastelería fina.

Del sector de la molienda de trigo pan participan un total de 140 empresas que se reparten 158 plantas con matrícula vigente a lo largo de todo el país. La más importante de todas las empresas dedicada a la molienda de trigo concentra 11 establecimientos; dos empresas poseen cada una de ellas tres; cuatro firmas operan dos plantas cada una y la mayoría del sector, las restantes 133 empresas, únicamente cuentan con un establecimiento. En la campaña 2018, se produjeron alrededor de 3.5 millones de toneladas y el cálculo estimado de consumo por habitante fue de 77,7 kg/hab/año (Ministerio de Producción y Trabajo, 2019).

Argentina se encuentra dentro del ranking de los diez productores mundiales de trigo. Según datos del USDA, la producción de trigo de Argentina a nivel mundial representó en la campaña 2018/19 el 2,7 %, ocupando el 9° lugar en el ranking mundial. En tanto la exportación de harina de trigo de la Argentina a nivel mundial representó el 4,3 % del volumen ocupando el 4° lugar en el ranking mundial de exportaciones (Ministerio de Producción y Trabajo, 2019).

Aquafaba

En los últimos años, se ha presentado un creciente interés en el aprovechamiento integral de las legumbres; en este sentido, recientemente se ha descubierto que, el agua de cocción de algunas legumbres como lenteja, frijol, guisante y garbanzo, cuenta con características fisicoquímicas y propiedades funcionales que le permite ser utilizada como reemplazo de la clara de huevo en muchas recetas de alimentos, por ejemplo, recetas a base de merengue, mayonesa, pasteles veganos, mantequilla y crema batida (Tacias-Pascacio et al., 2019).

Las propiedades funcionales del agua de cocción de legumbres, tales como capacidad gelificante, espumante y emulsionante, son comparables con las que se obtienen al utilizar proteínas de fuentes animales y lácteas; razón por la cual, dichas proteínas cobran gran importancia como sustitutos potenciales de proteínas de origen animal; este interés es estimulado por una mayor conciencia de la sostenibilidad y la salubridad observada desde una perspectiva moderna del consumidor y de la industria alimentaria, por la baja alergenicidad de dichos compuestos, junto con una producción sostenible, bajo precio y alto volumen de producción de estas proteínas (Tacias-Pascacio et al., 2019).

El aquafaba (Figura 6), es un líquido amarillento y viscoso que se obtiene luego de cocinar garbanzos y que generalmente es desechado. Recientemente, se ha descubierto que es una excelente opción para sustituir al huevo en diversas preparaciones veganas, así como para generar emulsiones, espumas, etc. Tres cucharadas de aquafaba equivalen a un huevo, dos cucharadas equivalen a una clara y una cucharada a una yema (Tacias-Pascacio et al., 2019).



Figura 6. Imagen ilustrativa de aquafaba.

El garbanzo contiene hidratos de carbono, proteínas y sustancias vegetales que durante el proceso de cocción se concentran en el agua. De esta forma, el aquafaba consigue sus propiedades espumantes, emulsionantes, aglutinantes y gelatinizantes. A pesar de esto, no existe aún demasiada información científica en cuanto a su composición y caracterización (Shim et al., 2018).

El uso culinario del agua de cocción de garbanzos (también conocida como aquafaba) se ha expandido rápidamente desde 2014 cuando se descubrió que era un excelente emulsionante, agente espesante y agente espumante. El aquafaba líquida contiene entre 5-8 % de compuestos orgánicos, incluidos, en su mayoría, polisacáridos, proteínas, saponinas y productos de reacción de Maillard que contribuyen a sus propiedades funcionales (Mustafa y Reaney, 2019).

Teniendo en cuenta el estudio realizado por Hernández y Andrade (2020) la cantidad de proteínas contenida en cada 100 gramos de garbanzo (19,4 gramos) se puede concluir que al cocer los garbanzos existe una migración de aproximadamente el 10 % de las proteínas del garbanzo al aquafaba (Tabla 3). El método utilizado para la determinación de proteínas fue PEE/LA (Procedimiento Específico de Ensayo / Laboratorio de Alimentos) llamado también Método Kjeldahl según Norma INEN 16:2015.

Tabla 3. Análisis proximal de proteínas del aquafaba (Hernandez y Andrade, 2020).

Ensayos Físicoquímicos	Unidades	Valores	Condiciones ambientales	Método
Proteínas	g/100mL	1,96	25°C	PEE/LA-IIT-UG/07

En el presente trabajo, se utilizará aquafaba en reemplazo del huevo como parte de los ingredientes, para permitir que sea un alimento apto para el consumo de la población vegana, además de conferir al producto sus propiedades funcionales (Alsalman et al., 2020).

- *Método de obtención*

Estudios recientes sugieren que, las propiedades funcionales de aquafaba varían dependiendo de la composición y el genotipo de la semilla de garbanzo, así como del tiempo de remojo, la temperatura, la presión y el tiempo de cocción; sin embargo, dado que la mayoría de los estudios realizados sobre el tema, han sido hechos empleando aquafaba obtenida de latas de garbanzo comerciales, dichas variaciones en las propiedades no han podido ser del todo explicadas (Tacias-Pascacio et al., 2019).

Mediante diferentes recetas gastronómicas y trabajos de investigación encontrados, se generó un protocolo de elaboración para el aquafaba:

En un principio, se llevó a cabo un proceso de selección de los granos, el cual se realizó a través de una simple inspección descartando aquellos garbanzos defectuosos. Los granos seleccionados, fueron lavados con la finalidad de eliminar todo tipo de impurezas o material extraño.

Posteriormente, se deben remojar los garbanzos durante 8 hs, con una relación de una parte de garbanzos y 6 partes de agua a temperatura ambiente (entre 20 y 25 °C). Transcurrido ese tiempo, se procede a colar y desechar esa agua de remojo. Luego, dicha legumbre se coloca en una olla con una relación de 1:3 (una parte de garbanzos y 3 de agua). Una vez que hierve el agua, se debe bajar el fuego al mínimo y cocinar durante una hora.

Por consiguiente, se debe apagar el fuego y retirar las legumbres del agua con una espumadera para poder conservar el líquido de cocción, el cual se debe reducir hasta la tercera parte para conseguir lo que se denomina aquafaba. Dejar enfriar, filtrar mediante un tamiz culinario de acero inoxidable y conservar en temperaturas de congelación (-18) hasta el

momento de su utilización. Dicho tamiz, posee un tamaño de poro igual a 1 mm, siendo capaz de retener las partículas suspendidas en el aquafaba, que resultan ser restos cocidos de los granos de garbanzos y, por lo tanto, tienen un tamaño de partícula lo suficientemente grande como para quedar retenidos en el cernidor, siendo innecesario utilizar un tamiz con poros más pequeños.

En la revisión bibliográfica realizada, se encontraron diversos estudios que aplicaban diferentes tiempos de remojo para esta legumbre. En el presente trabajo, se tomó como referencia lo documentado por Serna Cock et al. (2019), consignando que el tiempo de remojo adecuado para los garbanzos fue de 8 hs. Este tiempo es suficiente para que se alcancen valores aceptables en la cinética de absorción de agua (CAA) y en la capacidad de retención de agua (CRA) de dicha legumbre. La CAA y la CRA, son propiedades tecnológicas propias de las legumbres secas, que permiten determinar los tiempos adecuados de remojo de los granos, y están relacionadas directamente por el contenido proteico y la interacción proteína-agua.

Así como el residuo, el aquafaba utilizado también se elaboró una sola vez y se fraccionó en porciones adecuadas, asociadas a la cantidad de residuo y de muffins a elaborar, para generar una mayor estandarización del alimento.

Azúcar (Sacarosa)

Según el CAA, en el Artículo 767 del Capítulo X Alimentos Azucarados, se establece que “Con el nombre de Azúcar, se identifica a la sacarosa natural. Se la extrae de vegetales como: caña de azúcar (género *Saccharum* y sus variedades), remolacha azucarera (*Beta vulgaris* L., variedad rapa), sorgo azucarero (*Sorghum saccharatum* Pers.), Arce de Canadá (*Acer saccharinum* Wang).

Además, en el Artículo 768 bis del mismo capítulo se enuncia que "Con la denominación de azúcar común tipo A, se entiende el azúcar que responda a las siguientes características:

- Polarización, Mín.: 99,7 °S
- Azúcar invertido, Máx.: 0,05 % en peso
- Pérdida por desecación, (3 horas a 105 °C), Máx.: 0,10 % en peso
- Cenizas por conductividad, Máx.: 0,05 % en peso
- Color (ICUMSA), Máx.: 200 unidades
- Anhídrido sulfuroso total, Máx.: 40 mg/kg

Este producto se rotulará en el cuerpo del envase con caracteres de igual tamaño, realce y visibilidad: azúcar común Tipo A (Figura 7).



Figura 7. Imagen ilustrativa de azúcar.

La sacarosa es un disacárido producido por la condensación de glucosa y fructosa. Las fuentes comerciales, aparte de la caña de azúcar, son la remolacha azucarera y (en menor volumen) el árbol de arce, ciertas palmas y el sorgo dulce que se usa para la fabricación de jarabe (Jeréz-López, 2008).

La presencia del azúcar en la elaboración de recetas culinarias, mejora la palatabilidad de los alimentos (Varela-Moreiras et al., 2013).

- *Influencia del azúcar en la elaboración de cupcakes*

El azúcar concede ternura y fineza a las masas de los cupcakes, da color a las cortezas, y actúa como agente de cremado durante el batido. Asimismo, prolonga la duración de los cupcakes, ya que retiene la humedad. Es el alimento de la levadura y/o polvo de hornear. Si bien existen numerosos tipos de azúcares, el más empleado en la elaboración de cupcakes es la sacarosa o azúcar común. (Dendy, 2001).

La sacarosa le confiere firmeza al producto, debido a su comportamiento durante la primera etapa del horneado. El azúcar se disuelve en el agua de la masa hasta formar una solución altamente concentrada. Cuando el producto se enfría después del horneado, esta solución se solidifica, no retornando a su forma primitiva de cristales, sino que se trata de un material duro y amorfo que le da al alimento una textura un tanto crujiente (Dendy, 2001).

También tiene la capacidad de colorear los productos horneados gracias a las distintas reacciones químicas, que tienen lugar en el alimento durante la fase de la cocción. Los productos azucarados pueden combinarse con las proteínas procedentes de ingredientes como la leche para dar origen a un atractivo color oscuro, así como a agradables características de flavor y de aroma de los productos recientemente horneados. De forma conjunta estas reacciones se conocen como "Reacción de Maillard". Estas reacciones ocurren predominantemente en la superficie del producto en donde las temperaturas son más altas. La extensión del color producido depende de la cantidad de azúcar añadida, de la composición química del alimento y de la temperatura del horno durante la cocción (Dendy, 2001).

Aceite de girasol

Según el Artículo 528- Capítulo VII Alimentos Grasos-Aceites Alimenticios del CAA, “Se denomina Aceite de girasol, el obtenido de semillas de distintas variedades de *Helianthus annuus* L.”

El Codex Alimentarius distingue tres tipos de aceite según su contenido en ácido oleico: girasol, girasol alto oleico y girasol medio-oleico. El aceite de girasol se caracteriza por una concentración alta de ácido linoleico seguida de ácido oleico. Desde el punto de vista nutricional conviene destacar que el consumo de este aceite proporciona ácidos grasos esenciales (ácido linoleico) y que el contenido en ácido linolénico es relativamente bajo (0,3 %), confiriéndole una estabilidad oxidativa relativamente alta (García-González, 2019).

El aceite de girasol (Figura 8), se obtiene mediante el prensado de las semillas de girasol. Contiene un 63-78 % de ácido linoleico y bajo contenido de ácido alfa-linolénico (0,06 %) (Durán-Agüero et al., 2015).



Figura 8. Imagen ilustrativa de aceite de girasol.

El principal efecto de la grasa en los productos horneados, sobre todo en los muffins, es la formación de una textura cremosa. Esto significa una textura blanda, agradable y desmenuzable (Valverde-Armas, 2020).

La grasa en pastelería, cumple un papel importante de capturar el aire en forma de pequeñas burbujas para acumular el vapor durante el horneado generando así el volumen, además, acondiciona el gluten permitiendo un adecuado desarrollo de la masa. La cantidad de grasa a utilizar depende del producto pastelero que se va a elaborar, así para la pastelería esta va de 2 al 50 % (Valverde-Armas, 2020).

Además, las grasas en los productos de panadería tornan más suave la textura, contribuyen a que el producto sea tierno y dan una sensación bucal húmeda, aportándoles además estructura, lubricación e incorporación de aire. Las propiedades de una grasa o un aceite que determinan su capacidad para llevar a cabo estas funciones son:

- Relación entre la fase sólida y líquida

- Plasticidad de la materia sólida.
- Estabilidad oxidativa de la grasa o aceite

El aceite en un alimento horneado otorga una sensación de mayor suavidad al masticarlo, así como una sensación bucal húmeda y lubricación, desapareciendo más fácilmente el producto de las superficies de la boca. La porción sólida de una materia grasa contribuye a la estructura de la masa y al producto final y retiene las burbujas de aire durante el amasado. Estas dos funciones son la clave en la selección de una materia grasa adecuada para una aplicación específica (Alimentos Argentinos, s/f).

Las grasas animales, no presentan mayor dificultad a la hora de reemplazarlas por una opción vegana, debido a que algunas recetas requieren aceite en lugar de una grasa sólida. La diferencia que existen entre estas, es que el aceite no se puede montar, es decir, no se puede batir ni solo ni con azúcares para conseguir una crema que ayude a crecer más la masa, pero los aceites se emulsionan muy bien con masas que contienen mucho líquido (Guamán y Calle, 2020).

Los aceites de uso doméstico además de ácidos grasos, son una fuente importante de fitoquímicos, conocidos como compuestos bioactivos, por ejemplo, fitoesteroles, fitoestrógenos, flavonoles, caroteno, tocoferoles, que en general son promotores de la salud por sus propiedades preventivas de enfermedades, más allá de sus aportes básicos nutricionales (Durán Agüero et al., 2015).

Polvo de hornear

El polvo para hornear proporciona un sistema completo de fermentación en un solo producto. Está compuesto por bicarbonato de sodio, uno o más ácidos de levadura y un diluyente, típicamente almidón o carbonato de calcio (Brodie & Godber, 2007).

Al hablar de productos horneados, es indispensable referirse a la capacidad de expansión de estos como indicador de calidad, por la importante influencia en la percepción sensorial que esta propiedad genera en el consumidor. Se hace necesario entonces, buscar formas para optimizar este proceso de expansión, adaptado a las necesidades y propiedades particulares de la amplia gama de productos ofrecidos por esta industria. Así se recurre al término de agente leudante o productos leudados. La mayoría de los productos horneados son leudados por la expansión de la masa. Esto da como resultado productos con un volumen mayor y una textura abierta y porosa (Miller, 2016).

Otros ingredientes utilizados

Además de polvo de hornear, se utilizó como leudante químico bicarbonato de sodio, los cuales en conjunto le confieren volumen al muffin y también una adecuada textura.

Para conferir sabor se emplearon las siguientes combinaciones: por un lado, cacao amargo, jugo y ralladura de naranja y, por el otro, ralladura de limón y coco en escamas. Se utilizaron jugos y ralladuras de cítricos provenientes de la fruta fresca.

En aquellos muffins para los cuales no se utilizó jugo de frutas, se incorporó agua para lograr la humedad deseada.

1.6 Análisis sensorial

Es la disciplina que mide, analiza e interpreta los estímulos que provocan los alimentos en las personas, a través de los sentidos. Para su desarrollo, se emplea cierto número de catadores, con los que se espera obtener resultados que puedan extrapolarse a poblaciones mayores. El análisis sensorial es muy importante para la industria alimentaria, pues constituye una herramienta indispensable con diferentes aplicaciones, tales como: desarrollo de nuevos productos alimenticios, control de calidad de materias primas y productos terminados, estudios de mercado, entre otros (Prado-Monge, 2021).

La aceptación de los alimentos por los consumidores, está muy relacionada con la percepción sensorial de los mismos, y es común que existan alimentos altamente nutritivos, pero que no son aceptados por los consumidores. De aquí, parte la importancia del proceso de evaluación sensorial en los alimentos, siendo ésta una técnica de medición tan importante, como los métodos químicos, físicos y microbiológicos (Olivas-Gastélum et al., 2009).

La evaluación sensorial (Figura 9) de alimentos se lleva a cabo por medio de diferentes pruebas, dependiendo del tipo de información que se busque obtener. Existen tres tipos principales de pruebas: las pruebas afectivas, las de discriminación, y las descriptivas. Las pruebas afectivas son aquellas que buscan establecer el grado de aceptación de un producto a partir de la reacción del juez evaluador. Por otro lado, las pruebas de discriminación son aquellas en las que se desea establecer si dos muestras son lo suficientemente diferentes para ser catalogadas como tal. Finalmente, las pruebas descriptivas intentan definir las propiedades de un alimento y medirlas de la manera más objetiva posible (Olivas-Gastélum et al., 2009).



