

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE OAXACA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA

TESIS PROFESIONAL

DESARROLLO DE UN PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE ARROZ CON ALTO VALOR NUTRICIONAL ENRIQUECIDA CON PROTEÍNA DE QUINOA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTA:

LUIS ESTEBAN AMADOR VALDEZ

ASESOR:

DR. LUIS JAVIER TOLEDO FLORES

COMISIÓN REVISORA:

**DR. MARCO ANTONIO SÁNCHEZ MEDINA
DR. CARLOS FRANCISCO VARAPIZUELA SÁNCHEZ
DR. IVAN ANTONIO GARCÍA MONTALVO**

OAXACA DE JUÁREZ, OAXACA

JUNIO 2024

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi madre por su esfuerzo en apoyar mi superación y mi crecimiento, tanto personal como académico. Gracias a ella, he llegado a ser el estudiante que soy hoy y gracias al labor de criarme y ponerse como meta este momento, reconozco el esfuerzo y tiempo que ha invertido en mí, reconozco los sacrificios que ha hecho a lo largo del tiempo y el tratar de comprenderme para apoyarme cuando lo necesitaba, por estar a mi lado a hacerme más fuerte, responsable, audaz, a esforzarme por lo que quiero y desempeñarme y destacar por lo que me gusta.

Agradezco a mi padre que por el sacrificio de no poder estar con nosotros busco la forma de poder trabajar y brindarme todo lo que necesito para continuar con mis estudios y esforzarse por brindarme lo mejor para seguir adelante.

A mis hermanas que gracias a su tiempo y apoyo he podido comprender varias cosas que me ayudaron a mejorar para sobresalir y darme la confianza para poder hacer lo que me proponga, qué a pesar de ser diferentes tenemos los mismos ideales de salir adelante y de esforzarnos siempre.

A mi familia por ser quienes me motivan a dar cada día más de mí, por hacerme ver que aun soy capaz de hacer muchas cosas más de las que yo no me creo capaz de llegar a hacer, por su apoyo y comprensión y por todos los ánimos que me han brindado en el transcurso de este tiempo.

A mi asesor y profesor el doctor Luis Javier Toledo Flores quien me alentó a desempeñarme por aquello que me ha gustado estudiar a motivarme por lograr cosas nuevas y tener la confianza de que puedo lograr las metas que me proponga y que en el mundo académico y laboral no hay limitaciones sino un camino aún más largo del cual debo aprender y mejorar.

A mi asesor y profesor Carlos Francisco Varapizuela Sánchez por brindarme la confianza de poder contar con su apoyo cuando requiero de sus conocimientos y ser un ejemplo de lo que puedo llegar a ser si continúo esforzando y desarrollándome aún más, buscando aquello que me gusta como una motivación para lograr cosas mejores.

A la Doctora Edith por ser alguien que me estuvo apoyando en los inicios de mi proyecto y que me animo a realizarlo, me instruyó a planificarlo y posteriormente un apoyo que me alentó a continuar con mi proyecto porque vio en mí el desempeño y gusto por lo que estoy haciendo y me gusta hacer y me dio el entusiasmo que requería para hacerme ver que estoy haciendo lo correcto.

A mis amigos que a lo largo de la carrera he llegado a formar y que cada uno me ha enseñado algo que me ha hecho mejorar como persona y estudiante y a su vez me han ayudado a tener más confianza en mí y así poder expresarme aún mejor. A Mariana Jocelyn, Manuel, Darío, Cinthya, Mariel, Itzel, Gabriela, Wendy, Aylin, Sebastián, Maritza, Andrea, Damaris, David y Carlos que a pesar de tener que esforzarme estudiando puedo hacerlo de una manera divertida, que puedo reírme, estresarme, enojarme, llorar y que todo va a estar bien que no debo preocuparme por pequeñas cosas o porque sienta que no lo estoy logrando que siempre hay una forma para salir adelante, seguir destacando en la escuela y que no necesariamente tengo que pasar estudiando solo, que en compañía de amigos es aún más fácil y que puedo contar con ellos cuando lo necesite.

A Malvaez por todo el apoyo que me brindo durante la carrera por haberme apoyado cuando lo necesite, por explicarme lo que no entendía y no negarme la ayuda, por ser motivos de alegrías cuando tenía mucha presión en la escuela, por ser un gran amigo, a Anet por ser una gran amiga que me ha apoyado y brindado su compañía para avanzar con mis estudios y alegrando cada clase que hemos compartido, Emiliano por ser un buen amigo y siendo un ejemplo de que cada uno logra las metas que tiene en el momento que lo decide, a Yanitza por ser quien me enseñó que no todo es estudio y que también debo relajarme y divertirme, que debo de aprender no solo de los libros si no de las personas que pueden aportar algo en mi para impulsarme aún más, a Saria por recordarme siempre ser positivo ante todo y que no debo de caerme por no lograr algo sino aprender de ello y de mejorar en cada acción que haga aún más

Al GRIQ por ser un lugar donde siempre era recibido y del cual forme parte y que gracias a los integrantes con quienes estuve logre hacer muy buenos amigos y de los cuales aprendí muchas cosas en muy poco tiempo, a Pablo que siempre debo de ser quien soy y que para todo lo que haga debo mostrar lo mejor de mí y esforzarme por ello, a Mirtha por enseñarme

qué no debo tener temor de expresarme y de decir lo que siento y pienso, de darme la confianza que necesito para desenvolverme mejor, a Dania qué no debo tener temor de hacer las cosas que me arriesgue y me esfuerce por hacer todo aquello que quiero y deseo sin que me importe lo que los demás opinen de mí, a Diana que puedo equilibrar una vida social y académica y que puedo sentirme cómodo de hacer lo que yo quiero hacer como también de esforzarme y aplicarme por lo que cada día asisto al tecnológico y siempre con una sonrisa, a Eduardo recordándome qué puedo divertirme pero sin dejar de lado mis responsabilidades por las que me he esforzado hasta ahora, a Arjona qué no importa el momento en el que decida hacer las cosas no tengo que sentirme presionado ni estresado por lograrlas porque llegare a cumplir las metas que me llegue a poner.

Paola Cristina Zárate Cruz y Sarahi Citlalli González Díaz mis dos mejores amigas en la carrera a quienes conoce una vez llegue adaptarme al tecnológico, dos amigas que han sido de gran apoyo animándome y estando conmigo cuando más las necesito, a pesar de tener altibajos siempre han estado ahí para mí y formando parte de muchas de mis experiencias y recuerdo, enseñándome a esforzarme por lo que quiero y a divertirme ante todo, ayudándome a estudiar y también reírme de las cosas que pasan sean buenas o malas, gracias por brindarme su apoyo y por animarme y hacerme saber qué puedo hacer muchas cosas, que soy capaz de salir adelante por mi propia cuenta y que no está más pedir ayuda cuando la necesito y que sé que podré contar con ustedes, gracias por haber formado parte de mi vida y de mi vida académica.

Alma y Jacqueline por ser dos grandes amigas las cuales me enseñaron qué mientras más me esfuerce por lo que quiero lograr más cerca está la meta de llegar a obtenerlo, qué yo debo de dejar de esforzarme y menos dejar de intentarlo, qué debo sentirme orgulloso de quien soy, de donde vengo y de todo lo que llegue a ser, gracias por ser grandes amigas y enseñarme mucho. Aunque las dos son muy diferentes, cada una es muy divertida y a partir de esas diferencias aprendí de ustedes.

Diana Ofelia, Suzeth, Wilfrido, Naian, Yudit; les agradezco porque, aunque los conoce a finales de la carrera me brindaron su apoyo, su amistad, su confianza y cada uno me ayudo a entender que nunca es tarde para comenzar y que siempre puedo contar con su apoyo, su amistad y gracias por confiar en mí y darme ánimos para no derrumbarme.

Fernando Martínez te conocí un poco tarde, pero quiero agradecerte por brindarme tu apoyo y enseñarme qué puedo lograr hacer lo que desee siempre que me esfuerce ya sea algo pequeño y próximo o algo grande y lejano pero que siempre que lo desee y quiera luchar por ello podré lograrlo, gracias por tu amistad y tu confianza, eres un gran amigo siempre alegre y entusiasta.

Karen Seydel gracias por todo el apoyo que me has brindado, por tus consejos, las tardes de explicaciones para que comprendiera lo que necesitaba saber, por darme ánimos para llegar al final y por darme la confianza y creer en mi cuando yo no lo hacía y así mismo por hacerme compañía y hacer que disfrutará esta última parte de mi carrera, gracias por toda tu amabilidad al apoyarme cuando lo necesito.

Diego Emilio López Ramírez

Gracias por ser un gran amigo que me ha estado apoyando todo este tiempo, qué desde que nos conocimos me ha animado a seguir adelante y haciéndome reír cuando lo he necesitado, qué puedo contar con él cada que lo necesite y que él estará para mí, por ser un ejemplo de que cuando sienta que todo no está saliendo como lo deseo y que no está mal cometer errores porque siempre es bueno comenzar de nuevo, que él estará para apoyarme cuando lo necesite y que no debo dejarme vencer y tampoco dejar de intentar.

Joan Ruiz Sánchez

Gracias por ser un gran amigo de hace mucho tiempo por sentirse alegre de todo lo que estoy logrando, de siempre brindarme su cariño y apoyo, ante todo, por hacerme reír cuando lo necesito y recordarme que no estoy solo que siempre tendré a alguien de mi lado ya sea un viejo amigo o alguien por conocer, gracias por estar conmigo dándome la confianza de poder cumplir mis metas y deseos.

Justino Samuel Hernández Sánchez

Por brindarme tu apoyo cuando lo necesitaba y ayudándome a estar más tranquilo cuando me abrumaba por todo lo que tenía que hacer, por me levantaban el ánimo cuando ya no tenía muchas ganas de seguir esforzándome, gracias por hacerme compañía y hacerme reír y sobre todo por ser un gran amigo.

José Pablo Castellanos †

Hoy estoy por cumplir una de las promesas que te hice hace tiempo y quiero darte las gracias por haber estado en mi vida y por haberme hecho muy feliz y llenarme de alegrías el tiempo que compartimos juntos, gracias por alentarme a seguir adelante y por creer en mí y en que puedo lograr todo lo que yo quiera, gracias por todas esas palabras de aliento, motivación y de cariño, por levantarme los ánimos cuando lo necesitaba y no dejarme solo, que te sintieras orgulloso de lo que estaba logrando, gracias por todo ese tiempo juntos.

Hoy he logrado una de mis metas y así mismo he cumplido una de mis promesas, ya que no pudiste llegar a este punto, hoy no solo lo he logrado yo, lo hemos logrado los dos.