Figura 9. Imagen ilustrativa de panelistas realizando evaluaciones sensoriales.

Es de suma importancia aplicar este tipo de análisis a los alimentos novedosos, aquellos que aún no se encuentran en el mercado, como el caso del muffin que se pretende elaborar, ya que es importante conocer sus características, evaluar sus propiedades sensoriales y además obtener más información sobre el producto y su posible aceptación en el mercado. En este

caso, se utilizará un tipo de prueba descriptiva, que es la que permite definir de manera adecuada las propiedades de los alimentos.

Según Espinosa Manfugás (2007), el procedimiento general de trabajo para llevar a cabo pruebas descriptivas consiste en desarrollar un vocabulario común, es decir descriptores con definiciones apropiadas, que se obtienen a través de varias sesiones de adiestramiento de los jueces.

Inicialmente, los catadores trabajan en forma individual y posteriormente en sesiones abiertas donde se discuten los resultados hasta establecer mediante acuerdo los términos descriptivos, sus significados y la secuencia de evaluación de cada atributo (Método del consenso). Se evalúan muestras con una amplia variación de calidad sensorial y muestras de referencias.

Se realizan evaluaciones individuales para cuantificar las propiedades sensoriales; las escalas empleadas son no estructuradas constituidas por una línea de 12 a 15 cm de longitud (Figura 10) demarcada por expresiones cuantitativas en los extremos y/o en el centro de la escala.

Los jueces realizan el análisis y hacen un trazo vertical sobre la línea en la posición que mejor refleja su evaluación. Para procesar los resultados y obtener los valores dados para cada atributo se mide con una regla la distancia que existe entre el extremo izquierdo de la escala (cero) hasta la marca vertical asignada por el juez (Espinosa-Manfugás, 2007).



Figura 10. Ejemplo de la escala gráfica lineal de QDA (Lawless y Heimann, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Desarrollar un producto de confitería tipo muffin aceptable por los consumidores y con propiedades nutritivas y saludables, utilizando como base el residuo sólido obtenido de la elaboración de una bebida a base de quinoa.

2.2 Objetivos específicos

- Estandarizar la obtención del residuo sólido derivado como subproducto en la elaboración de una bebida vegetal a base de quinoa.
- Establecer un protocolo de elaboración a escala laboratorio y formulación base utilizando dicho residuo para la producción de muffins dulces.
- Estudiar el efecto de la relación residuo de quinoa-harina sobre las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de los muffins.

- Realizar ensayos sensoriales, microbiológicos y fisicoquímicos al producto final.
- Elegir la formulación óptima comparando los resultados obtenidos en cada análisis.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de realización

- Universidad Nacional de Rafaela

Materiales

- Residuo sólido de quinoa (quinoa blanca, marca Biosalud)
- Harina de arroz (marca San Diego)
- Aceite puro de girasol (marca Natura)
- Harina de trigo 0000 (marca Morixe)
- Azúcar común Tipo A (marca Chango)
- Aquafaba (a partir de garbanzos a granel)
- Bicarbonato de sodio (marca Alicante)
- Polvo para hornear (marca Royal)
- Cacao amargo (marca Biosalud)
- Jugo y ralladura de naranja (fruta natural)
- Ralladura de limón (fruta natural)
- Coco en escamas
- Agua mineral

Equipos

1. Balanza granataria capacidad de 3 kg (marca ATMA).
2. Olla de acero inoxidable 3 lt.
3. Licuadora (potencia de 600 W, marca PHILIPS).
4. Malla filtrante para bebidas vegetales.
5. Recipientes de cerámica tipo bowl.
6. Moldes tipo pirotines N° 10.
7. Espátula de silicona.
8. Molde para muffins de teflón.
9. Horno eléctrico (potencia 2000 W, capacidad 62 lt, marca ULTRACOMB).
10. Selladora de bolsas.
11. Bolsas de polipropileno.
12. Bandejas de polipropileno.

3.1 Residuo de quinoa

3.1.1 Obtención

El residuo sólido se obtuvo a partir de la elaboración de la bebida de quinoa, aplicando el siguiente protocolo.

- 1) Se lavaron 3 veces las semillas de quinoa con agua a una temperatura entre 20-25 °C. Luego se finalizó el lavado con agua a 60-70 °C con el fin de eliminar todo resto de saponinas responsables del sabor amargo.
- 2) Se realizó la cocción de las semillas, colocando una parte de quinoa y dos de agua, agregando bicarbonato de sodio (1 g NaHCO_3 / 4 lts de agua de cocción) y se dejó cocinar durante 15 minutos desde que inició una ebullición leve, hasta observar que las semillas se vuelven transparentes y duplican su tamaño.
- 3) Se pesó la quinoa cocida, seguidamente se colocó en una licuadora y se agregó agua en una relación quinoa/agua de 1:2 en peso.
- 4) Se procesó dicha mezcla a máxima potencia (600 W) durante un minuto y medio, en este paso siempre se utilizó la misma licuadora (Figura 11). En la Figura 12 se observa la mezcla obtenida.



Figura 11. Licuadora utilizada para procesar la mezcla quinoa / agua.



Figura 12. Mezcla resultante

Se filtró el residuo sólido con una malla para bebidas vegetales, determinando como, punto final del estrujado el momento en el que no se filtre más líquido. Para facilitar el filtrado se tomaron porciones de residuo de manera tal que ocupen la mitad de la capacidad de la malla extractora. De esta forma se asegura la eliminación de la mayor cantidad de fase líquida (Figura 13) posible.

Dicha malla filtrante es de nylon de grado alimenticio, el cual no contiene ningún componente tóxico que pueda migrar al alimento y contaminarlo, además, resultan ser adecuadas para este tipo de preparaciones por su fácil limpieza y reutilización. El tamaño de poro de la misma es igual a 200 micrones, permitiendo obtener un extracto hidrosoluble libre de residuo de semilla de quinoa y sin grumos.



Figura 13. Bebida de quinoa obtenida luego del filtrado.

5) Por último, se homogeneizó el residuo obtenido (Figura 14).



Figura 14. Residuo sólido de quinoa.

En el proceso de obtención de la bebida vegetal, se observó que el rendimiento aproximado del grano fue entre el 97 - 98 %, es decir, partiendo de 500 gramos de quinoa cocida se obtuvieron entre 485 y 490 gramos de residuo sólido.

3.1.2 Estandarización

Se estandarizó el residuo sólido utilizando en todas las experiencias la misma marca y tipo de quinoa, así como aplicando estrictamente el protocolo de elaboración establecido para la obtención de la bebida vegetal.

Dado que se trató de un desarrollo a escala laboratorio y con el fin de estandarizar el producto final en las sucesivas producciones de muffins, se realizó una única producción de bebida de quinoa. De esta manera, se generó el volumen de residuo sólido de quinoa necesario para llevar a cabo las distintas experiencias, el cual se fraccionó y congeló en porciones adecuadas. Previo a este paso, se realizaron los cálculos correspondientes que determinaron la cantidad de residuo necesaria para elaborar las unidades de muffins requeridas para efectuar cada uno de los ensayos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

Se elaboraron 20 muffins de cada concentración de residuo (20, 30 y 40 %), los cuales fueron suficientes para realizar todos los análisis nombrados anteriormente, es decir, que el tamaño total de cada producción fue de 60 muffins. En la Tabla 4, se observa la cantidad necesaria de residuo sólido de quinoa para producir 20 muffins de cada una de las concentraciones establecidas.

Tabla 4. Cantidad de residuo requerida para producir 20 unidades de muffins.

Concentración (%)	Cantidad requerida de residuo para 2 unidades o 100g de mezcla (g)	Cantidad requerida de residuo para 20 unidades o 1000g de mezcla (g)
20	20	200
30	30	300
40	40	400
Total	90	900
Total para 3 producciones	270	2700

En la tabla, se puede observar que la cantidad de residuo sólido requerida para la elaboración de las unidades de muffins necesarias para realizar las determinaciones y ensayos analíticos planteados, fue de 2,7 kg (Figura 15 y 16).



Figura 15. Residuo de quinoa previo a su congelación.



Figura 16. Aspecto del residuo de quinoa.

Por otra parte, se determinó el contenido de humedad y proteína del residuo sólido, a los fines de posteriormente relacionarlos con el impacto de estos parámetros en el producto final.

3.2 Ensayos preliminares

3.2.1 Selección de materias primas

Se efectuó un proceso de selección de las materias primas utilizadas en la elaboración de los muffins para complementar al residuo de quinoa. Durante los ensayos, se consideraron las propiedades de las mismas y se optó por aquellas que mostraron las mejores características tecnológicas y organolépticas en el producto final.

Se tomaron en consideración dos tipos de harinas durante los ensayos preliminares: harina de arroz y harina de trigo 0000. Como resultado de los ensayos preliminares, se eligió aquella que otorgó las mejores características organolépticas y tecnológicas y se utilizó solo ese tipo de harina a lo largo de todo el proyecto y en las pruebas que se llevaron a cabo.

La elección de las mismas, tuvo como fin comparar una harina que es de uso común en la mayoría de las recetas de pastelería y confitería, como lo es la harina de trigo, con la harina de arroz. Esta última, es ampliamente utilizada en preparaciones sin gluten como por ejemplo en productos como el pan, galletas y fideos. Otro motivo de esta elección, fue utilizar harina proveniente de una materia prima (arroz) producida en varios departamentos de la provincia de Santa Fe.

3.2.2 Formulaciones

En los ensayos preliminares, se evaluaron los tipos de harina a utilizar (de trigo o de arroz) así como los saborizantes adicionados. Luego de realizar diferentes pruebas, se definió cuál combinación de saborizante y harina era más conveniente y otorgaba las mejores características organolépticas y tecnológicas en cuanto sabor, leudado, esponjosidad y tiempo de cocción, para posteriormente utilizarlos en el diseño de estudio. El resto de los ingredientes que se mantuvieron en proporciones constantes fueron aquafaba, azúcar, aceite de girasol, bicarbonato de sodio y polvo para hornear.

Se elaboró una formulación en base a 100 gramos de mezcla con una concentración de 30 % de residuo y 15 % de harina. Se utilizaron como referencia recetas gastronómicas tradicionales con quinoa cocida. Una vez elegida la receta a aplicar, se ajustaron las proporciones de cada ingrediente mencionado anteriormente para lograr un producto con características organolépticas aceptables.

En primer lugar, mediante una elaboración de muffins, se evaluó el comportamiento de los dos tipos de harinas, observando el tiempo de cocción y el leudado del producto final. Ambas preparaciones se realizaron siguiendo la formulación base (Tabla 5), que contiene 30 % de residuo y 15 % de harina, utilizando como agentes de sabor cacao amargo y naranja.

Tabla 5. Concentración de ingredientes en la formulación base con 30 % de RS.

Ingredientes	Cantidad (g)
Residuo de quinoa	30.0
Aceite de girasol	7.5
Aquafaba	17.5
Harina (arroz/trigo)	15.0
Cacao amargo	6.0
Azúcar	17.5
Polvo de hornear	1.5
Bicarbonato de sodio	0.5
Jugo de naranja	3.5
Ralladura de naranja	1.0
Total	100.0

Siguiendo la fórmula base, se modificó solo el tipo de harina utilizada, las formulaciones resultantes fueron:

Formulación 1. Residuo sólido de quinoa, **harina de arroz**, aquafaba, aceite de girasol, azúcar, polvo para hornear, bicarbonato de sodio, cacao amargo, jugo y ralladura de naranja.

Formulación 2. Residuo sólido de quinoa, **harina de trigo 0000**, aquafaba, aceite de girasol, azúcar, polvo para hornear, bicarbonato de sodio, cacao amargo, jugo y ralladura de naranja.

Por otro lado, una vez seleccionada la formulación con aquella harina que otorgó los mejores resultados en cuanto a leudado, esponjosidad y tiempo de cocción, se evaluaron sobre los muffins dos tipos de sabores, utilizando para ello los siguientes saborizantes de origen natural:

- *Chocolate y naranja:* se empleó cacao amargo, jugo y ralladura de naranja.
- *Coco y limón.* se utilizó coco en escamas y ralladura de limón. En esta formulación, en reemplazo al jugo de naranja se utilizó agua.

En la Tabla 6, se enuncia cada formulación resultante para cada uno de los saborizantes.

Tabla 6. Cantidad agregada de cada uno de los saborizantes naturales elegidos para cada combinación.

Ingredientes		
Chocolate y naranja	Limón y coco	Proporción (gr)
Residuo de quinoa	Residuo de quinoa	30.0
Aceite de girasol	Aceite de girasol	7.5
Aquafaba	Aquafaba	17.5
Harina (arroz o trigo)	Harina (arroz o trigo)	15.0
Cacao amargo	Coco en escamas	6.0
Azúcar	Azúcar	17.5
Polvo de hornear	Polvo de hornear	1.5
Bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio	0.5
Jugo de naranja	Agua	3.5
Ralladura de naranja	Ralladura de limón	1.0
Total		100.0

El sabor que resultó más aceptable fue el que finalmente se utilizó a lo largo de todas las experiencias realizadas durante el trabajo de investigación.

En base a la revisión bibliográfica realizada, se determinó que la cocción de los muffins puede ser realizada en horno a gas o eléctrico a 180 °C entre 30-35 minutos. Para lograr una temperatura homogénea en el horno, el mismo debe ser precalentado hasta dicha temperatura para que la cocción del alimento sea regular en todas sus partes.

Además de seleccionar la harina y el saborizante más conveniente, a partir de los ensayos preliminares realizados se pudo estandarizar el proceso de elaboración determinando así el tiempo y la temperatura correcta de cocción.

Se elaboraron los muffins siguiendo los pasos enunciados en el diagrama de flujo (Figura 17) que se expone a continuación.

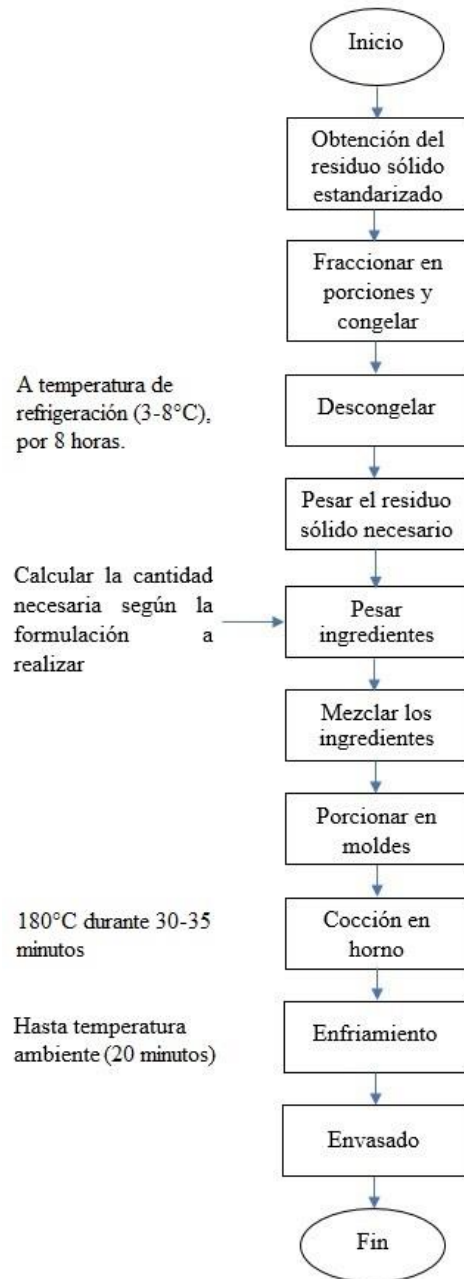


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso de producción de los muffins.

A los ingredientes recepcionados se les verificó la fecha de vencimiento y parámetros como color, jugosidad, dulzor, ausencia de olores desagradables y de materia extraña. Una vez demostrado que se encontraban en buenas condiciones, se comenzó el procedimiento siguiendo el protocolo de elaboración de la bebida de quinoa, hasta llegar al punto de obtención del residuo sólido de quinoa. El cual se fraccionó y congeló en porciones adecuadas de acuerdo al número de producciones y cantidad de muffins a elaborar según el diseño experimental establecido.

Previo a la elaboración de los muffins, se procedió a descongelar el residuo sólido, en heladera (entre 6-8 °C) durante 8 horas.

De acuerdo a la formulación a elaborar, se pesaron todos los ingredientes teniendo en cuenta las concentraciones de residuo sólido de quinoa y harina de arroz correspondientes.

En primer lugar, se mezcló el residuo de quinoa descongelado junto con el azúcar. Seguidamente, se añadieron los ingredientes líquidos, es decir el aquafaba descongelado, el aceite y el jugo de naranja o el agua según corresponda. Por último, se mezclaron los ingredientes secos: harina de arroz/harina de trigo, cacao amargo/coco rallado, ralladura de naranja/ralladura de limón, polvo de hornear y bicarbonato de sodio, los que luego se incorporaron a los ingredientes húmedos, mezclando hasta conseguir una masa homogénea.