RESUMEN

El arroz es una excelente fuente de vitaminas y minerales como niacina, vitamina D, calcio, fibra, hierro, tiamina y riboflavina. Estos nutrientes forman la base del metabolismo del cuerpo, la salud del sistema inmunológico y el funcionamiento de todos los órganos. Los granos vienen en más de 40,000 variedades que difieren en forma, tamaño, textura, sabor y color. El contenido de fibra varía según la variedad de arroz, el arroz integral tiene más fibra que el arroz blanco y también es rico en minerales como calcio, hierro, sodio, potasio, manganeso, selenio y cobre. Las vitaminas incluyen niacina, ácido pantoténico y tiamina. Gran alimento para aquellos que requieren opciones sin gluten y bajas en grasas. La variante de arroz blanco se considera más saludable porque contiene la mayor cantidad de nutrientes y es rica en ácidos grasos omega-6, que son conocidos por sus propiedades pro inflamatorias. Sin embargo, las vitaminas y los minerales son generalmente bajos.

El producto desarrollado se sometió a criterios de evaluación donde se realizan pruebas bromatológicas para detectar grasa, proteína, azúcar y fibra, y se realizan nuevamente análisis microbiológicos para detectar impurezas o determinar producto estéril. El producto terminado fue luego presentado a un panel de evaluadores quienes inspeccionaron la aceptabilidad del producto en varias presentaciones de acuerdo con los posibles usos.

La harina de arroz complementada con proteína a base de quinoa y fortificada con micronutrientes es superior a la harina de arroz comercial, ya que es un alimento superior con un alto contenido de proteínas, un contenido mínimo de grasas naturales y un contenido de fibra dietética importante para el cuerpo humano y necesario en la dieta diaria.

El objetivo de este proyecto fue desarrollar un proceso para producir harina de arroz nutritiva suplementada con proteína a base de quinoa, desarrollar un proceso para obtener harina y proteína de arroz a base de quinoa, lograr una formulación enriquecida con micronutrientes y aumentar el valor nutricional. El propósito de este producto es ser una harina versátil, un alimento nutritivo y al mismo tiempo un alimento con alto contenido de gluten y glucosa. Que no solo proporcione a los consumidores el porcentaje de proteína que una persona necesita, sino que también les proporcione más nutrientes y minerales.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
MARCO TEORICO	5
ARROZ (<i>Oryza Sativa</i>)	5
Características	5
Origen	5
Taxonomía y diversidad genética.....	6
Clasificación del grano de arroz	8
TIPOS DE ARROZ	9
PROPIEDADES DEL ARROZ	15
INFORMACIÓN NUTRICIONAL DEL ARROZ	16
Arroz Integral	16
Arroz Blanco	16
GLUTEN	17
Tipos de patologías relacionadas con el gluten.....	18
Enfermedad celíaca	18
Sensibilidad al gluten no celíaca	19

Alergia al trigo.....	19
Otros problemas relacionados con el gluten	20
SUSTITUTOS DEL GLUTEN	20
Agar agar.....	20
Características del agar.....	21
Goma xantana	21
Psyllium Husk.....	22
VITAMINAS	22
MINERALES.....	24
LAS PROTEÍNAS VEGETALES.....	29
QUINOA	29
Origen	30
Antecedentes históricos	30
Propiedades.....	31
Características	32
INTERCAMBIO COMERCIAL TOTAL DE QUINOA.....	32
INTERCAMBIO COMERCIAL TOTAL DE ARROZ.....	33
ADITIVOS	35
Aromatizantes	35
Enzimas	36

Otros aditivos	36
Conservador alimenticio.....	36
Funcionamiento de un conservador alimenticio.....	37
SORBATO DE POTASIO	37
Ventajas de Sorbato Potásico.....	38
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	39
Fabricación de harina de arroz	39
Fabricación de harina de arroz blanco	39
Fabricación de harina de arroz integral	41
Elaboración de concentrado de quinoa.....	44
Desarrollo de formulaciones	48
Desarrollo de formulación de harina de arroz blanco	48
Desarrollo de formulación de harina de arroz integral.....	49
Evaluación de las harinas.....	50
Análisis microbiológicos	50
Preparación de las soluciones de Cultivo	50
Cuenta de organismos mesófilos aerobios	51
Cuenta de mohos y levaduras	51
Cuenta de <i>Staphylococcus aureus</i>	52
Cuenta de organismos coliformes totales y fecales.....	52
Determinación de <i>Salmonella spp</i>	53
Análisis bromatológicos	55
Determinación de humedad	55
Determinación de cenizas.....	56
Evaluación sensorial	60
Harina para pan a base de arroz	60

Preparación de las muestras	60
Aplicación de pruebas sensoriales	62
Tostadas elaboradas con harina de arroz	63
RESULTADOS Y DISCUSION	64
Evaluación de las harinas.....	64
Fabricación de harina de arroz blanco	64
Fabricación de harina de arroz integral	64
Fabricación de concentrado proteico	65
Formulación de la harina enriquecida	68
Análisis microbiológicos	71
Análisis bromatológicos	72
Evaluación sensorial	75
EVALUACION EN EL MERCADO	82
CONCLUSION	85
REFERENCIAS	87

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa*) es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia *Poaceae* (gramíneas). El arroz es uno de los cereales más importantes para la humanidad, ya que es considerado un alimento básico en muchas culturas; este grano es el segundo cereal más cultivado. En la dieta de los mexicanos después del maíz, el trigo y el frijol: el arroz. (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006)