Se colocaron 50 g de masa cruda en moldes de papel (pirotines N° 10) de 46 mm de diámetro y 39,5 mm de altura. A su vez, estos fueron acondicionados dentro de un molde de teflón con divisiones individuales, para evitar que los muffins se deformen y leuden de manera adecuada. Se colocaron en un horno eléctrico con función convectiva durante 30-35 minutos a 180 °C.

Una vez horneados, se dejaron reposar durante 20 minutos, hasta que todo el alimento alcanzó la temperatura ambiente (25 °C) para posteriormente ser envasados.

El envasado se realizó de manera individual en bolsas de polipropileno, las cuales permitieron un adecuado almacenamiento hasta el momento de analizar cada muestra. El cierre de los envases se realizó mediante la ayuda de una selladora de bolsas, de uso doméstico.

3.3 Diseño experimental

A partir de la formulación base seleccionada, en la cual se estableció el tipo de harina y el saborizante a utilizar, se evaluó el impacto de la relación residuo sólido - harina sobre las características de los muffins.

Se efectuaron ensayos preliminares variando la concentración de residuo sólido y de harina agregada. Se realizaron pruebas incorporando 20, 25, 30, 35 y 40 % de residuo sólido, relacionando esta cantidad con la concentración de harina agregada, las cuales para esos porcentajes fueron 25, 20, 15, 10 y 5 % respectivamente.

Se mantuvieron constantes las cantidades de los demás ingredientes mientras que se variaron las concentraciones de residuo y de harina, para determinar si una modificación en la proporción de los mismos aporta un mayor o menor porcentaje de proteína y humedad al alimento. Por otro lado, se evaluó el impacto en las características organolépticas, tecnológicas y nutricionales de los muffins, los cuales se cocinaron a un tiempo y una temperatura ya establecidos para así poder determinar cuál es la concentración más óptima.

Los porcentajes de residuo se fijaron a partir de los resultados obtenidos por Horno (2011) en su trabajo de investigación, en el cual se plantea el agregado de okara de soja húmedo en una proporción de 10 %, 20 % y 30 %, manteniendo constantes los demás ingredientes. La autora utilizó el okara húmedo para la fabricación de galletitas. En el presente trabajo al elaborar un producto que requiere mayor humedad y esponjosidad, se eligió la proporción más alta de residuo (30 %) para conseguir esas características fijando, además, dos valores de concentración de 10 % por arriba y por debajo del valor seleccionado, lo cual permitió evaluar el comportamiento del residuo en el muffin y qué concentración permite conseguir las mejores características tecnológicas y organolépticas.

Además, se decidió elaborar muffins con concentraciones intermedias, es decir con 25 y 35 % de RS, a los fines de contar con puntos medios. Esto se realizó para el caso que las concentraciones extremas es decir 40 % y 20 % de RS resulten en un muffin no adecuado, en cuanto a leudado, esponjosidad o cocción.

Finalmente, se seleccionaron aquellas formulaciones que mostraron las mayores diferencias a nivel sensorial con respecto a la formulación base de 30 % de residuo de quinoa, para continuar con el diseño experimental.

3.4 Evaluación del producto final

Se estudiaron las características fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas del producto.

El producto se conservó durante 5 días a temperatura ambiente (25 °C) y envasado individualmente en una bolsa plástica, cerrada mediante el uso de calor. Los ensayos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales se llevaron a cabo a las 24 hs posteriores a la elaboración.

3.4.1 Rendimiento del horneado

Se evaluó el rendimiento del horneado, a través de la diferencia de peso obtenido antes y después de horneado, una vez que el muffin se enfrió correctamente hasta 25 °C luego de la cocción (Lee, 2020). La fórmula empleada para dicho cálculo es:

$$\text{Rendimiento de horneado} = \frac{(\text{peso del muffin horneado})}{(\text{peso de la masa cruda})} \times 100$$

Los muffins se introdujeron al horno con un peso inicial de masa cruda de 50 g.

Para realizar el cálculo del rendimiento de horneado, luego de cada producción, cada muffin fue pesado después de la cocción. Posteriormente, se calculó el promedio de peso obtenido para cada concentración de residuo y ese valor resultante, fue el que se ingresó en la fórmula y permitió el cálculo del rendimiento.

3.4.2 Determinación de pérdida de peso

Es natural la pérdida del contenido de agua por evaporación en todos los alimentos durante su almacenamiento, especialmente en productos de panadería y pastelería (Paucar-Menacho et al., 2016). Por lo tanto, se llevó a cabo este experimento, con el fin de comprobar si sobre nuestro producto se genera alguna pérdida de peso al pasar el tiempo. El mismo consiste en pesar un muffin de cada concentración de residuo de quinoa, durante 5 días en nuestro caso, y comparar estos resultados. El alimento se mantuvo en condiciones ambientales, envasado como se explicó anteriormente, durante los 5 días.

Se procedió a pesar un muffin por producción de cada concentración, se tomaron los datos de las pesadas durante 5 días y luego se compararon los resultados obtenidos entre producciones.

Durante este ensayo, se aprovechó a observar cómo evolucionaron los muffins visualmente a medida que pasaban los días, evaluando el desarrollo de hongos sobre la superficie de los mismos.

3.4.3 Análisis fisicoquímicos y microbiológicos

Sobre el muffin elaborado se realizaron los siguientes ensayos fisicoquímicos (Tabla 7) y microbiológicos (Tabla 8) tomando como referencia lo estipulado por el Código Alimentario Argentino para la quinoa en el Capítulo IX “Alimentos Farináceos - Cereales, Harinas y Derivados”, Artículo 682.

Tabla 7. Análisis fisicoquímicos realizados sobre el producto final (muffin).

Análisis Fisicoquímicos	Metodología
Determinación de Humedad	Método de secado en estufa a 105°C según metodología AOAC
Determinación de Proteínas Totales	Método Kjeldahl de referencia según norma AOAC, 1998 N° 976.05
Determinación de Cenizas	550°C según normativa AOAC

Tabla 8. Análisis microbiológicos realizados sobre el producto final (muffin).

Análisis Microbiológicos	Metodología
Recuento de Mohos y Levaduras	ICMSF

La determinación de proteínas totales se llevó a cabo en el Laboratorio del Área de Producción Animal de EEA INTA Rafaela. Por otro lado, los ensayos microbiológicos y fisicoquímicos restantes se realizaron en el laboratorio de la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional.

Se realizaron 3 producciones de muffins de cada relación de residuo sólido - harina, se evaluaron las muestras y se recolectaron los resultados de los análisis realizados. En cada producción se elaboraron 20 muffins de cada formulación.

Para el análisis de los resultados, se calculó la media/mediana según corresponda y la desviación estándar de cada determinación para cada muestra. Para el caso del Rendimiento de horneado se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para muestras no paramétricas y, por otro lado, para el análisis estadístico de los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos se utilizó ANOVA simple para ver si existían diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre las medias muestrales y en caso que hubiere diferencias se aplicaron pruebas Post Hoc para determinar entre cuáles medias muestrales existió diferencia ($P < 0,05$). Se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 24 para realizar todas las pruebas estadísticas anteriormente mencionadas. Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95 %.

3.4.4 Análisis sensorial

El análisis sensorial del producto, se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis Sensorial de la Universidad Nacional de Rafaela, que cuenta con un panel entrenado. Se realizaron degustaciones de los distintos muffins a las 24 hs de elaborados. Se describieron las intensidades de los principales atributos de olor, aspecto, gusto y flavor del producto obtenido, utilizando la metodología Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA).

3.4.4.1 Análisis descriptivo cuantitativo

El análisis descriptivo cuantitativo (QDA, sus siglas en inglés) proporciona información sensorial detallada, precisa, confiable y objetiva sobre todas las características sensoriales de los productos desde el inicio de la evaluación visual hasta el retrogusto (una vez que el

alimento ya es deglutido). Esta prueba requiere de jueces adiestrados capaces de reproducir sus juicios, percibir diferencias y trabajar en grupo (Kemp et al., 2018).

3.4.4.2 Metodología

Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo con un panel de evaluadores entrenados en análisis sensorial de alimentos (8 mujeres y 3 hombres entre 25 y 58 años de edad) de la Universidad Nacional de Rafaela. Durante la sesión de entrenamiento grupal, se generaron los descriptores más adecuados para caracterizar las muestras, se estableció su forma de evaluación y los anclajes de la escala utilizada (Anexo 1). En esta actividad se utilizaron 2 de las muestras experimentales (Figuras 18 y 20). A cada evaluador se le entregaron los muffins, un vaso de agua y una planilla en blanco para completar con cada descriptor y la escala seleccionada para su posterior evaluación (Figura 19).



Figura 18. Sala de reunión para la sesión de entrenamiento del Panel de Evaluadores.

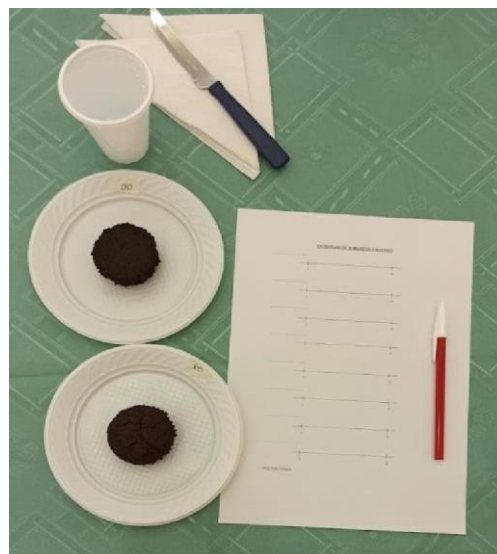


Figura 19. Elementos entregados a los evaluadores.



Figura 20. Sesión de entrenamiento del Panel entrenado de UNRaf.

A los 15 días de realizada la sesión de entrenamiento se realizó la sesión individual, en la que cada panelista evaluó la intensidad percibida de cada descriptor definido volcando su percepción en escalas lineales de 10 cm, no estructuradas y ancladas en los extremos (1 y 9) (Figura 21). En el Anexo 2 se muestra la ficha a completar por cada evaluador. Esta misma evaluación se realizó de idéntica manera en la nueva producción de muffins.



Figura 21. Evaluación sensorial individual.

Todas las muestras se presentaron codificadas con números aleatorios de dígitos (Tabla 9) y a temperatura ambiente. Como limpiador de paladar se utilizó una masita con agua sin sal y agua, que se consumieron entre cada muestra (Figuras 22 y 23).

Tabla 9. Códigos de identificación para los muffins.

Fecha de evaluación	12/10/2021			18/10/2021		
Código	641	223	509	110	843	925
Concentracion de RS	20 %	30 %	40 %	20 %	30 %	40 %



Figura 22. Presentación de los muffins a los panelistas.



Figura 23. Panelista recibiendo las muestras a evaluar.

Los ensayos se realizaron bajo condiciones estandarizadas y en cabinas sensoriales adaptadas (Figura 24) a tal fin según la normativa internacional Normas ISO 8589:1998/IRAM 20003, ubicadas en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Nacional de Rafaela.



Figura 24. Cabinas de Evaluación Sensorial - Laboratorio de Alimentos - Universidad Nacional de Rafaela.

Para el análisis de los resultados, cada intensidad marcada se convirtió en un número escalar y se calculó el promedio y desviación estándar de cada descriptor para cada muestra. Se realizó ANOVA simple para ver si existían diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) entre las medias muestrales y en caso que hubiere diferencias se aplicó Test de Tukey para determinar entre cuáles medias muestrales existió diferencia ($P < 0,05$). Se utilizó el programa estadístico Statgraphics Plus versión 5.1 (Statistical Graphics Corp., USA) para realizar todas las pruebas estadísticas anteriormente mencionadas.

3.5 Análisis estadísticos de los resultados obtenidos

Mediante un diseño simple, se comprobó el efecto de un tratamiento (modificación de la proporción de residuo de quinoa junto con una variación en la proporción de harina agregada) sobre las diferentes variables de respuesta: humedad, proteínas totales, cenizas, recuento de mohos y levaduras y análisis sensoriales. Se replicó 3 veces cada ensayo con el fin de obtener resultados que permitieron ser analizados correctamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Residuo de quinoa

Se comprobó que la semilla de quinoa blanca, posee un alto rendimiento de residuo sólido cuando se elabora la bebida vegetal, siendo el valor obtenido entre el 97 y 98 %. La aplicación del protocolo de elaboración de la bebida, permite obtener un residuo libre de saponinas, lo que se pudo comprobar determinando la ausencia de sabor residual amargo al realizar la cata del mismo.

A partir de la cocción de 2 kg de semilla de quinoa blanca, se obtuvieron aproximadamente 4,05 kg de quinoa cocida. Posterior a la etapa de filtrado, se consiguió una cantidad de residuo sólido (Figura 25) de 3,97 kg, el cual se congeló fraccionado en porciones de un kilo, acondicionadas en bandejas plásticas; para los 970 g restantes se agregó una bandeja adicional. Dicha cantidad, fue suficiente para poder llevar a cabo todas las producciones correspondientes, ya que la cantidad calculada necesaria de residuo sólido fue de 2,7 kg.



Figura 25. RS de quinoa previo a la congelación.

A partir de los datos obtenidos anteriormente, se determinó la siguiente relación:

2 kg de semilla de quinoa cruda — 3.97 kg de residuo sólido quinoa

1 kg de semilla de quinoa cruda — $X = 1.985$ kg de residuo sólido quinoa

En conclusión, se obtienen 1.985 kg de residuo / kg de semilla de quinoa cruda.

Durante la producción de residuo sólido, se observó que el mismo contenía un elevado porcentaje de humedad. Por lo tanto, se decidió conservar sus propiedades mediante la congelación, evitando así su deterioro y prolongando su vida útil.

Se pudo comprobar que el proceso de congelado del residuo sólido resultó exitoso. El mismo, logró conservar todas las propiedades tecnológicas y sensoriales de la materia prima empleada, evitando su degradación y permitiendo su estandarización en cada una de las elaboraciones realizadas a lo largo de la investigación.

Por otra parte, una vez obtenido el residuo sólido y previo a su conservación por congelación, se realizó al mismo la determinación de humedad por duplicado. Los resultados obtenidos en tal ensayo, confirmaron un porcentaje de humedad elevado, por lo cual se pudo determinar que este residuo es altamente perecedero con un alto contenido de agua. En la Tabla 10 se pueden visualizar los resultados obtenidos.

Tabla 10. Valores de humedad del residuo sólido de quinoa.

Humedad (%)	Promedio (%)	Metodología
84.3	84.2	AOAC
84.1		

Se puede comparar el residuo de quinoa con el okara (residuo sólido) fresco de soja. Este último, posee un alto contenido de agua 80 %, por lo que es un producto perecedero. Para prolongar su conservación se pueden aplicar métodos de congelación o deshidratación (Heras-Mosquera, 2017).

Además, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, INTI (2015), menciona que el okara es un subproducto de los procesos de elaboración de bebida de soja, que se genera en grandes volúmenes que se desechan, provocando un gran impacto ambiental, ya que por su elevado contenido de humedad 80 %, tiende a fermentarse con facilidad. Siendo una fuente importante de proteína y fibra, el INTI propone aprovecharlo en el desarrollo de alimentos nutritivos como embutidos, pastas, harinas, entre otros.

También, se puede comparar la relación de residuo sólido obtenido / kg de grano crudo de ambos granos. Como se determinó anteriormente, se obtienen 1.985 kg de residuo de quinoa por cada kilogramo de semillas.

Para el caso de la soja, según Hernández González y Zapata Narváez (2008) al elaborar una bebida de soja, se obtiene una relación de que por cada kilogramo de grano que se procese se generan 1.2 kg de okara de soja con un porcentaje aproximado de un 80 %. En otro trabajo, cerca de 1.1 kg de okara fresco, base húmeda, es producido por el procesamiento de 1 kg de granos de soja más cantidades iguales de agua (Horno, 2011).

Por otro lado, según Heras Mosquera (2017) una empresa utiliza 500 kg de grano seco de soja por batch de trabajo y genera un total de 910 kg de okara con una humedad alrededor del 80 %. Es decir, que se obtiene una relación igual a 1.82 kg de okara / kg de grano seco.

En los dos primeros trabajos de investigación se obtiene un rendimiento de semilla seca aproximadamente similar entre ellos, pero muy diferente al que se obtuvo en el presente

trabajo. En el tercero, se obtiene una relación kg de okara / kg de grano seco de soja más cercana a la obtenida con la quinoa. Sin embargo, se puede resolver que con un kilogramo de quinoa se obtiene una mayor cantidad de residuo sólido con respecto al okara obtenido en la elaboración de la bebida de soja.

Además, se realizó la determinación del contenido de proteínas presentes en el residuo sólido. El resultado obtenido en el mismo se comparó con los valores arrojados en el análisis de la bebida de quinoa (Tabla 11).

Tabla 11. Comparación del contenido de proteínas presentes en el residuo y en la bebida de quinoa.

Matriz	Proteína BTC %	Metodología
Bebida de quinoa	1.00	Kjeldahl de referencia según norma AOAC, 1998 N° 976.05
Residuo de quinoa	3.14	

Se puede observar que, en el caso de la bebida, el porcentaje de proteínas obtenido es del 1,00 %, mientras que para el residuo es de 3,14 %, lo cual demuestra que las proteínas presentes en el grano de quinoa permanecen en mayoritariamente en el residuo.

En el trabajo de investigación de Pereira Ordóñez (2011), se obtuvo una bebida de quinoa que contenía un valor de 1,16 % de proteínas, similar al que se obtuvo durante el desarrollo de una bebida fermentada a base de quinoa, realizado en la Universidad Nacional de Rafaela en el año 2018.

Además, Pereira Ordoñez evaluó el contenido de proteína presente en la torta de quinoa resultante. Como resultado de la elaboración de la bebida de quinoa se obtuvo un subproducto que poseía en su composición 3,37 % de proteínas. Dicho valor, es comparable con el obtenido para el RS en la presente tesis, ya que ambos valores se encuentran entorno al 3 % de proteínas.

En el estudio de Buñay Coro (2015), se determinó que la semilla de soja presentó un valor más alto de proteína que el okara. Según este investigador, esto puede deberse a la localización de la proteína en la legumbre y al procesado. Realizando un paralelismo, algo similar podría suceder con la quinoa, ya que el grano posee un porcentaje aproximado de 14,49 % de proteínas, y al sumar el contenido de proteínas de la bebida y el residuo sólido se obtiene un valor igual a 4,14 %, claramente menor al contenido en el grano crudo.

Según Heras Mosquera (2017), en su trabajo de investigación informa que para el residuo sólido soja obtuvo un valor de proteína entre el 3,5 y 4,0 %. Benavides y Recalde (2007), determinaron que el okara contenía aproximadamente 3,5 % de su peso en proteínas. Estos datos recopilados permiten realizar una comparación entre el residuo de quinoa con el okara de soja fresco, concluyendo que ambos subproductos poseen valores similares en el contenido de proteínas, resultando aproximadamente en un valor de 3 %.

4.2 Ensayos preliminares

Durante los ensayos preliminares, en los cuales se trabajó con la formulación base de 30 % de residuo sólido de quinoa y 15 % de harina, se pudo observar que las mejores características sensoriales y tecnológicas se obtienen empleando harina de arroz. Se obtuvo un mejor leudado y una adecuada textura y sabor (Figura 26). En aquellos muffins en donde se utilizó harina de trigo, la masa quedó apelmazada y el tiempo de cocción fue más prolongado (10 minutos más que la otra formulación), presentando un aspecto crudo y poco agradable a la vista del consumidor (Figura 27).



Figura 26. Muffin con 30 % de RS utilizando harina de arroz.



Figura 27. Muffin con 30 % de RS utilizando harina de trigo.

No se pudo encontrar una relación entre el uso de harina de trigo y el impacto que tuvo la misma en la estructura apelmazada del muffin y su aspecto crudo, a pesar que este tipo de harina es el que normalmente se utiliza en la elaboración de productos de pastelería leudados químicamente.

En función de los resultados obtenidos, se seleccionó la formulación que utiliza harina de arroz. Se destaca que tal elección, permitiría además obtener un alimento libre de gluten y,

mediante una previa validación de la ausencia de este alérgeno, podría ser consumido por personas celíacas. En este trabajo, no se realizó dicho análisis, por lo tanto, no es posible rotular este alimento como “libre de gluten” o “Sin TACC”.

Con respecto a las combinaciones de sabores evaluadas (Figura 28), la combinación chocolate y naranja mostró ser el sabor más adecuado, ya que el cacao amargo otorgó un sabor intenso a chocolate que combinó perfectamente con el delicado sabor cítrico aportado por la naranja. El leudado fue correcto y el aspecto de la masa fue esponjoso y húmedo (Figura 29).



Figura 28. Muffins de ambos sabores (chocolate - naranja y limón - coco).



Figura 29. Muffin elaborado con cacao amargo, naranja y harina de arroz.

En el caso de la combinación coco y limón, el agregado de coco en escamas no permitió un buen leudado del muffin, ya que la cantidad que se debió agregar para conseguir el sabor característico generó una masa demasiado pesada, que resultó en una estructura apelmazada luego del horneado con aspecto a masa cruda (Figura 30).



Figura 30. Muffin elaborado con escamas de coco, limón y harina de arroz.

Por lo tanto, se seleccionó la combinación chocolate y naranja para proseguir con las posteriores producciones de muffins.

Cabe remarcar que, si bien se utilizó un horno eléctrico para proseguir con las diferentes elaboraciones, durante los ensayos preliminares se pudo comprobar que la utilización de un horno a gas o un horno eléctrico, configurados ambos a la misma temperatura, no generaba diferencias tecnológicas ni organolépticas en el producto final.

El tiempo y temperatura establecidos como adecuados para la cocción de los muffins elaborados fue de 35 minutos a 180 °C (Figura 31).



Figura 31. Cocción de muffins en horno eléctrico.

4.3 Diseño experimental

Se realizaron pruebas incorporando a la mezcla las siguientes proporciones de RS: 20, 25, 30, 35 y 40 % (Figura 32). Luego se compararon los muffins y se eligieron aquellas formulaciones que presentaron mayores diferencias respecto a la formulación base de 30 % RS.



Figura 32. Muffins elaborados con diferentes concentraciones de RS.

Las combinaciones seleccionadas para llevar a cabo el diseño experimental, fueron las correspondientes a 20 y 40 % de RS, ya que las mismas evidenciaron una marcada diferencia al compararlas sensorial y tecnológicamente con la formulación base (30 % RS).

Por otro lado, se descartaron aquellas concentraciones de residuo sólido de concentración 25 y 35 %, ya que se encontraron pocas diferencias tecnológicas y sensoriales con respecto a la concentración de 30 % de residuo de quinoa.

Finalmente, se realizaron las pruebas establecidas con las concentraciones de 20, 30 y 40 % de RS, evaluando el impacto resultante sobre las características de los muffins, al modificar las concentraciones de residuo sólido y harina agregadas. A medida que se incorporó mayor porcentaje de residuo sólido, se disminuyó la cantidad de harina de arroz agregada. Las combinaciones elegidas de residuo sólido - harina de arroz, se enuncian en la Tabla 12, en la cual se detallan las concentraciones correspondientes para cada materia prima empleada.

Tabla 12. Concentraciones de RS y harina de arroz en las formulaciones seleccionadas.

Formulación	Concentración de RS (%)	Concentración de harina (%)
A	20	25
B	30	15
C	40	5

En la Tabla 13 se enuncian las cantidades de los ingredientes utilizados en cada una de las formulaciones ensayadas, para cada 100 gramos de mezcla. Se puede observar que, en cada formulación, la combinación RS - harina de arroz representa el 45 % de la mezcla, mientras que la suma de los demás ingredientes resulta en un valor de 55 %.

Tabla 13. Composición de las formulaciones para cada concentración de RS ensayada.

Ingredientes (gr)	Concentración 20%	Concentración 30%	Concentración 40%
Residuo de quinoa	20.0	30.0	40.0
Aceite de girasol	7.5	7.5	7.5
Aquafaba	17.5	17.5	17.5
Harina arroz	25.0	15.0	5.0
Cacao amargo	6.0	6.0	6.0
Azúcar	17.5	17.5	17.5
Polvo de hornear	1.5	1.5	1.5
Bicarbonato de sodio	0.5	0.5	0.5
Jugo de naranja	3.5	3.5	3.5
Ralladura de naranja	1.0	1.0	1.0
Total	100.0	100.0	100.0

Finalizada la elaboración de los muffins y al realizar la observación visual (Figura 33), se pudo determinar que el muffin que contiene mayor concentración de harina de arroz y menor cantidad de RS (20 %), presentó aspecto esponjoso y leudado correcto. Aquel que contenía 30 % de RS leudó correctamente, pero menos que el de 20 % de RS, aunque mostró el mismo aspecto esponjoso. Por último, el muffin de 40 % de RS, resultó con una tonalidad más oscura, el leudado fue menor que en las concentraciones mencionadas anteriormente siendo menos esponjoso y presentando una masa que se desgrana fácilmente.



Figura 33. Muffins de concentración de 20, 30 y 40 % de RS (de arriba hacia abajo).

A partir de las formulaciones seleccionadas se realizaron 3 producciones obteniendo en cada una de ellas 20 muffins.

Se logró reproducir las mismas características organolépticas y tecnológicas en todos los muffins elaborados en cada producción.

4.4. Evaluación del producto final

4.4.1 Rendimiento del horneado

Previo a ser horneados, por cada muffin se pesó 50 g de masa cruda (Figura 34). Luego de la cocción y a la salida del horno, se procedió a enfriarlos hasta alcanzar la temperatura ambiente (20-25 °C) en toda su masa, posteriormente se pesaron registrándose los valores obtenidos (Figura 35).



Figura 34. Determinación del peso de los muffins previo al horneado.



Figura 35. Determinación de peso de los muffins luego del horneado.

Para cada producción se calculó el rendimiento de horneado (merma del producto) y con los resultados obtenidos se estimó un promedio para cada porcentaje de residuo sólido incorporado a la fórmula. Los valores resultantes se enuncian en la Tabla 14.

Tabla 14. Porcentaje de rendimiento de horneado.

Concentracion (%)	Producción 1 (%)	Producción 2 (%)	Producción 3 (%)	Promedio (%)
20	88	87	86.5	87.17
30	84	85	84	84.33
40	84	84	83.5	83.83

Se observa que a mayor concentración de residuo y menos concentración de harina, disminuye el rendimiento de horneado, es decir, que durante la cocción se pierde una mayor cantidad de masa a medida que aumentamos la proporción de residuo agregada. Se puede observar que para un 20 % de residuo se obtiene un rendimiento de 87.17 %, es decir que durante el horneado se pierde un 12.83 % de masa. Por otro lado, para el caso del 30 % de RS obtenemos una pérdida de masa de 15.67 % y, finalmente, para el 40 % de RS se pierde un 16.17 % de peso.

En un trabajo de investigación, se reemplazó parte de una mezcla de harinas libres de gluten en un 20 o 30 % (P20 y P30) por expeller de nuez de pecan (torta sólida obtenida luego de la producción de aceite). El rendimiento de horneado obtenido fue similar entre formulaciones, aunque ligeramente mayor para P20 (89,7 %). Esto se puede explicar por la gran capacidad de retención de agua del expeller, que minimizaría la pérdida de peso durante la cocción debido a la evaporación del agua. En líneas generales, cuando se agregan fibras vegetales a un producto alimenticio contribuyen a las propiedades de retención de agua (Acuña et al., 2019).

Comparando estas investigaciones con los resultados obtenidos en el presente trabajo, podría decirse que en aquellos muffins que contienen una mayor cantidad de harina de arroz (20 % RS - 25 % Harina de arroz), se generó una mayor retención de agua que resultó en una menor pérdida de masa durante el horneado. Cabe destacar que, la harina de arroz posee una marcada capacidad de absorción de agua, tiene la capacidad de absorber y retener 8 litros de agua por kilogramo de harina cuando alcanza la temperatura de 74 °C (gelificación).

Por otro lado, aquellos que contienen 30 y 40 % RS, obtuvieron valores menores y similares de rendimiento de horneado, pudiendo concluir que el residuo de quinoa al contener un elevado contenido de agua (84,2 %) no cumple con la misma función de absorción y retención de agua comparado con la harina. Por lo tanto, dicha cantidad de agua que no es retenida en el muffin, se encuentra libre para evaporarse durante la cocción del alimento generando una pérdida de masa que se ve reflejada en el valor del rendimiento de horneado.

Sin embargo, una vez analizados estadísticamente los resultados (Tabla 15), se observó que sólo existen diferencias significativas entre la concentración de residuo de 20 % y la de 40 %, lo que significa, que existe una diferencia en el rendimiento de horneado entre ambos grupos, siendo mayor el de 20 %, indicando que se pierde una menor cantidad de masa durante la cocción de este muffin. En el Anexo 4, se puede observar el diagrama Box Plot resultante para los valores obtenidos de rendimiento de horneado.

Tabla 15. Análisis estadístico de los resultados obtenidos para rendimiento de horneado.

Concentración	Rendimiento (mediana)	Desvío Estándar	<i>P</i>
20%	87 % a	0.764	0.039
30%	84 % a,b	0.577	
40%	84 % b	0.289	

En la tabla, letras diferentes indican diferencias significativas entre grupos de muestras. Si analizamos con más detalle, entre la concentración de 20 % y 30 %, así como entre la de 30 % y 40 %, el programa estadístico no encontró diferencias entre los rendimientos de horneado de estos grupos.

En este caso, ya que la distribución de las muestras no fue normal, se debió realizar un ensayo de Kruskal-Wallis para poder analizar estadísticamente y de forma correcta los resultados obtenidos.

4.4.2 Determinación de pérdida de peso

A continuación, en la Tabla 16 se enuncian los pesos de los muffins para las diferentes concentraciones de residuo sólido a lo largo de 5 días. Paralelamente, se evaluó la aparición de mohos en la superficie de los muffins.

Tabla 16. Determinación de la pérdida de peso de los muffins y evaluación de presencia de mohos.

Concentración 20 % de RS						
Peso (g) / Días	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Producción 1	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g	45 g
Producción 2	44 g	44 g	44 g	44 g	44 g	44 g
Producción 3	43 g	43 g	43 g	43 g	43 g	43 g
Concentración 30 % de RS						
Peso (g) / Días	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Producción 1	42 g	42 g	42 g	42 g	42 g	42 g (hongos)
Producción 2	43 g	43 g	43 g	43 g	43 g	43 g
Producción 3	41 g	41 g	41 g	41 g	41 g	41 g
Concentración 40 % de RS						
Peso (g) / Días	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Producción 1	41 g	41 g	41 g	41 g	41 g (hongos)	41 g (hongos)
Producción 2	42 g	42 g	42 g	42 g	42 g	42 g (hongos)
Producción 3	41 g	41 g	41 g	41 g	41 g	41 g (hongos)

Según Beltrán Orozco et al. (2007), el empaqueo de las mantecadas bajas en grasa en bolsas de polipropileno (PP) fue el que mantuvo las características iniciales de estas mantecadas durante un mayor tiempo. Las menores pérdidas de peso se registraron en el empaque con bolsa de PP debido a la menor permeabilidad del polipropileno al vapor de agua, lo cual permite que el producto empacado tenga una menor deshidratación en el mismo tiempo bajo las mismas condiciones de almacenamiento.

Por otro lado, en otro trabajo de investigación, los cupcakes fueron empacados en bolsas de polipropileno de alta densidad, polietileno de alta densidad y PET, las bolsas fueron selladas herméticamente. Se pudo observar que los cupcakes envasados en bolsas PET, fueron los que obtuvieron mayor pérdida de peso, puesto que perdieron peso más rápido en comparación con las bolsas de Polietileno y también las de Polipropileno. Para la variable peso, se estableció mediante un ANOVA, que sí existen diferencias significativas entre los envases, pero no existen diferencias significativas entre los pesos a diferentes días de un mismo envase. Además, se determinó que el mejor envase para cupcakes fueron las bolsas de polipropileno, ya que fueron las que mejor conservaron las características de los mismos (humedad, color, sabor y textura) (Arteaga-Sáez y Silva-Rufino, 2015).

Se pudo determinar en base a lo observado en la Tabla 16, que, a lo largo del período de almacenamiento establecido, todos los muffins producidos y envasados no sufrieron pérdida de peso.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, la razón por la cual no se produjeron pérdidas de peso durante el tiempo de almacenamiento (estipulado en 5 días), se podría deber al tipo de cierre aplicado a la bolsa de polipropileno empleada y al hecho de que la misma cumplió con la función de barrera alimento/ambiente.

Por otro lado, se observó la presencia de mohos a los 4 y 5 días de almacenamiento en ciertas producciones de muffins. Se puede observar su aparición en las Figuras 36, 37, 38, 39 y 40.



Figura 36. Muffin con 30 % de RS al quinto día de elaboración.



Figura 37. Muffin de 40 % de RS al cuarto día de elaboración (1ª producción).



Figura 38. Muffin de 40 % de RS al quinto día de elaboración (1ª producción).



Figura 39. Muffin de 40% de RS al quinto día de elaboración (2° producción).



Figura 40. Muffin de 40 % de RS a1 quinto día de elaboración (3° producción).

La cantidad de agua en productos panificados, es un factor crítico para el crecimiento de hongos, aunque también hay que tener en cuenta que los productos envasados aún calientes, así como, las altas temperaturas en el ambiente y el grado de contaminación ambiental facilitan el enmohecimiento de los productos de pastelería (Valverde-Armas, 2020).