En México, la situación de la producción de arroz se está fortaleciendo actualmente, ya que después de que nos volviéramos autosuficientes en la producción de granos en 1988, actualmente dependemos de las importaciones para satisfacer las necesidades internas. (SAGARPA, 2017)

La harina de arroz se puede producir con arroz blanco o arroz integral. Para hacer la harina, se retiran las cáscaras para obtener arroz crudo, que se muele y se produce harina de arroz. La harina se usa sola o se mezcla con harina de trigo u otro cereal para elaborar diferentes recetas. A veces se agregan nueces o verduras secas para darle más sabor y más nutrición. El arroz es una excelente fuente de vitaminas y minerales como niacina, vitamina D, calcio, fibra, hierro, tiamina y riboflavina. (DUNA Puerto, 2022) Estas vitaminas proporcionan la base para el metabolismo del cuerpo, la salud del sistema inmunológico y la función general de los órganos. La harina de arroz es uno de los ingredientes más comunes utilizados para hacer pan sin gluten y otros productos especiales para personas con trastornos relacionados con el gluten (como la enfermedad celíaca o la sensibilidad al gluten no celíaca), que deben seguir una dieta estricta sin gluten. (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016)

Las personas eligen diferentes tipos de arroz según sus necesidades culinarias, la disponibilidad y sus posibles beneficios para la salud. La cocina asiática se especializa en platos de grano largo, mientras que los países occidentales prefieren platos de grano corto o medio. (Gastronomía & Cía, 2009)

Este cereal posee carbohidratos complejos, lo que significa que proporciona una fuente de energía duradera. Es particularmente rico en vitamina B1, también conocida como tiamina, que es importante para el metabolismo de los carbohidratos y la función del sistema nervioso. También contiene ácido fólico, que es esencial para el crecimiento y la replicación

celular. El arroz además es una buena fuente de fósforo, potasio, selenio y magnesio. También contiene vitaminas B1, B3, B6 y ácido fólico. Y es una gran fuente de vitamina E, que es un poderoso antioxidante. (Unión Arroceras S.C.A., 2015)

La quinoa se destaca como un "pseudo-cereal", lo que significa que tiene un contenido de carbohidratos y fibra dietética similar al de los cereales, y un contenido de proteínas similar al de las nueces. Lo que destaca de los dos grupos de alimentos mencionados, es que posee todos los aminoácidos esenciales para posibilitar una correcta síntesis de proteínas en nuestro organismo, tal como lo aportan los lácteos, los huevos y la carne, pero para lograr este efecto debe consumirse en cantidades suficientes. Cabe señalar que la quinoa es el único producto vegetal que aporta todos los aminoácidos esenciales, por lo que puede compararse con la proteína animal. El tofu o el seitán van mejor acompañados y combinados con otros alimentos, pero la quinoa es una proteína de alto valor biológico, también llamada proteína completa. (Jordy, Katherine, & Luz María, 2022)

OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar de un proceso para la elaboración de harina de arroz con alto valor nutricional enriquecida con proteína de quinoa.

Objetivos Específicos

Diseñar de un proceso para la elaboración de harina de arroz.

Diseñar de un proceso para la elaboración de la proteína de quinoa.

Desarrollar de una formulación para la obtención de una harina de arroz enriquecida con proteína de quinoa.

Estudios bromatológicos y microbiológicos del producto obtenido.

MARCO TEORICO

ARROZ (*Oryza Sativa*)

A la planta de nombre científico *Oryza sativa*, que pertenece a la familia de las gramíneas, se le conoce como arroz. El fruto de esta planta es un grano comestible también llamado arroz. El arroz es uno de los cereales más consumidos en todo el mundo. En algunos países asiáticos constituye el alimento básico. (Gardey, 2017)

El arroz es una planta herbácea anual de la familia de los cereales, que se cultiva ampliamente en los cinco continentes, especialmente en las regiones pantanosas de clima templado o cálido y húmedo. (USAID, 2010)

Características

La planta de arroz tiene tallos muy ramificados y puede alcanzar de 0,6 a 1,8 metros de altura. Los tallos terminan con una inflorescencia, una panícula de 20-30 cm de largo, cada panícula consta de 50 a 300 flores o espiguillas, de las cuales se forman granos: el fruto resultante es un grano. El grano de arroz es el fruto de la planta del arroz (*Oryza sativa* L.), una planta herbácea anual de la familia de los cereales. Es uno de los cereales más extendidos en el mundo. Ampliamente cultivada en los cinco continentes, en zonas pantanosas de clima templado o cálido y húmedo. Es ovoide, de forma aplanada y su color varía del amarillo al marrón translúcido. Su clasificación científica indica que pertenece al reino: Plantae, departamento: Magnoliophyta, clase: Liliopsida, orden: Poales, familia: Poaceae, género: *Oryza*, especie: *O. sativa*, nombre binomial: *Oryza sativa* L. (Rodríguez Almarza, 2007)

Origen

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en gran parte de las regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Tal vez la India sea el país donde se cultivó el arroz por primera vez, porque allí abundaba el arroz silvestre. Pero el desarrollo de la planta ocurrió en China, desde las tierras bajas hasta las tierras altas. Es posible que haya varias rutas por las que se introdujo el arroz desde Asia a otras partes del mundo. (Franquet Bernis, Borràs Pàmies, 2004)