En este caso, la presencia de hongos se observó en los muffins que en su formulación contienen 30 y 40 % de RS. A su vez, estos son los que presentaron los mayores valores de contenido de humedad, por lo tanto, se concluye que, a mayor concentración de residuo sólido, mayor contenido de humedad, lo que favorece el crecimiento de mohos en la superficie del producto.

Los productos panificados son altamente perecederos y presentan cambios en el sabor, pérdida de humedad y endurecimiento. Además, son afectados a nivel microbiológico por hongos y bacterias; y a menor escala por levaduras (Bermúdez-González, 2017).

Los productos panificados se consideran comercialmente estériles una vez salidos del horneado debido al efecto de las altas temperaturas en la inactivación y eliminación de microorganismos, sin embargo, su posterior manipulación permite la recontaminación por hongos, comúnmente, del género *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp. La proliferación de éstos afecta las características sensoriales, pero además se da la producción de una toxina por parte del *Aspergillus* (aflatoxina); la cual es nociva para la salud humana ya que es considerada como un cancerígeno potencial (Bermúdez-González, 2017).

Por lo anterior muchas técnicas se han desarrollado para preservar la vida de anaquel y prevenir el deterioro por hongos y bacterias en productos de panificación. La industria de alimentos ha invertido en investigaciones para asegurar la inocuidad utilizando nuevas tecnologías como lo es el uso de conservantes. El principal propósito del uso de conservantes es aumentar la estabilidad del alimento, sin alterar la naturaleza del mismo. Dentro de los aditivos con fines de conservación se encuentran sales propiónicas, sórbicas y ascórbicas (Bermúdez-González, 2017).

Una posible solución al crecimiento de hongos en dichos muffins, es la utilización de algún tipo de conservante nombrado anteriormente. En este trabajo, al pretender formular un alimento con el mínimo de procesamiento evitando además el uso de aditivos, no se contempló el uso de conservantes destinados a prolongar la vida útil del producto evitando o retrasando así la aparición de mohos.

Según Bermúdez González, la adición de propionato de calcio y del sorbato de potasio aumentó la vida de anaquel de la torta de naranja. Ésta sin conservantes tiene una vida de anaquel de 6 días y la adición de conservantes de la investigación ampliaron la vida de anaquel a 12 días. Demostrando que ambos conservantes tienen una acción antimicrobiana efectiva. Similares resultados reportados por Sivasankaran et al. (2014), donde productos panificados con alta humedad cuya vida de anaquel es de 2 días, a través de la adición de propionato de calcio puede alcanzar una vida de anaquel de 4 días.

Por otro lado, según Bartolozzo (2015) los muffins son productos panificados batidos caracterizados por su masa liviana y esponjosa con alto contenido de humedad, lo que hace que tengan una vida útil inferior a la de las galletitas industriales. Una película comestible puede ser una alternativa tecnológica efectiva para aumentar su vida útil y mantener su calidad.

4.4.3 Análisis microbiológicos

En cuanto al recuento de mohos y levaduras realizado a los muffins, no se encontraron niveles detectables de los mismos dentro de las 24 hs de producido el alimento en ninguna de las producciones, por lo tanto, no existen diferencias significativas entre muffins de diferente

concentración de residuo sólido ni entre producciones. Además, se considera un indicador de que los muffins fueron elaborados respetando las condiciones de higiene aplicadas en cada punto del proceso productivo y en cada utensilio y equipo utilizado. En las Figuras 41, 42 y 43 se pueden observar las placas de petri sembradas con muestra de cada producción y formulación de muffins.

Como se mencionó en el apartado anterior, los productos horneados se consideran libres de microorganismos una vez sacados del horno, por lo tanto, al ser analizados a las 24 hs de elaborados, los muffins aún continuaban con un bajo o nulo recuento de mohos y levaduras como para ser detectado mediante el análisis llevado a cabo. Durante los 5 días posteriores a la elaboración, se generaron las condiciones necesarias de humedad y temperatura dentro de la bolsa de polipropileno como para que, en aquellas concentraciones de mayor contenido de RS y mayor humedad, se observe la presencia de mohos en su superficie.

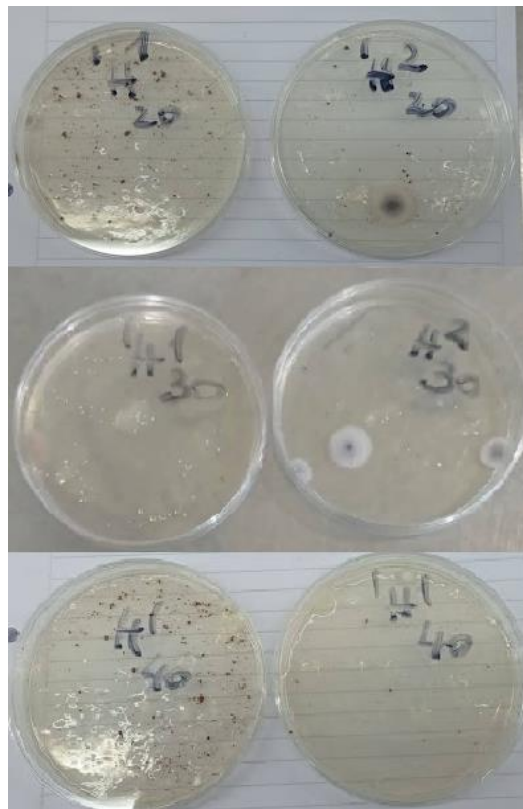


Figura 41. Recuento de mohos y levaduras (1° producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C).

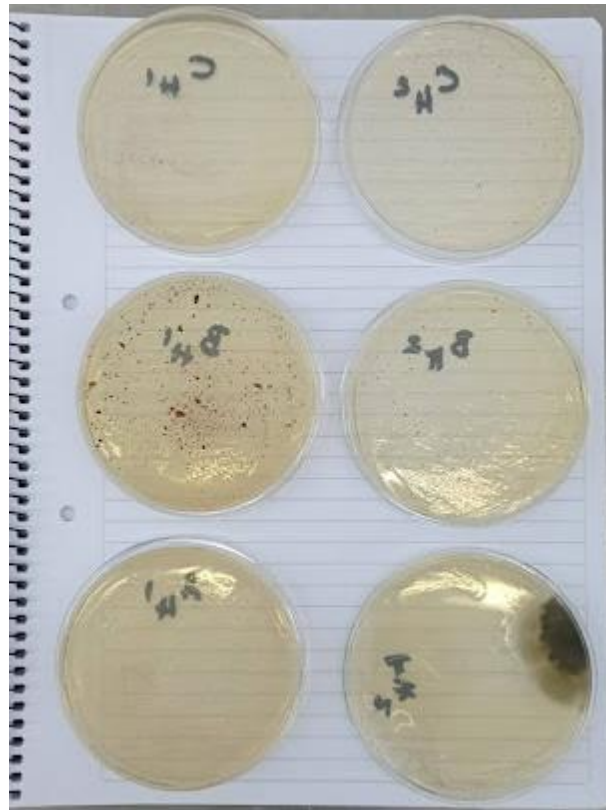


Figura 42. Recuento de mohos y levaduras (2° producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C).

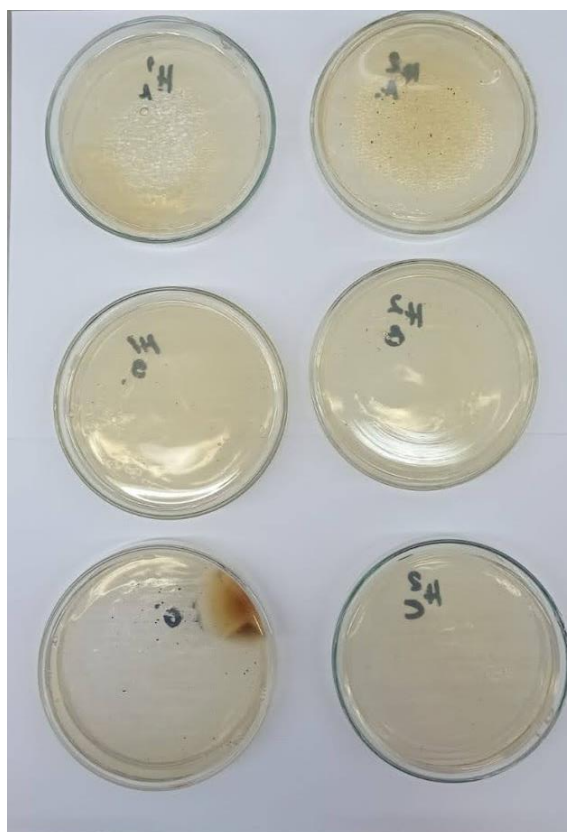


Figura 43. Recuento de mohos y levaduras (3^o producción), de abajo hacia arriba: 20 % RS (A), 30 % RS (B) y 40 % RS (C).

4.4.4 Análisis fisicoquímicos

Debido a que la distribución de las muestras fue normal para cada una de las determinaciones realizadas, las muestras pudieron analizarse estadísticamente llevando a cabo un ANOVA simple. Los resultados arrojados por el programa se detallan en la Tabla 17. En el Anexo 4, se pueden observar los gráficos Box Plot resultantes para cada uno de los parámetros analizados.

Tabla 17. Análisis estadístico resultante para las diferentes determinaciones fisicoquímicas.

Concentración	Proteína BS (media)	Desvío Estándar	<i>P</i>
20%	6.76 %	0.339	0.353
30%	7.86 %	1.707	
40%	8.07 %	0.740	
Concentración	Proteína BTC (media)	Desvío Estándar	<i>P</i>
20%	4.75 %	0.385	0.823
30%	5.05 %	1.328	
40%	4.64 %	0.338	
Concentración	Ceniza (media)	Desvío Estándar	<i>P</i>
20%	1.94 %	0.367	0.970
30%	1.96 %	0.393	
40%	2.03 %	0.614	
Concentración	Humedad (media)	Desvío Estándar	<i>P</i>
20%	29.47 % a	1.360	0.001
30%	36.41 % b	3.042	
40%	44.02 % c	2.443	

Letras diferentes (a, b y c) ubicadas junto a la media establecida para cada una de las concentraciones, indican diferencias estadísticamente significativas entre las muestras.

Examinando los datos contenidos en la tabla, se puede determinar que la determinación de humedad fue el único ensayo fisicoquímico, de los realizados al conjunto de muestras, en el cual se obtuvieron diferencias significativas entre las muestras analizadas. Esto se puede confirmar gracias a que el *P* resultante es $< 0,05$, lo que significa que los valores de humedad obtenidos para los muffins, es diferente para cada una de las concentraciones de residuo sólido utilizada.

La principal razón por la cual podría atribuirse esta diferencia entre las muestras, es la correlación con la cantidad de residuo sólido de quinoa agregado a cada formulación, ya que el mismo posee un elevado valor de humedad (84,2 %). Es importante resaltar que al RS no se le realizó un proceso de secado previo, por lo tanto, el aporte de humedad al producto es importante. Se pudo comprobar que la concentración de residuo de quinoa de 40 % fue la que aportó mayor humedad al producto, siendo la concentración de 20 % la que menos humedad le confirió al muffin. Por otra parte, a medida que se incorporó una mayor concentración de RS, se disminuyó la cantidad de harina de arroz agregada, con lo cual es razonable que a menor proporción de harina en el producto terminado haya mayor humedad.

Se reportaron resultados similares en el trabajo de Benavides y Recalde (2007), evidenciando

diferencias significativas entre muestras ($P < 0,05$). Siendo que las galletas elaboradas con 30 y 35 % de okara de soja presentaron un mayor porcentaje de humedad, obteniendo un producto más suave. Mientras que, las galletas que presentaron menor porcentaje de humedad fueron las que contenían menor dosis de okara de soja en su formulación, la cual representaba un 20 y 25 % y se obtuvo un producto muy duro. Por ende, los mejores tratamientos son los que tienen una humedad intermedia porque presentan mejores características.

Lo mismo se observó en el trabajo de investigación realizado por Buñay Coro (2015). En el mismo se reporta que el contenido de humedad en las galletas integrales presentó diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,01$), reportando que el tratamiento con 30 % de okara fresco obtuvo un valor medio de 4,41 % y el valor más bajo es de 3,56 % para el tratamiento testigo. Esto se debe a que la humedad del okara es del 80 %, por lo tanto, al aumentar los niveles del mismo en la formulación, el producto final presentará un mayor contenido de humedad.

Al analizar los resultados obtenidos para la determinación de proteínas y cenizas, no se encontraron diferencias significativas entre las muestras analizadas, es decir, que la cantidad agregada de residuo sólido de quinoa parece no influir en la composición de las formulaciones.

Según lo estudiado por Romero (2004), durante la elaboración de galletas adicionadas con cascarilla de orujo de uva, se reportaron resultados semejantes en el contenido de proteína entre las diferentes concentraciones de adición de cascarilla. No se encontraron diferencias significativas entre los valores obtenidos, lo cual se debe a que tanto la harina de trigo como la cascarilla de uva presentaron contenidos de proteína similares, por lo que la sustitución de un ingrediente por el otro no modifica el contenido final de la galleta.

A su vez, Buñay Coro (2015) al analizar el contenido medio de proteína de las galletas integrales en base a okara fresco y miel de caña, no reportó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, demostrando que los niveles de okara utilizado en la elaboración de las galletas integrales no influye sobre el contenido de proteína.

Al igual que en los estudios anteriormente mencionados, se puede deducir que no se encuentran diferencias significativas en el contenido de proteínas de los muffins con distintas concentraciones de RS, es decir, que, si bien el residuo aporta proteína al producto, se esperaba que, a mayor concentración de residuo, mayor aporte de proteínas.

Esto puede deberse a que la proteína no proviene solamente del residuo de quinoa, sino que también de la harina de arroz. Por lo tanto, la modificación en la concentración de estos dos ingredientes, no impacta en el contenido total de proteínas del muffin, determinando que el reemplazo de harina de arroz por residuo de quinoa, no produce variaciones en la concentración de dicho nutriente.

Por otro lado, se comparó el contenido de proteínas del muffin de 30 % de RS y 15 % de harina de arroz con los muffins marca “Valente” de chocolate y dulce de leche y marmolados que se encuentran disponibles a la venta en el mercado. A partir de esta comparación, se pudo observar en la tabla de información nutricional de dichos muffins, que la variedad de chocolate y dulce de leche aporta 6 % de proteínas, mientras que, la variedad marmolada aporta 5,30 %. De acuerdo a lo realizado en el presente trabajo se determinó que la media obtenida para el porcentaje de proteínas en base tal cual fue igual al 5,05 %, con lo cual se concluye que los ingredientes seleccionados aportan un porcentaje de proteínas al producto final que sin embargo no se equiparan al valor de proteínas declarado en los muffins industriales relevados.

En cuanto a los resultados de los análisis de cenizas en el estudio de Buñay Coro (2015), también se evidenció, que los valores medios de la ceniza en las galletas integrales en los diferentes tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, sin embargo, existen diferencias numéricas, teniendo valores con mayor porcentaje de ceniza en el último tratamiento (30 %) con 1,65 % y considerando como valor bajo al tratamiento (0 %) valor medio 1,49 %.

Los valores de cenizas observados en la Tabla 17, muestran un pequeño aumento entre las distintas concentraciones de RS al aumentar su concentración, en donde el valor más bajo es 1,94 % para el muffin con 20 % de RS y el más alto es de 2,05 % en el muffin de 40 % de RS.

4.4.5 Análisis sensoriales

En la Tabla 18, se pueden observar los resultados obtenidos luego de analizar estadísticamente todos los datos brindados por los evaluadores del panel sensorial para cada uno de los descriptores y para cada muffin de diferente concentración. Aquellas columnas que contienen letras diferentes (a, b y c), significa que entre los valores resultantes para ese descriptor existen diferencias estadísticamente significativas. En el Anexo 3, se encuentran las tablas con el análisis estadístico de ANOVA realizado para cada descriptor individualmente.

Al analizar los datos, existen diferencias significativas para todos los descriptores evaluados en cada muffin, excepto para flavor residual y sabor cítrico. Lo que significa que, en estos últimos dos descriptores, los evaluadores no encontraron ninguna diferencia entre cada muffin de diferente concentración, por lo tanto, en todos los casos se perciben de la misma manera e intensidad.

Al contrario, para los siete descriptores restantes, sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas al degustar cada uno de los correspondientes muffins. Aquel que posee 30 % de residuo, siempre fue ubicado como punto medio entre las otras dos concentraciones, lo que se puede observar con claridad en el gráfico (Figura 44).

Para el caso de olor a semilla, color a chocolate en la superficie, humedad en la superficie y cohesividad en boca, los valores más elevados se le asignaron al muffin con un 40 % de RS, encontrándose diferencias significativas con respecto a los otros dos muffins, que los valores más bajos los obtuvo el de 20 % y los intermedios el de 30 %. Lo cual significa, que la intensidad de todos estos descriptores se ve aumentada a medida que se incrementa la cantidad de residuo y se disminuye la concentración de harina.