Antes del advenimiento de la agricultura (alrededor de 10 000 a. C.), los cazadores-recolectores tenían la tradición de recolectar y consumir plantas silvestres, incluidos los precursores del arroz, en sus hábitats naturales donde crecían en forma silvestre era, por lo tanto, estos lugares (como China y África occidental) son muy probablemente las regiones donde se domesticó y se originó la especie cultivada. Por otro lado, estas especies pertenecen al acervo genético del arroz cultivado y pueden ser relevantes para la mejora genética en este cultivo. Por lo tanto, es importante conocer la distribución geográfica de los progenitores silvestres, los posibles centros de domesticación y los cambios que ocurrieron durante este proceso. Las cepas silvestres exhiben una excelente diversidad genética y pueden servir como fuentes genéticas para mejorar las cepas cultivadas. A pesar de esta situación, la introducción de estos genes es lenta y complicada, por lo que no son muy utilizados por los criadores. Esta complejidad de la transferencia de genes se debe principalmente a su asociación con características agronómicas indeseables como: B. El grano es pequeño e inferior, la planta es alta y frágil y el rendimiento es bajo. (Paredes C, Becerra V, Gepts, Doñoso Ñ, 2021)

Taxonomía y diversidad genética

Las especies del género *Oryza*, por su gran importancia agronómica, han recibido una gran atención por parte de los investigadores de todo el mundo sobre estudios taxonómicos, filogenéticos, el número y nombre de las especies correspondientes a este género difiere entre dichos investigadores. Una de las mayores contribuciones a la clasificación del arroz fue dada por Roschevicz en 1931, al proponer la base para los siguientes estudios taxonómicos de género *Oryza*. En este estudio incluyó 19 especies de este género y los dividió en cuatro secciones (*Sativa*, *Granulata*, *Coartata* y *Rhynchoryza*). Chevalier en 1932 clasificó el género *Oryza* dentro de cuatro secciones (*Euoryza*, *Padia*, *Scherophyllum* y *Rhynchoryza*) y 23 especies. Ghose, Ghatge y Subrahmanyam en 1956, dividen el género *Oryza* en tres secciones (*Sativa*, *Officinalis* y *Gramulata*) y 21 especies, todos citados por Watanabe (1997). (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006)

Por su parte, Morishima y Oka (1960), calcularon el coeficiente de correlación de 42 caracteres y 16 especies del género *Oryza*, concluyendo que la sección *Sativa* propuesta por Roschericz en 1931, puede ser subdividida en tres subsecciones (*Sativa*, *Officinalis* y *Australiensis*). Más recientemente, Tateoka (1964) dividió el género en cinco secciones

(*Latifolia*, *Sativa*, *Glaberrima*, *Rdleyi* y *Meyesiana*). Sharma y Shastry (1971) citado por Watanabe (1997), dividen el género *Oryza* en tres secciones (*Padia*, *Angustifolia* y *Oryza*), estableciendo dos y hasta tres series dentro de cada sección y 28 especies. Sharma (1986) estudió estas secciones del género *Oryza* y concluye que la sección *Padia* está representada por especies del sureste de Asia, siendo plantas pequeñas, perennes, creciendo en ambientes sombreados y adaptadas a suelos bien drenados, semillas sin aristas de tamaño medio, ejemplo (*O. schlechteri*, *O. meyeriana*, *O. ridleyi*). (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006) La sección *Angustifolia* está representada por especies del grupo de África, adaptadas a ambientes abiertos, plantas perennes y anuales que crecen en lugares pantanosos, ejemplo (*O. perrieri*, *O. brachyantha*, *O. angustifolia*). Entretanto, la sección *Oryza* está distribuida en los trópicos, plantas altas, adaptadas a condiciones de alta humedad y en ambientes abiertos, ejemplo (*O. latifolia*, *O. australiensis* y *O. sativa*). (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006)

Los mismos autores estudiaron los principales caracteres del género *Oryza*, este estudio indica que la sección *Padia* parece ser más primitiva, mientras *Oryza* ocupa la posición avanzada. Las especies en secciones o complejos diferentes presentan características morfológicas diferentes, y las especies dentro de una misma sección tienen una delimitación ambigua. Lu (2004) propone un sistema taxonómico para el género *Oryza* basado en el sugerido por Sharma y Shastry en 1965, con ciertas modificaciones. En esta propuesta 24 especies fueron reorganizadas y colocadas en 3 secciones: la sección *Padia* (3 series y 6 especies), la sección *Oryza* (3 series y 17 especies) y la sección *Brachyantha* (en 1 serie y 1 especie). Oliveira (2004) realizó un estudio biogeográfico y ecológico de los arrozales silvestres nativos del Brasil, entre ellos: *O. glaberrima* (AA) diploide, *O. grandiglumis*, *O. alta* y *O. latifolia* (estas últimas alopoliploides). Concluyó que *O. grandiglumis* está restringida al Amazona Occidental y extremo Norte de Pantanal brasileño. *O. alta* está presente en las Planicies del Litoral Atlántico, incluyendo el Valle de Ribeira Maranhense, estado de Paraná, Paraguay y Pantanal. (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006)