Por otro lado, el muffin con 20 % de concentración de residuo de quinoa, obtuvo los valores más altos para los siguientes descriptores: presencia de grietas en la superficie, intensidad de leudado y masticabilidad. El muffin de 40 % de RS, obtuvo los valores más bajos para estos descriptores. En este caso, al evaluar tales descriptores también se encontraron diferencias significativas entre los tres muffins. En conclusión, a menor contenido de residuo, aumenta la intensidad y percepción de los descriptores nombrados.

Tabla 18. Análisis estadístico de los resultados de los análisis sensoriales de los muffins.

MUESTRAS	DESCRPTORES								
	OLOR A SEMILLA	PRESENCIA GRIETAS EN LA SUPERFICIE	COLOR CHOCOLATE EN LA SUPERFICIE	INTENSIDAD DE LEUDADO	HUMEDAD EN LA SUPERFICIE	MASTICABILIDAD	COHESIVIDAD EN BOCA	SABOR CÍTRICO	FLAVOR RESIDUAL (cáscara de naranja)
20	3,8 ± 1,2 a	6,9 ± 1,1 c	5,7 ± 1,2 a	6,1 ± 1,1 c	3,5 ± 1,6 a	7,8 ± 1,2 c	2,8 ± 1,2 a	3,6 ± 1,2	5,1 ± 1,3
30	5,7 ± 1,5 b	3,2 ± 1,0 b	6,5 ± 0,8 b	4,3 ± 1,0 b	4,8 ± 1,2 b	5,8 ± 1,0 b	4,7 ± 1,1 b	3,8 ± 0,9	4,9 ± 1,2
40	6,8 ± 1,2 c	1,5 ± 0,5 a	8,0 ± 0,8 c	1,9 ± 0,7 a	7,5 ± 1,1 c	4,1 ± 1,1 a	7,6 ± 1,2 c	3,4 ± 1,4	4,2 ± 1,6
Valor p	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,5283	0,1414

a,b,c Letras diferentes en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas entre muestras para un mismo descriptor (p < 0,05).

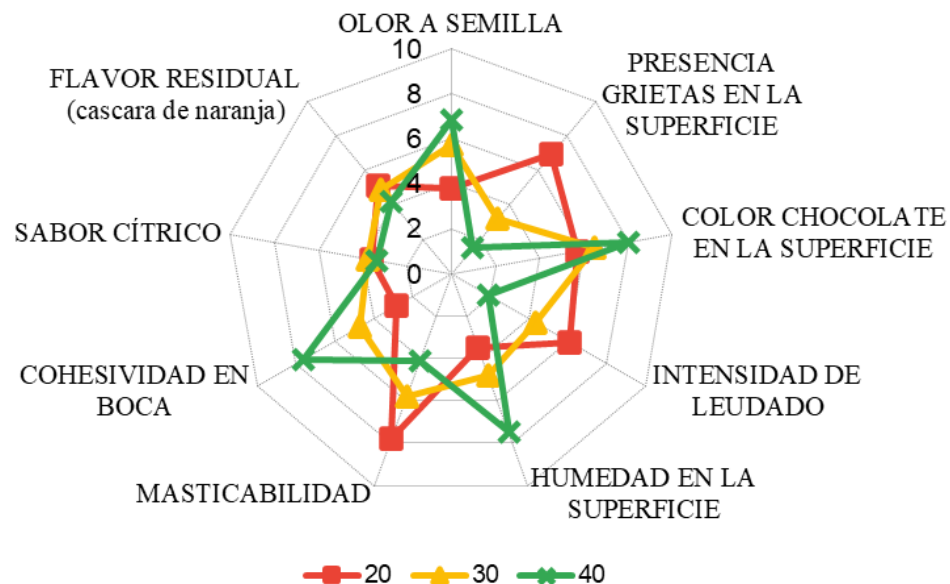


Figura 44. Gráfico de araña de los valores estadísticos obtenidos para cada descriptor.

Al analizar con mayor detalle, los datos obtenidos durante la evaluación sensorial de los muffins, se obtuvieron los siguientes resultados para cada descriptor establecido:

- **OLOR A SEMILLA.** Se observa que a mayor concentración de residuo (40 %), se obtiene una mayor intensidad de olor a semilla en el producto.
- **PRESENCIA DE GRIETAS EN LA SUPERFICIE.** A menor concentración de residuo húmedo (20 %) y mayor concentración de harina de arroz (25 %), el muffin resulta más seco, por lo tanto, se genera una mayor cantidad de grietas en el producto terminado. En la Figura 45 se pueden observar las diferentes superficies y la presencia de grietas en los muffins con diferentes concentraciones de RS.



Figura 45. Apariencia de la superficie de los muffins (de izquierda a derecha: 20, 30 y 40 % de RS).

- **COLOR CHOCOLATE EN LA SUPERFICIE.** Para la intensidad de color chocolate en la superficie, el valor más alto lo obtuvo el muffin con mayor cantidad de residuo de quinoa (40 %). A mayor concentración de residuo sólido, mayor intensidad de color a chocolate en la superficie del alimento.
- **INTENSIDAD DE LEUDADO.** El muffin que más leudó fue el de menor concentración de residuo sólido (20 % RS). Mientras que, el muffin con 40 % de residuo leudó menos, siendo fácilmente detectado por los evaluadores. Por lo cual se determinó, que a medida que la mezcla contiene más RS, se torna más húmeda y dificulta el leudado
- **HUMEDAD EN LA SUPERFICIE.** Este descriptor puede relacionarse con los resultados obtenidos en la determinación de humedad para cada uno de los muffins. Aquel muffin con menor contenido de humedad (29,47 %) y 20 % RS, mostró los valores más bajos en la escala para este descriptor mientras que el muffin de 40 % RS y 44,02 % de humedad evidenció los valores más elevados para este descriptor. Cuanta más humedad presentó la mezcla, más humedad se percibió en la superficie del muffin luego del horneado. Por lo tanto, a mayor cantidad de residuo sólido agregado y menor cantidad de harina de arroz incorporada, se registrará mayor humedad en el producto final.

- **MASTICABILIDAD.** El muffin de 20 % de RS obtuvo los valores más altos, por lo tanto, se puede deducir que, un producto más seco requiere un mayor número de masticaciones para poder consumirlo. Por lo tanto, si disminuimos la concentración de residuo y aumentamos la de harina de arroz, disminuye la humedad del muffin y, a su vez, aumentan el número de masticaciones necesarias.
- **COHESIVIDAD EN BOCA.** Los valores más altos fueron asignados para el muffin de 40 % de residuo. Se podría decir que, a mayor contenido de humedad, el muffin se vuelve más cohesivo en boca.

Dada la escasa información disponible en la bibliografía relevada acerca de muffins elaborados con residuos similares al utilizado, no fue posible comparar los resultados obtenidos en los ensayos sensoriales. En los trabajos de investigación revisados, se muestran resultados de pruebas afectivas o de aceptabilidad, las cuales no brindan información suficiente para correlacionar con los descriptores evaluados en el presente trabajo.

Se esperaba que el muffin con mayor aceptación contenga una baja intensidad de olor a semilla, pero no nula ya que el residuo aporta principalmente este aroma característico. Además, se esperaba baja o nula presencia de grietas en la superficie, ya que generalmente estas se ven asociadas a un producto seco y con baja concentración de humedad, un intenso color a chocolate en la superficie y un leudado correcto con valores de intensidad elevados.

Por otro lado, en cuanto a la percepción de humedad en la superficie, masticabilidad y a cohesividad, se deseaban obtener valores intermedios, ubicados en el centro de la escala (la cual comprende valores de 1 a 9), ya que estos descriptores se asocian a la humedad contenida en el interior del muffin. Valores elevados serían indeseables debido a que el muffin se pegaría demasiado en boca y en manos al consumirlo, asimismo, valores bajos también ya que el muffin sería muy seco.

Para el caso de flavor residual, su presencia en exceso era indeseable, por lo tanto, se buscaban valores bajos en intensidad, y para sabor a cítrico sabores elevados que representen el sabor a naranja buscado en el producto.

5. CONCLUSIONES

Con el desarrollo del presente trabajo de tesis, se intentó agregar valor a un producto clásico de pastelería como es el muffin. Para ello, se partió de la utilización de una materia prima no tradicional como lo es la quinoa, utilizando como ingrediente el residuo sólido remanente de la elaboración de la bebida vegetal. Además, se utilizó harina de arroz, la cual proviene de un cereal cultivado en la región, y como se reemplazó el huevo por el aquafaba, el producto obtenido puede ser consumido por la población vegana.

El producto de panadería obtenido, se puede definir como una masa leudada químicamente en el Capítulo IX “Alimentos Farináceos - Cereales, Harinas y Derivados” del CAA en su Artículo 765. En el mismo se establece que “En general, los diversos productos de panadería y pastelería deberán venderse con denominaciones que expresen de una manera clara su naturaleza, considerándose como falsificados los que ofrezcan una composición distinta de las que hagan suponer aquellas, si no se previene al comprador en forma que no dé lugar a ninguna duda acerca de su naturaleza.”

Artículo 765 bis — (Resolución Conjunta SPRyRS N° 31/2003 y SAGPYA N° 286/2003) Los productos de repostería con leudante químico, con o sin relleno, recubiertos o no (incluye bizcochuelos, tortas, budines y otras masas de repostería con leudante químico) podrán ser adicionados con los aditivos en las condiciones que se detallan en dicho artículo.

En este trabajo, se evaluó la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de los muffins elaborados con diferentes concentraciones de residuo sólido (20, 30 y 40 %) y harina de arroz (25, 15 y 5 %), se obteniéndose las siguientes conclusiones:

- La quinoa blanca posee un alto rendimiento (97-98 %) al ser utilizada en la elaboración de una bebida de quinoa, lo cual indica que si se parte de 500 g de quinoa cocida se obtienen entre 485 y 490 gramos de residuo sólido de quinoa.
- Se recuperó y reutilizó el subproducto proveniente del proceso de elaboración de otro alimento (bebida vegetal), evitando así el descarte de un residuo sólido de alto valor biológico.
- Comparando el grano de soja con la semilla de quinoa, se obtiene mayor cantidad de residuo con esta última partiendo de un kilo de semilla/grano seco.
- El método de congelación resultó una buena alternativa para conservar correctamente las características sensoriales y nutricionales del residuo de quinoa.
- El residuo sólido de quinoa posee 84,2 % de humedad y 3,14 % de proteínas, valores similares a los encontrados para el okara de soja.
- No es posible extraer por completo el contenido de proteínas presente en el grano crudo durante la elaboración de una bebida de quinoa, pero dicho nutriente permanece en mayor proporción en el residuo sólido, ya que para la bebida de quinoa se obtuvo un valor de proteína del 1 %.
- Las mejores características sensoriales y tecnológicas se obtienen empleando harina de arroz. Además, es una buena opción para la elaboración de los muffins ya que se adapta a cualquier dieta, incluyendo aquellas libres de gluten.

- Como saborizante la mejor combinación resultó ser la de cacao amargo y naranja.
- La cocción de los muffins puede llevarse a cabo tanto en horno a gas como eléctrico, ya que no se presentan diferencias sensoriales y tecnológicas en el producto final obtenido.
- El tiempo y la temperatura de cocción adecuados fueron 35 minutos a 180°C.
- El mayor rendimiento de horneado se obtuvo con la formulación de 20 % de RS, lo que significa que fue el que menos peso perdió durante la cocción.
- Ninguna formulación perdió peso durante los 5 días de almacenamiento, aunque ciertas producciones de 30 y 40 % de RS, debido a su mayor contenido de humedad, presentaron crecimiento de moho en la superficie del muffin a los 4 y 5 días desde su elaboración.
- En cuanto a los análisis microbiológicos, no se encontraron niveles detectables de mohos y levaduras dentro de las 24 hs de producido el alimento, en ninguna de las tres producciones realizadas.
- En el análisis estadístico de resultados no se detectaron diferencias significativas en cuanto al contenido de proteína y ceniza entre las muestras analizadas, pero sí existen pequeñas variaciones entre los valores obtenidos de cada concentración.
- Por otro lado, sí se encontraron diferencias significativas al analizar estadísticamente los valores de humedad obtenidos para cada muffin. A mayor concentración de RS y menor concentración de harina de arroz, mayor humedad en el producto final.
- Se puede deducir que, el muffin que mayor aceptación tuvo en cuanto a los resultados obtenidos para las características descriptivas sensoriales analizadas, fue el de 30 % de RS y 15 % de harina de arroz, sería coherente ya que es la concentración intermedia.
- Es lógico que no se hayan encontrado diferencias significativas en el descriptor de sabor cítrico, ya que la cantidad agregada de jugo y ralladura de naranja se mantuvo constante en las tres formulaciones.
- Ya que ninguno de los muffins elaborados satisface con todos los valores deseados para los descriptores establecidos, se podría determinar que el muffin con 30 % de RS y 15 % de harina de arroz, fue aquel que consiguió la formulación más equilibrada, ya que sensorialmente ninguno de sus descriptores tuvo un valor ni muy elevado ni muy bajo, sino que se mantuvo en el medio de las otras dos formulaciones. Además, mediante su formulación es posible aprovechar una importante cantidad de residuo de quinoa, evitando su desecho.
- El muffin de 30 % de RS fue el que obtuvo un valor de proteínas en base tal cual un poco más elevado 5,05 %, en relación a las otras dos formulaciones que obtuvieron 4,75 % (20 % RS) y 4,64 % (40 % RS), a pesar de que no se hayan encontrado diferencias significativas entre los mismos.
- En cuanto al aporte de proteínas, se verificó que a pesar de que los ingredientes seleccionados aportan una cierta cantidad de proteínas al producto final, no alcanzan el porcentaje de proteínas aportado por los muffins comerciales. Sin embargo, teniendo en cuenta que el muffin se elaboró con ingredientes de origen vegetal, se puede concluir que el aporte proteico no difiere en grandes porcentajes a los valores

encontrados en muffins comerciales, los cuales se elaboran principalmente con ingredientes de origen animal de alto contenido proteico.

- Se logró obtener, de manera adecuada, un producto a escala laboratorio sin la incorporación de aditivos, con lo cual, se debería evaluar este aspecto si se pretende obtener un producto con una vida útil prolongada.

6. RECOMENDACIONES

De este trabajo de investigación, surgen ciertas recomendaciones que podrían tenerse en cuenta si se deseara profundizar el desarrollo de este tipo de producto:

- Una opción viable para alargar el tiempo de anaquel del muffin sería evaluar la incorporación de conservantes, como sales propiónicas, sórbicas y ascórbicas (propionato de calcio, sorbato de potasio), que impidan el crecimiento de mohos en el producto.
- Utilizar el residuo seco en vez del residuo húmedo, ya que en varios trabajos de investigación se reporta que, al reducir el contenido de agua de dicho ingrediente, se concentran nutrientes como por ejemplo las proteínas y fibra. Esta opción permitiría utilizar una mayor cantidad de residuo en el alimento, lo cual le otorgaría al producto una mayor cantidad de nutrientes. Sin embargo, se debería evaluar el costo del tratamiento a aplicar al residuo para lograr la deshidratación.
- Realizar un perfil nutricional completo del muffin, determinando cantidad de carbohidratos, fibra alimentaria, valor energético, azúcares, grasas, vitaminas y minerales, que normalmente se encuentran presentes en dicho alimento.
- Realizar un seguimiento y establecimiento de la vida útil del alimento.
- Llevar a cabo un perfil nutricional de los aminoácidos presentes en el residuo sólido de quinoa, para determinar cuáles quedan en él y qué aporte realiza de los mismos a la dieta.
- Promover trabajos de investigación acerca del empleo del okara de quinoa, con el fin de encontrar potenciales usos para la alimentación humana, ya que se trata de una materia prima que, aunque es milenaria, su uso aún no está difundido.
- Se sugiere diseñar la formulación de otros productos alimenticios utilizando como materia prima la okara en estado fresco y seco, como por ejemplo galletas, tortas y panes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, M. S., Marchetti, L., Andrés, S. C., Califano, A. N. (2019). *Aprovechamiento del expeller de nuez de pecán en muffins libre de gluten*. Recuperado de: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/121518/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=v
- Alsaman, F. B., Tulbek, M., Nickerson, M., Ramaswamy, H. S. (2020). *Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba*. Wiley Online Library. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/leg3.30>
- Alimentos Argentinos. (sin fecha). *Tendencias de consumo: Vegetarianismo*. Recuperado de: <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Nutricion/documentos/TendenciaVeg.pdf>
- Arteaga Sáez, P. M. y Silva Rufino, A. L. (2015). *SUSTITUCIÓN PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (Triticum Aestivum y POR HARINA DE TARWI (Lupinus Mutabilis sweetl Y HARINA DE CÁSCARA DE MARACUYÁ (Passiflora Edulis) EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES*. (Tesis de grado). Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/225484928.pdf>
- Avendaño Ahumada, L. F., Gómez Regino, M. J., Martínez Rojas, M. V. (2019). *Estudio de prefactibilidad para la producción de cupcakes saludables: bajo el principio de producción limpia* (tesis de grado). Recuperado de: <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/handle/123456789/798/MartinezRojas-MonicaViviana-2019.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Bartolozzo, J. C. (2015). *Desarrollo de películas de harina de triticale como recubrimiento de productos de panificación tipo "muffins" y su efecto durante el almacenamiento*. Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/16985/13857%202015%20tesis%20Bartolozzo%20Julieta.pdf?sequence=1&isAllowed=v>
- Beltrán Fernández, X. L., Saenz Vilca, G. M. (2014). *Optimización de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinua wildl y harina de zapallo (Cucurbita pepo) en la elaboración de cupcakes*. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/1955/27278.pdf?sequence=1&isAllowed=v>

- Beltrán Orozco, M. del C., Rendón Meza, J. H., Gallardo Velázquez, T. (2007). *Cinética de las características físicas de mantecadas bajas en grasa almacenada en dos tipos de material de empaque durante su vida de anaquel*. Recuperado de: <https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0718-07642007000300003>
- Beltrán, A. K. F. (2020). *Elaboración de galletas a partir de manzana deshidratada (Malus domestica) y linaza (Linum usitatissimum L) como fuente de antioxidante natural*. Recuperado de: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ADRIAN%20BELTRAN%20KEVIN%20FABIAN.pdf>
- Benavides Bolaños, G. A. y Recalde Centeno, J. M. (2007). “*Utilización de okara de soya como enriquecedor de galletas integrales edulcoradas con panela y azúcar morena*”. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/244/1/03%20AGI%20199%20TE%20SI%20S.pdf>
- Bermúdez González, M. E. (2017). *Efecto de la adición de propionato de calcio o sorbato de potasio en la vida de anaquel de una torta de naranja*. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6049/1/AGI-2017-009.pdf>
- Bowles, S. y Motin Demiate, I. (2006). *Caracterización físico-química de okara y aplicación en panes tipo francés*. *Ciencia y tecnología de los alimentos*. 26 (3). ISSN 0101-2061 Recuperado de: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0101-2061200600030002&lng=t&nrm=iso&tlng=pt>
- Buñay Coro, K. A. (2015). *Elaboración de galletas integrales en base a okara y miel de caña de azúcar*. (Tesis de grado). Recuperado de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6110/1/27T0332.pdf>
- Caicedo, E. (2012). *Estudio del efecto de la adición de la enzima alfa amilasa en un pan tipo muffin, elaborado con diferentes tipos de harina de trigo* (tesis de grado). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3093/1/AL491.pdf>
- Catalán Najera, M. A. (2015). *Desarrollo de una barra de quínoa* (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://biblioteca.galileo.edu/tesario/bitstream/123456789/617/1/2015-T-lcta-001catalan najera monica anabella.pdf>
- Cladera, J. L. (2019). *Los programas de estímulo a la producción de quinua en Jujuy (Argentina) como espacios de interfaz entre organismos públicos, privados y*

campesinos/as. Recuperado de:
<https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/19132/Ponencia%20Cladera%20Jorge%20ET%2013%202019.docx.pdf?sequence=3&isAllowed=v>

Codex Alimentarius. (2019). *Norma para la harina de trigo*. Recuperado de:
http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf

Dendy, D., Dobraszczyk, B. (2001). *Cereales y Productos derivados*. Editorial Acríbia, S.A., Cap. 8, Pan: un alimento único: p. 225. Cap 9, Productos de confitería: p. 301, p. 305.

Durán Agüero, S., Torres García, J., Sanhueza Catalán, J. (2015). *Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades*. Nutrición Hospitalaria, 32 (1), 11-19. ISSN: 0212-1611. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309239661004>

Durán Agüero, S., Torres García, J., Sanhueza Catalán, J. (2015). *Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica. características y propiedades*. Recuperado de:
<http://www.aulamedica.es/nh/pdf/8874.pdf>

Espinosa Manfugás, J. (2007). *Evaluación Sensorial de Alimentos*. Ciudad de La Habana, Cuba. Editorial Universitaria. ISBN 978-959-16-0539-9.

FAO. (2011). *La quinua. 'cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>

Fuentes Cuiñas, A. A. (2019). *Cambios en el consumo y percepciones en torno a la alimentación saludable de la leche tradicional y bebidas de origen vegetal*. Recuperado de:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-49942019000200001&script=sci_arttext&tlng=en

Fuentes Cuiñas, A. A., Vailati, P. A., Lazzatti, G. L. (2020). *Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires*. Recuperado de: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-49942020000300124&script=sci_arttext

Gambarotta, L. (2005). *Caracterización de las fracciones de harina de trigo pan. Análisis de las propiedades físico— químicas y reológicas de las fracciones de harina de trigo pan obtenidas en el molino experimental BÜHLER MLU-202*. Recuperado de:
<http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/114/119gambarotta.pdf?sequence=2>

- Gambarotta, L. (2005). *Caracterización de las fracciones de harina de trigo pan. Análisis de las propiedades físico químicas y reológicas de las fracciones de harina de trigo pan obtenidas en el molino experimental BÜHLER MLU-202*. Recuperado de: http://repositorio.ub.edu.ar/bitstream/handle/123456789/114/119_gambarotta.pdf?sequence=2
- García González, A. (2019). *Obtención de aceites comestibles a partir de nuevas semillas de girasol enriquecidas en fitoesteroles* (tesis de grado). Recuperado de: <https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/7571/garcia-gonzalez-tesis-19-20.pdf?sequence=1&isAllowed=v>
- García Saavedra, N. M. (2017). *Bebidas vegetales* (tesis de grado). Recuperado de: <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/NATALIA%20MORALEJA%20GARCIA-SAAVEDRA.pdf>
- Guamán, N. A. P. y Calle, A. M. T. (2020). *Carrera de Gastronomía Propuesta de postres veganos elaborados con harinas de trigo, almendras y camote sin refinar*. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/34874/1/TRABAJO%20DE%20TITULACION%20.pdf>
- Guerrero Beltrán, S. M. (2012). *Alternativa de utilización del okara en el desarrollo de un producto dirigido a la alimentación escolar* (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/31146/D-79693.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Heras Mosquera, G. E. (2017). *Aprovechamiento de Okara de Soya (Glicine maxl en el desarrollo tecnológico de Tempeh*. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26696/1/38%20GPAg.pdf>
- Hernández González, J., Zapata Narváez, J. (2008). *Desarrollo de un proceso a escala de laboratorio para la obtención de harina y un producto alimenticio a base de okara de soya*. Recuperado de: <https://repositorio.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/370/JulianaHernandezGonzalez2008.pdf?jsessionid=F67D135B1DC52B705343B558A3E673F5?sequence=1>
- Hernández, B., Andrade, E. (2020). *Desarrollo de productos pasteleros a base del agua residual de la cocción del garbanzo (Cicer Arietinum)*. Recuperado de:

<http://repositorio.un.edu.ec/bitstream/redug/51589/1/BINGO-GS-20P76.pdf>

Hilial, M. (2021). *Cómo comprar / exportar harina de trigo fácilmente en Argentina*.

Recuperado de: <https://cba-cs.com.ar/exportaciones-argentina/harina-de-trigo/>

Horno, M. F. (2011). *Galletitas enriquecidas con harina con residuos de soja okara* (tesis de grado). Recuperado de:

http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/352/2011_034.pdf?sequence=1

Instituto Nacional Tecnológico Industrial, (2015). *Okara, un beneficioso derivado de la soja apto para celíacos*. Noticiero Tecnológico Semanal #471.

Jallinoja, P., Vinnari, M., Niva, M. (2019). *Veganism and plant-based eating: analysis of interplay between discursive strategies and lifestyle political consumerism*.

Recuperado de: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/309766/Veganism_and_plant_based_eating.pdf?sequence=4

Jerez Lopez, L. (2008). *Control de la inversión de la sacarosa en el proceso de elaboración de jarabe simple de bebidas carbonatadas* (tesis de pregrado). Recuperado de: http://biblioteca.u.sac.edu.et/tesis/08/08_1078_O.pdf

Jimenez Mazaran, C., Landa Robles, Y. (2018). *Propiedades nutricionales y funcionales de las distintas harinas utilizadas para la elaboración de un pan de alto valor nutricional* (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4235/3/PROPIEDADES%20NUTRICIONALES%20Y%20FUNCIONALES%20DE%20LAS%20DISTINTAS%20HARINAS%20UTILIZADAS%20EN%20LA%20ELABORACION%20DE%20UN%20PAN%20DE%20ALTO%20VALOR%20NUTRICIONAL.pdf>

Kemp, S. E., Hort, J., Hollowood, T. (2018). *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. Sussex, Reino Unido: Wiley Blackwell. Recuperado de: https://books.Google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=N7IIDwAAOBAJ&oi=fnd&pg=PP9&dq=Descriptive+Analysis+in+Sensory+Evaluation.+Sussex,+Reino+Unido:+Wiley+Blackwell.+&ots=IqIDoZuITP&sig=RM9eVHKbMx_zUu0qIWJdewBuG1s&redir_esc=v#v=onepage&q&f=false

Laise, C. del R. (2018). *Desarrollo de snack salado con harina de quinoa* (tesis de pregrado). Recuperado de: <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/7582/PFI%20-%20Laise%20Carolina%20del%20Rosario%20->

[%20LU%20134173.pdf?sequence=2&isAllowed=v](#)

Lawless, H. T. y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. Principles and Practices. New York: Springer.

Lee, P. (2020). *Textural, physical and retrogradation properties of muffin prepared with kamut triticum turanicum jakubzl*. Italian Journal of Food Science. Recuperado de: <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/1536>

Luraghi, C. A. (2020). *Ingesta de polifenoles y vitamina C asociado al estado inflamatorio en vegetarianos y veganos, Buenos Aires, Argentina, durante el año 2020*.

Recuperado de:

<http://repositorio.isalud.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/493/TFN613.262%20L967.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Makinen, O.E., Wanhalinna, V., Zannini, E. y Arendt, E.K. (2016). *Foods for Special Dietary Needs. Non-Dairy Plant-Based Milk Substitutes and Fermented Dairy-Type Products*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 56(3): 339-349. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.761950>

Maldonado Jibaja, R., Carrillo Herrera, P., Ramírez Cárdenas, L., Carvajal Larenas, F. E. (2018). *Elaboración de una bebida fermentada a base de quinoa Chenopodium quinoa*. Recuperado de: http://scielo.senescvt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000300001

Matus Tejos, I. (2015). *El cultivo de la quinoa en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Rayentué. Rengo. Chile.p. 103. Recuperado de: [https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6727/NR41416.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:text=La%20palabra%20qu%C3%ADnoa%20proviene%20de,0%20dawe%20\(Mujica%20et%20al.&text=En%20la%20C3%A9poca%20de%20los,prop%C3%B3sitos%20medicinales%20Mujica%202015](https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6727/NR41416.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:text=La%20palabra%20qu%C3%ADnoa%20proviene%20de,0%20dawe%20(Mujica%20et%20al.&text=En%20la%20C3%A9poca%20de%20los,prop%C3%B3sitos%20medicinales%20Mujica%202015)

Mendoza Montesdeoca, I. P. (2021). *La utilización de Harina de arroz y Kefír de leche, en productos de Panificación*. (Tesis de grado). Recuperado de: <http://dspace.uhemisferios.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1345/Tesis0%20Juan%20Pablo%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=v>

Miller, R. (2016). *Leavening Agents*. Encyclopedia of Food and Health, 523-528. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00418-9>

Ministerio de Agroindustria. (2016). *Cadena del arroz. Informe ejecutivo anual*. Recuperado de:

[http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20v%20Bebidas/informes/Ficha anual arroz sept 2017.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20v%20Bebidas/informes/Ficha%20anual%20arroz%20sept%202017.pdf)

Ministerio de Hacienda. (2017). *Informes de cadena de valor.* ' Arroz. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_arroz.pdf

Ministerio de Producción y Trabajo. (2019) *Cadena de la harina de trigo.* Alimentos Argentinos. Recuperado de:

[http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20v%20Bebidas/informes/Resumen Cadena 2019 HARINA DE TRIGO MARZO 2019.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20v%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_2019_HARINA_DE_TRIGO_MARZO_2019.pdf)

Morales, G., Ruíz, F., Bes-Rastrollo, M., Schifferli, I., Muñoz, A., Celedón, N. (2021). *Dietas basadas en plantas y factores de riesgo cardio-metabólicos. ¿Qué dice la evidencia?.* Recuperado de: <https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0717-75182021000300425&lng=es&nrm=iso&tlng=es>

Olivas Gastélum, R., Nevárez Moorillón, G. V., Gastélum Franco, M. G. (2009). *Las pruebas de diferencia en el análisis sensorial de los alimentos.* Recuperado de: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/735/854>

Parrales Bosada, Zamora Bravo, Y.M.A (2019). *Aplicación de la harina de lenteja (Lens culinaris) como sustituto de la harina de trigo en masas de pastelería.* Recuperado de: <http://repositorio.un.edu.ec/bitstream/redug/46791/1/BINGO-GS-19P89.pdf>

Partearroyo, Teresa y Sánchez Campayo, Elena y Varela Moreiras, Gregorio. (2013). *El azúcar en los distintos ciclos de la vida.* ' desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición Hospitalaria*, 28 (4), 40-47. ISSN: 0212-1611. Disponible en: <https://www.redalvc.org/articulo.oa?id=309227005005>

Paucar-Menacho, L. M., Salvador-Reyes, R., Guillén-Sánchez, J., & Mori-Arismendi, S. (2016). *Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de soya en las características tecnológicas y sensoriales de cupcakes destinados a niños en edad escolar.* *Scientia agropecuaria*, 7(2), 121-132. Recuperado de: <http://www.scielo.oro.pe/scielo.php?script=sciarttext&pid=S2077-99172016000200005>

Pereira Ordóñez, S. A. (2011). *Elaboración de leche de quinua* (tesis de pregrado). Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2646/1/CD-3329.pdf>

Padrón Pereira, C. A., Oropeza González, R. A., Montes Hernández, A. I. (2014). *Semillas de quinua (Chenopodium quinoa Willdenow). composición química y procesamiento. Aspectos relacionados con otras áreas*. Recuperado de: <http://revencyt.u1a.ve/storage/repo/ArchivoDocumento/rvcta/v5n2/art05.pdf>

Pérez Merino, A. P., Mera Vásquez, T. L. (2019). *Formulación de un alimento tipo compota a base de quinua (Chenopodium quinoa) y mango (Mangifera indica)* (tesis de grado). Recuperado de: https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8634/P%c3%a9rez_Merino_Ana_Paola_v_Mera_V%c3%00a1squez_Tatiana_Lizeth.pdf?sequence=1&isAllowed=wed=v

Pighín, A. F., De Landeta, M. C. (2018). *Contenido de minerales en arroces y productos industriales elaborados a base de arroz*. Recuperado de: http://www.scie1o.org.ar/scie1o.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372019000200004

Pincioli, M. (2010). *Proteínas de arroz propiedades estructurales y funcionales*. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/1828/Documentocompleto.pdf%20?sequence=3>

Prado Monge, P. B. (2021). *Propuesta de una metodología para el análisis sensorial de cacao tostado*. Recuperado de: <https://dspace.uazuav.edu.ec/bitstream/datos/11270/1/16807.pdf>

Pujadas, M. F. (2014). *Cadena arroceras santafesina. Una economía regional de importancia para el este provincial*. Recuperado de: https://www.fcecon.unr.edu.ar/web-nueva/sites/default/files/ul6/Decimocuarta/pujadas_m_f_cadena_arroceras_santafesina.pdf

Repo-Carrasco, Ritva y Julio Pilco, Juan y Encina Zelada, Christian Rene. (2011). *Desarrollo y elaboración de un snack extruido a partir de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y maíz (Zea mays L.)*. Ingeniería Industrial, (29), 209-224. ISSN: 1025-9929. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428495012.pdf>

Reyes Picaíta, A. F. (2020). *Viabilidad del residuo de la bebida vegetal de almendra para el crecimiento de bacterias con efecto probiótico. Efecto de las HPH*. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/157954/Reves%20-%20VIABILIDAD%20DEL%20RESIDUO%20DE%20LA%20BEBIDA%20VEGETAL%20DE%20ALMENDRA%20PARA%20EL%20CRECIMIENTO%20>