La especie alotetraploide *O. latifolia* está centrada en las Planicies Costera del Pacífico y en los Valles de los Ríos Andinos, habitando regiones húmedas e inundadas, también en paisajes típicamente áridos o mixtos, como la Península de la Guajira y Santa Elena de Uairén en Venezuela, así como en el Ecuador. La especie diploide *O. glaberrima*, presenta 3 morfo tipos o razas geográficas: una en el Caribe, otra en la Amazona y la tercera

en el Pantanal brasileño. Esos grupos difieren entre sí no sólo en la morfología, sino también en su estructura genética a nivel de marcadores moleculares. Los estudios de filogenia y sistemática, realizados por Oliveira (2004) sobre el género *Oryza*, permitió sugerir un nuevo arreglo de la sistemática de este género, como sigue, tres secciones: Granulata (2 especies), Ridleyi (2 subsecciones y 5 especies) y Euoryza (2 subsecciones Australiensis e Officinalis), esta última con cuatro series y 19 especies. Los estudios antes señalados muestran que aún existen muchas controversias sobre la taxonomía, filogenia y sistemática del arroz. Además, no existe un único sistema de nomenclatura, sin embargo, las especies cultivadas (*O. sativa* y *O. glaberrima*) y siete silvestres (*O. australiensis*, *O. eichingeri*, *O. latifolia*, *O. minuta*, *O. schechteri*, *O. ridleyi* y *O. brachyantha*) no le fueron alterados sus nombres originales.. (A. Acevedo, A. Castrillo y C. B, 2006)

Clasificación del grano de arroz

El consumo de arroz y, por tanto, el comercio de aquellos cereales de verano, diferenciados por el tipo de arroz y su calidad. Se consideran los siguientes tipos de arroz:

Grano largo

Esta, a su vez, se clasifican según el porcentaje de semillas partidas y el hecho de que sean aromáticas o no. Este tipo de arroz representa el 85% del comercio mundial de arroz, incluido alrededor del 10-15% de arroz aromático (tipos jazmín y basmati), 35-40% de arroz de alta calidad (menos del 10% de grano partido) y 30-35% arroz de baja calidad. El arroz largo tiene granos alargados, que pueden tener entre 4 y 5 veces la longitud de su espesor, hasta 5 a 6 mm. Los granos están total o parcialmente desprovistos de la cutícula del pericarpio y tienen un color más o menos blanco, pero siempre uniforme. Tiene una alta cantidad de amilosa, alrededor del 22%, y por lo tanto requiere una porción relativamente alta de agua para cocinar, lo que da como resultado granos elásticos, firmes y sueltos. Se recomienda lavar el arroz largo antes de cocinarlo para eliminar el almidón. Almacene en un lugar fresco y seco, lejos de la luz solar y la humedad. Se recomienda consumir el arroz dentro de los 12 meses siguientes a la fecha de envasado. Son entre tres y cinco veces más largos que anchos, no se pegan con facilidad y por su alto contenido en amilosa

requieren más tiempo y agua para cocinarse. Por ejemplo, arroz basmati, arroz jazmín o Ferrini. (Franquet Bernis, Borràs Pàmies, 2004)

Grano medio

El comercio de este tipo de arroz representa sólo el 15% de la cuota, más corto que las primeras variedades japónicas, como el arroz utilizado para la paella. El contenido de amilosa es del 15-17% y, después de la cocción, queda como un grano más suave y ligeramente pegajoso. Tiene menos amilosa que el arroz de grano largo y tiene el doble de largo que de ancho se utiliza sobre todo en la cocina española y algunos ejemplos de arroz de grano medio son: el arroz Bomba o el arroz Carnaroli. Se estima que el comercio mundial de arroz en los últimos 15 años (de 18 millones de toneladas en 1996 a un estimado de 21 millones de toneladas en 2010) ha aumentado a una tasa anual de 1,11%, una tasa de crecimiento mucho menor que la actual (8,82%). y refleja el hecho de que el mayor impacto de la liberalización del comercio mundial preconizado por la OMC (Organización Mundial del Comercio) ya está surtiendo efecto. (Franquet Bernis, Borràs Pàmies, 2004)

Arroz de grano corto

También de la variedad japónica, se utiliza sobre todo en el norte de China, Japón y Corea. Entre sus usos culinarios destaca la elaboración de sushi, ya que los granos se pegan y son suaves. Tiene forma casi esférica, los granos se adhieren fácilmente entre sí e incluso permanecen pegajosos a temperatura ambiente. Algunos ejemplos son el arroz Arborio o Vialone Nano. (Franquet Bernis, Borràs Pàmies, 2004)

TIPOS DE ARROZ

El arroz (*Oryza sativa*) es un cereal considerado un alimento básico en muchas culturas, representando aproximadamente la mitad de la población mundial, siendo el segundo cereal más cultivado después del maíz. En cuanto al origen de su cultivo, se encuentra en zonas subtropicales y tropicales del subcontinente indio, norte de Indochina y sur de China. De los diversos tipos de arroces que existen, surgen diversos tipos de cocinas tradicionales del mundo, tanto como ingredientes principales como guarniciones e incluso postres y

bebidas. Pero de lo que vamos a hablar hoy es de los tipos de arroz más comunes, los que más se cultivan y los que más se utilizan con fines culinarios. (Gastronomía & Cía, 2009)

En primer lugar, destacan dos subespecies de *Oryza sativa*, el arroz Indica y el arroz Japonica. El primero es el arroz con mayor concentración de almidón amiloso y cuyos granos son más firmes, finos y alargados. Se cultiva principalmente en las tierras bajas tropicales y subtropicales, representando el 80% de la cosecha. (Gastronomía & Cía, 2009)