DE%20BACTERIAS%20. pdf?sequence=1&isAllowed=v

- Ríos, F. L. (2019). *El Cultivo de quinoa en el NOA argentino. Evluación de su competitividad*. INTA, Tucumán. Recuperado de: <http://www.indap.gob.cl/docs/default-source/vii-congreso-quinoa/ejes-tematicos/comercializaci%C3%B3mcompetitividad-quinoa-en-el-noa-argentino.pdf?sfvrsn=2>
- Rojas, W., Vargas Mena, A., Pinto Porcel, M. (2016). *La diversidad genética de la quinoa: potenciales usos en el mejoramiento y agroindustria*. Recuperado de: http://www.scielo.oro.bo/pdf/riiarn/v3n2/v3n2_a0l.pdf
- Romero, C. R. (2004). Caracterización de galletas elaboradas con cascarilla de orujo de uva. Recuperado de: <http://ve.scielo.oro/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0004-06222004000100014>
- Romo, S.; Rosero, A.; Forero, C. L.; Cerón, E. (2006). *Potencial nutricional de harinas de quinoa (Chenopodium quinoa W.) variedad Piartal en los Andes Colombianos*. Primera parte. Facultad de Ciencias agropecuarias. Universidad del Cauca. Vol 4, N°1, marzo.
- Roqueiro, G., Guillen, L., Bárcena, N., Tornello, S., Ruiz, L., Notario, L. (2020). *Promoción del cultivo de quinoa en los Valles Andinos y Centrales de San Juan como alternativa productiva y contribución a la seguridad alimentaria*. Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8238/INTA_CRM_endoza-SanJuan_EEASanJuan_Roqueiro_G_Promocion_cultivo_quinoa_valles_andinos.pdf?sequence=1&isAllowed=v
- Rossetti, G., Ferreira, D., Yossen, P., Mautino, E., Arcusin, L. (2017). *Viability of rice flour production. a case study*. Recuperado de: <https://paideumajournal.com/galeria/3%20-%202017.pdf>
- Santos Tavares, L. (2018). *Galleta dulce de okara con tofu y fructooligosacáridos* (tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12402>
- Sayas Barberás, E., Perez Alvarez, J., Fernandez Lopez, J., Sendra Nadal, E., Navarro Rodríguez De Vera, C., Viuda Martos, M. y Castejón Navarro, N. (2016). *€/ dátil en la elaboración de alimentos saludables*. ISBN:978-84-16024-40-7. Recuperado de: <https://books.google.com.ar/books?hl=es&lr=&id=g72vDOAAOBAJ&oi=fnd&pg=PP3&dq=d%C3%Altiles+propiedades&ots=mShDbOqJsV&sig=NhfCeL7P74J Oup->

[ekMASNFAYHPs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](#)

- Serna Cock, L., Pabón Rodríguez, O. V., Quintana Moreno, J. D. (2019). *Efectos de la Fuerza Iónica y el Tiempo de Remojo de Legumbres Secas sobre sus Propiedades Tecnofuncionales*. Recuperado de: https://scielo.conicvt.cl/scielo.php?pid=S0718-07642019000200201&script=sci_arttext&tlng=e
- Sethi, S., Tyagi, S.K. y Anurag, R.K. (2016). “Plant-Based Milk Alternatives an Emerging Segment of Functional Beverages: a Review”. *Journal of Food Science and Technology* 53(9): 3408-3423. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2328-3>
- Shim, Y., Mustafa, R., Shen, J., Ratanapariyanuch, K., & Reaney, M. (2018). *Composición y propiedades de Aquafaba. agua recuperada de garbanzos enlatados comercialmente*. Recuperado de: <https://www.jove.com/t/56305/composition-properties-aquafaba-water-recovered-from-commercially>
- Sistema de Información Simplificado Agrícola (SISA). (2021). *Arroz*. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sisa_if_arroz_2021.pdf
- Sivasankaran C, Arockiaswamy WJ, Ramaunjam P, Chellamuthu S. Muruganantham K, Shanmugam L. 2014. Prevention of bread spoilage and to enhance the quality of bread using lactic acid bacteria. *International Journal of ChemTech Research*; 9: 4161-4165.
- Tacias Pascacio, V., Thomas Meda, A., García Parra, E., Vela Gutiérrez, G., & Velázquez López, A. (2019). *Producción de aquafaba a partir de garbanzos naturales*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/339830956_PRODUCION_DE_AOUAF_ABA_A_PARTIR_DE_GARBANZOS_NATURALES
- Valverde Armas, M. R. F. (2020). *Efecto de la sustitución de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de quinua (Chenopodium quinoa) y cáscara de piña (Ananas comosus) en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en muffins* (tesis de grado). Recuperado de: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/6627/1/REP_MELISSA.VAL_VERDE_EFECTO.DE.LA.SUSTITUCION.pdf
- Vásconez Lozada, M. R. (2012). *Diseño de un producto energético a base de avena (Avena sativa), harina de quinua (Chenopodium quinoa willdenow), harina de soya (Glycine max) y espirulina (Spirulina máxima)* (tesis de grado). Recuperado de: <https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/730/1/UDLA-EC-TIAG-2012-12.pdf>

Vegetarianismo y veganismo: percepciones en el consumo de bebidas de origen vegetal en el Área Metropolitana de Buenos Aires. (2020). <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i21.4641>

Zapata Albán, M. L. (2010). *Utilización de la quinua (Chenopodium quinoa) en el manjar de leche con sustitución parcial de suero de quesería en la empresa de lácteos «San Antonio C.A.» del cantón cañar* (tesis de pregrado). Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3312/3/PAL242.pdf>

Zapata, M.; Roviroso, A. y Carmuega, E. (2016). “*La mesa argentina en las últimas dos décadas. Cambios en el patrón de consumo de alimentos y nutrientes*”. CESNI (Centro de estudios sobre nutrición infantil): 44-47.

Zaragoza García, J.M. (2010). *Desarrollo de un producto de panificación adicionado con harina de ébano (Ebenopsis ebanol y posterior evaluación de parámetros fisicoquímicos, biológicos y sensoriales*. Recuperado de: <http://cdigital1.deb.uanl.mx/te/1080179154.pdf>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Definición de los descriptores y anclajes utilizados para muffins.

DESCRIPTOR	ANCLAJES
Olor a semilla: intensidad de olor propio a las semillas.	1 = casi nada 9 = mucho
Presencia de grietas en la superficie: intensidad de grietas formadas en la superficie del muffin.	1 = casi nada 9 = mucho
Color chocolate en la superficie: intensidad de color chocolate en la superficie del muffin.	1 = suave (leche con cacao) 9 = intenso (galleta marca Oreo)
Intensidad de leudado: grado de elevación de la masa cocida del muffin.	1 = casi nada 9 = mucho
Humedad en la superficie: grado de humectación acuosa que queda luego de pasar el dedo índice sobre la superficie del muffin.	1 = casi nada 9 = mucho
Masticabilidad: número de masticaciones necesarias para deglutir una porción de muffin (1/4).	1 = casi nada (5 masticaciones) 9 = mucho (30 masticaciones)
Cohesividad en boca: grado de unión entre las partículas de la masa mientras sucede la masticación.	1 = casi nada 9 = mucho
Sabor cítrico: intensidad propia del sabor de las frutas cítricas.	1 = casi nada 9 = mucho
Sabor residual (cáscara de naranja): intensidad propia del sabor que resulta de probar cáscara de naranja.	1 = casi nada 9 = mucho

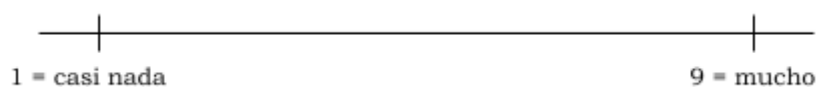
Anexo 2. Planilla para las pruebas de QDA en muffins.

QDA MUFFINS

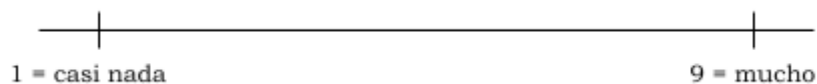
1. RECUERDA: ANTES DE COMENZAR A EVALUAR CADA MUESTRA CORTARLAS A LA MITAD, así vas a poder trabajar una parte manualmente y la otra en boca.

Vas a recibir tres muestras de muffins codificadas aleatoriamente. A continuación te pedimos que tomes la primera y marques la intensidad de todos los descriptores que figuran a continuación. Una vez que termines, te vamos a pedir que esperes unos minutos e ingieras una galletita y agua y luego pases a la segunda muestra y repitas lo mismo. Por último, limpia tu paladar con galletita y agua, y repite la misma secuencia con la tercera muestra.

INTENSIDAD OLOR A SEMILLA



PRESENCIA DE GRIETAS EN SUPERFICIE



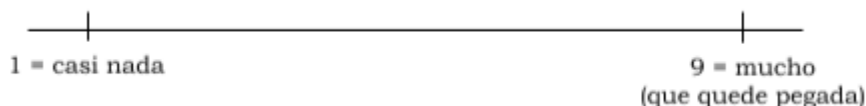
COLOR CHOCOLATE EN SUPERFICIE



INTENSIDAD DE LEUDADO



HUMEDAD EN LA SUPERFICIE: rozar suavemente con el dedo índice la superficie del muffin.



MASTICABILIDAD: cortar ¼ de muffin y contar el número de masticaciones hasta su deglución.



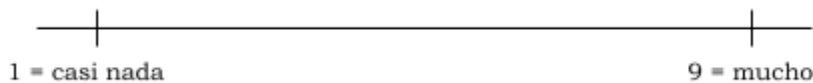
COHESIVIDAD (en boca): grado de unión entre las partículas de la masa mientras sucede la masticación. (prestar atención a los extremos de la escala).



SABOR CÍTRICO: intensidad de sabor propio de frutas cítricas.



FLAVOR RESIDUAL (cáscara de naranja)



Anexo 3. Tablas con el análisis estadístico realizado para cada descriptor.

OLOR A SEMILLA

Resumen Estadístico para Col 2

Col_1	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado
20	16	3,7625	1,19826	31,8475%	2,1	6,0	3,9	0,977976
30	18	5,73889	1,46213	25,4775%	3,4	7,6	4,2	-0,34602
40	16	6,78125	1,25018	18,4359%	4,6	8,7	4,1	-0,381546
Total	50	5,44	1,78851	32,8771%	2,1	8,7	6,6	-0,212518

Tabla ANOVA para Col 2 por Col 1

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	75,4153	2	37,7077	21,79	0,0000
Intra grupos	81,3247	47	1,73031		
Total (Corr.)	156,74	49			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_2 por Col_1

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	16	3,7625	X
30	18	5,73889	X
40	16	6,78125	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	-1,97639	0,909239
20 - 40	*	-3,01875	0,9356
30 - 40	*	-1,04236	0,909239

* indica una diferencia significativa.

GRIETAS EN LA SUPERFICIE

Resumen Estadístico para Col_5

Col_4	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado
20	19	6,9	1,1294	16,3682%	5,0	8,8	3,8	-0,337778
30	19	3,21579	1,01339	31,5129%	1,7	5,1	3,4	0,759682
40	20	1,495	0,543357	36,345%	1,0	2,9	1,9	2,11192
Total	58	3,82931	2,45071	63,9987%	1,0	8,8	7,8	1,67143

Tabla ANOVA para Col_5 por Col_4

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	295,285	2	147,643	172,57	0,0000
Intra grupos	47,0548	55	0,855541		
Total (Corr.)	342,34	57			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_5 por Col_4

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_4	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40	20	1,495	X
30	19	3,21579	X
20	19	6,9	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	3,68421	0,601405
20 - 40	*	5,405	0,59384
30 - 40	*	1,72079	0,59384

* indica una diferencia significativa.

COLOR CHOCOLATE EN LA SUPERFICIE

Resumen Estadístico para Col_8

Col_7	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado
20	22	5,71818	1,18387	20,7037%	2,9	7,9	5,0	-0,595521
30	22	6,47273	0,819513	12,661%	5,2	8,3	3,1	1,31802
40	22	8,05455	0,783598	9,72864%	6,7	9,0	2,3	-0,393075
Total	66	6,74848	1,35297	20,0485%	2,9	9,0	6,1	-0,682689

Tabla ANOVA para Col_8 por Col_7

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	62,5539	2	31,277	34,92	0,0000
Intra grupos	56,4309	63	0,895729		
Total (Corr.)	118,985	65			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_8 por Col_7

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_7	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	22	5,71818	X
30	22	6,47273	X
40	22	8,05455	X

INTENSIDAD DE LEUDADO

Resumen Estadístico para Col_2

Col_1	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado
20	21	6,09524	1,08142	17,7421%	4,5	8,4	3,9	0,679591
30	21	4,27143	1,05931	24,8%	2,1	6,4	4,3	-0,660827
40	22	1,86818	0,746666	39,9675%	1,0	3,3	2,3	0,938569
Total	64	4,04375	1,99657	49,3743%	1,0	8,4	7,4	0,285748

Tabla ANOVA para Col_2 por Col_1

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	193,597	2	96,7987	102,62	0,0000
Intra grupos	57,5401	61	0,94328		
Total (Corr.)	251,138	63			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_2 por Col_1

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_1	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40	22	1,86818	X
30	21	4,27143	X
20	21	6,09524	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	1,82381	0,599342
20 - 40	*	4,22706	0,592492
30 - 40	*	2,40325	0,592492

* indica una diferencia significativa.

HUMEDAD EN LA SUPERFICIE

Resumen Estadístico para Col_5

Col_4	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango	Sesgo Estandarizado
20	19	3,55263	1,63244	45,9501%	1,0	5,9	4,9	-0,787751
30	18	4,84444	1,22629	25,3134%	2,4	6,7	4,3	-1,48243
40	18	7,50556	1,07784	14,3605%	5,5	9,0	3,5	-0,426036
Total	55	5,26909	2,1193	40,2214%	1,0	9,0	8,0	-0,627705

Tabla ANOVA para Col_5 por Col_4

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	149,256	2	74,6281	41,60	0,0000
Intra grupos	93,2813	52	1,79387		
Total (Corr.)	242,537	54			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_5 por Col_4

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_4	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	19	3,55263	X
30	18	4,84444	X
40	18	7,50556	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	-1,29181	0,884006
20 - 40	*	-3,95292	0,884006
30 - 40	*	-2,66111	0,895872

* indica una diferencia significativa.

MASTICABILIDAD

Resumen Estadístico para Col 11

Col_10	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
20	21	7,75238	1,20192	15,5039%	5,2	9,7	4,5
30	19	5,78421	1,02863	17,7833%	4,1	7,3	3,2
40	18	4,09444	1,09247	26,6818%	2,2	6,1	3,9
Total	58	5,97241	1,86809	31,2786%	2,2	9,7	7,5

Tabla ANOVA para Col 11 por Col 10

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	130,689	2	65,3444	52,68	0,0000
Intra grupos	68,2271	55	1,24049		
Total (Corr.)	198,916	57			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col 11 por Col 10

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_10	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40	18	4,09444	X
30	19	5,78421	X
20	21	7,75238	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	1,96817	0,706722
20 - 40	*	3,65794	0,716955
30 - 40	*	1,68977	0,734164

* indica una diferencia significativa.

COHESIVIDAD EN BOCA

Resumen Estadístico para Col 14

Col_13	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
20	18	2,76111	1,16019	42,019%	1,0	4,9	3,9
30	17	4,67059	1,06288	22,7568%	3,0	6,4	3,4
40	18	7,57222	1,15494	15,2523%	5,0	9,0	4,0
Total	53	5,00755	2,29882	45,907%	1,0	9,0	8,0

Tabla ANOVA para Col 14 por Col 13

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	211,163	2	105,581	82,96	0,0000
Intra grupos	63,6342	50	1,27268		
Total (Corr.)	274,797	52			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_14 por Col_13

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_13	Casos	Media	Grupos Homogéneos
20	18	2,76111	X
30	17	4,67059	X
40	18	7,57222	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
20 - 30	*	-1,90948	0,766336
20 - 40	*	-4,81111	0,755309
30 - 40	*	-2,90163	0,766336

* indica una diferencia significativa.

SABOR CÍTRICO

Resumen Estadístico para Col_17

Col_16	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
20	19	3,58421	1,233	34,4009%	1,7	5,5	3,8
30	19	3,81053	0,890003	23,3564%	2,3	5,6	3,3
40	19	3,37368	1,37874	40,8676%	1,3	6,3	5,0
Total	57	3,58947	1,17757	32,8062%	1,3	6,3	5,0

Tabla ANOVA para Col_17 por Col_16

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,81368	2	0,906842	0,65	0,5283
Intra grupos	75,84	54	1,40444		
Total (Corr.)	77,6537	56			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_17 por Col_16

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_16	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40	19	3,37368	X
20	19	3,58421	X
30	19	3,81053	X

FLAVOR RESIDUAL (CÁSCARA DE NARANJA)

Resumen Estadístico para Col_20

Col_19	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
20	18	5,14444	1,32586	25,7727%	3,4	7,3	3,9
30	19	4,91053	1,20963	24,6335%	3,2	7,4	4,2
40	18	4,25556	1,5689	36,867%	2,0	6,8	4,8
Total	55	4,77273	1,39927	29,318%	2,0	7,4	5,4

Tabla ANOVA para Col_20 por Col_19

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,66231	2	3,83115	2,03	0,1414
Intra grupos	98,0668	52	1,8859		
Total (Corr.)	105,729	54			

Pruebas de Múltiple Rangos para Col_20 por Col_19

Método: 95,0 porcentaje LSD

Col_19	Casos	Media	Grupos Homogéneos
40	18	4,25556	X
30	19	4,91053	X
20	18	5,14444	X

Anexo 4. Diagramas Box Plot.