El arroz de la variedad japónica (indonesios y filipinos reciben a veces el nombre de javanica) cultivado en las tierras altas tropicales y en climas templados, en España es un cultivo importante en las Comunidades de Valencia, Murcia, Cataluña, Extremadura, Andalucía y el Valle del Ebro. granos más cortos, más gruesos y pegajosos, con menos almidón amiloso que el indicado anteriormente. El arroz que acumula más amilosa es un arroz con mayor resistencia a la cocción, requiere más agua y más tiempo de cocción, y tiene granos más sueltos, pero de eso hablamos en el post Cocinar arroz.. (Gastronomía & Cía, 2009)

En Italia se producen 120 tipos de arroz, que se distinguen por tamaño, forma, relleno y receta. La producción del pueblo Belpa, actualmente conocidos como "arrozales europeos", representa el 80% con una decena de especies. Por lo general, estos tipos de arroz se clasifican en: "origen", "semirrefinado" (Rosa Marchetti, Padano, Vialone Nano), "refinado" (Ribe, Sant'Andrea), "muy refinado" (Carnaroli, Roma, Arborio, Baldó). Algunas variedades se comercializan sin afinar ni blanquear, obteniendo así variedades "enteras", pero también "venere", de color negro, se distribuyen bajo la denominación de "semi-intactas". Las principales áreas de producción son: Piamonte, Lombardía, Véneto y toda la región de la llanura de Padana, el suelo es fértil, suave y húmedo. Muchas especialidades regionales populares provienen de aquí (risotto de calabaza, con azafrán, achicoria roja de Treviso, entre otros). "Superfino" se combina con risotti; En cambio, para las ensaladas frías se utiliza el tipo sancochado y en las sopas tradicionales se prefiere el producto entero. (Great Italian Food Trade, 2016)

Existen distintos tipos y variedades de arroz. Este cereal nos ofrece una amplia gama, cada una con sus propias propiedades y características. A continuación, se explican los más populares y consumidos en todo el mundo:

Arroz blanco

El arroz blanco es sin duda el tipo más utilizado en las cocinas de todo el planeta. Su grano es corto o medio. Los granos de arroz blanco tienen un alto contenido de almidón. Se utiliza para hacer sopas o risotto, entre una variedad de otros platos. Entre los arroces blancos encontramos el arroz glutinoso con mayor contenido en almidón. Por eso, se utiliza para hacer el famoso sushi, ya que es más denso y pegajoso que el arroz blanco estándar, se descascarilla y se pule. Ha perdido la mayoría de sus nutrientes y contiene especialmente menos niacina, tiamina, magnesio, zinc, hierro y fibra que el arroz integral. (AIDISA, 2002)

Arroz integral

El arroz integral es uno de los más sanos y sanos para nuestro organismo. Cabe destacar sus excelentes propiedades y beneficios para quienes desean una dieta sana y equilibrada. Porque no importa si es la versión de grano corto o largo, es una de las más naturales. Esto se debe a que durante la extracción y la preparación solo se elimina la capa exterior, dejando intactos el salvado y el germen. Uno de los más famosos es el popular arroz rojo. El arroz integral es muy nutritivo. Es bajo en grasas y alto en fibra, vitaminas del grupo B y E. Además, es una excelente fuente de minerales, hidratos de carbono y proteínas de absorción lenta. Es un arroz integral al que se le ha quitado la cáscara exterior fibrosa y se no comestible, llamado cascabillo, pero que conserva el germen (embrión) y la cáscara que lo hacen más nutritivo que el arroz blanco. (AIDISA, 2002)

Arroz Vaporizado

El arroz largo evaporado o parabólico es arroz que ha sido precocido con su cascarilla (cascara). Tiene forma alargada y mide entre 5 y 6 mm. Este arroz se caracteriza por su color dorado y su ligero sabor a cereal, característico de cualquier arroz antes de pulir. Es mucho más resistente al daño de los procesos de germinación, insectos y hongos. Además, es más rica en vitaminas y proteínas y su mayor contenido en fibra favorece la función digestiva. Tiene una textura especial que permite que no se pase de la raya. El posterior proceso de vaporización consiste en someter el arroz parabólico a remojo a 60°C y posteriormente someterlo a una intensa presión de vapor, que elimina gran parte del almidón ya su vez conserva las vitaminas y sales minerales. El resto del arroz se pierde después del pulido. Uno de los principales beneficios del arroz al vapor al cocinar es que

no se excede, no se pega y los granos quedan esponjosos. No absorbe tanta grasa como otros arroces porque el tratamiento al que se somete hace que el almidón exterior se gelatinice, reduciendo la penetración de los condimentos grasos. (Escuela de Hostelería LEIOA, s.f.)

Arroz aromático

Entre los arroces aromáticos, existen diferentes variedades, normalmente de grano largo y de grano medio. Los más populares en todo el mundo son el arroz basmati y el thai o arroz jazmín. El origen se remonta a algunas regiones de Pakistán e India que presentan características de primera calidad en su aroma y sabor. El aroma es un factor de calidad que determina el valor comercial del arroz aromático y está relacionado con el compuesto volátil 2-acetil-1. -pirrolina (2AP), cuya concentración es 100 veces superior a la de los compuestos no aromáticos. Se ha informado que el tipo Basmati contiene 0,09 mg.kg⁻¹ de 2AP, que se concentra en las capas más externas del grano. El aroma ha sido descrito como similar a las palomitas de maíz. (García, Ávila, Jayaro, Alezones, Hernández, Lozada, 2018)

El arroz aromático es un cultivo con un alto valor comercial; En Venezuela, todo el arroz basmati se importa y se vende en tiendas especializadas por cuatro veces el precio del arroz de mesa. Por lo general, son de grano medio a largo y, debido a que contienen ácidos volátiles, emiten sabores que pueden detectarse por el olor. Las fragantes variedades de arroz de Asia, incluido el basmati de India y Pakistán, el jazmín de Tailandia y cientos de variedades locales poco conocidas son muy prometedoras. Los mercados de exportación en Europa y América del Norte se están expandiendo rápidamente y la demanda local también es fuerte. (García, Ávila, Jayaro, Alezones, Hernández, Lozada, 2018)

Arroz jazmín

El arroz jazmín también es llamado arroz Hom Mali o arroz fragante tailandés. Y como habrás podido deducir, proviene de Tailandia. Tiene un sabor y aroma muy característicos. El arroz jazmín es un tipo de arroz de grano largo que tiene un sabor y aroma característicos. El arroz jazmín ha intrigado a Occidente durante décadas, donde se ha establecido la idea de que es el arroz el que huele la flor que le da su nombre. Si bien es

cierto que es muy fragante, no tiene nada que ver con las flores de jazmín, excepto color. Los granos, cuando se muelen, exhiben un tono blanco sutil, translúcido y brillante. Por lo tanto, al ser encontrado alrededor de 1950, llamado "arroz de flor de jazmín blanco", que se convirtió en actual "arroz jazmín". (EcoAndes, 2020)

Arroz basmati

El arroz Basmati proviene originalmente del Himalaya. Su nombre significa "Reina de las fragancias". Como habrás adivinado, además de un excelente sabor, también tiene un aroma exquisito y muy delicado. Se utiliza a menudo en la cocina india en particular. Es una variedad de grano índica que crece en las laderas del Himalaya en el norte de India y Pakistán. Su grano es fino y fino. Una de las características distintivas del arroz basmati es su olor, que lo hace muy apetecible. El sabor de este arroz se debe a la alta concentración de una sustancia llamada acetilpirrolina. Los granos Basmati contienen 0,09 partes por millón de una sustancia química llamada 2-acetil-1-pirrolina, que es aproximadamente 12 veces más alta que otras variedades. Es el arroz por excelencia utilizado en la cocina del sudeste asiático para la preparación de exóticas ensaladas y pilaf (acompañamiento ideal de platos de pescado y carne). Después de la cocción, el grano queda esponjoso y maleable, conservando su aroma y sabor característicos. (Escuela de Hostelería LEIOA, s.f.)

Arroz glutinoso

También se le conoce como arroz glutinoso, arroz ceroso, arroz glutinoso o arroz dulce. Un arroz de grano corto que requiere menos agua para cocinarse, la mayoría del almidón es amilopectina y muy poca amilosa. Una de las variedades de arroz más comúnmente cultivadas en Laos, partes de China y Tailandia, se usa a menudo en platos dulces, pero no es dulce y, por su nombre (arroz glutinoso), contiene gluten. El arroz glutinoso largo de grano entero es un tipo de arroz que se vuelve pegajoso cuando se cocina. (EcoAndes, 2020)

Arroz rojo

Es un arroz integral cuya capa de salvado o afrecho permanece adherida al grano dando un color rojo debido a la presencia de antocianinas. Puede ser butanés, himalayo o tai. (AIDISA, 2002)

Arroz negro

El arroz negro, también conocido como arroz Venere, es un tipo de arroz que se conoce desde la antigüedad pero que ahora es ampliamente utilizado por algunos de los mejores chefs del mundo culinario. Sin embargo, se utiliza principalmente en Asia para decorar platos (fideos, sushi, budín, etc.). La capa de salvado es de color negro oscuro y se vuelve morada cuando se cocina. El arroz integral es rico en fibra dietética. balinés, chino o tailandés. (AIDISA, 2002)

Entre las características del arroz negro destaca su aroma a nuez y su textura rugosa. También se vuelve púrpura cuando se cocina al fuego, lo que le da un aspecto muy llamativo, exótico y lujoso. Un verdadero producto gourmet. Además de sus usos decorativos en la cocina, se sabe que posee ciertas propiedades muy beneficiosas para la salud. Por eso es casi un artículo de lujo, como en la antigua China. En concreto, investigadores de la Universidad Estatal de Luisiana (EE.UU.) han demostrado que tiene propiedades antioxidantes en el organismo, combate enfermedades del corazón y controla los niveles de colesterol "malo" en sangre. Por supuesto, cada variedad debe prepararse y usarse de manera diferente.. (AIDISA, 2002)

Arroz Bomba

Una variedad de grano de japónica con apariencia nacarada. Los granos son redondos y cortos, de unos 5 mm de largo y unos 2,1 mm de ancho. Los expertos lo consideran un excelente producto culinario por su composición química, que mantiene la proporción perfecta de amilasa y amilopectina. Combinado con el efecto de acordeón del arroz cocido, mantiene el arroz entero lleno. Estas propiedades hacen que el arroz bomba sea especialmente adecuado para la cocina mediterránea. En primer lugar, tiene una alta resistencia a la pasta, lo que evita que se abra durante la cocción. En segundo lugar, es posible almacenar sabores intensos en los granos gracias a la enorme absorción de líquidos que experimentan los granos. Finalmente, la granulometría uniforme garantiza una

agradable sensación en ojos y boca. Por todo ello, el arroz bomba es muy apreciado y considerado el más adecuado para preparar platos típicos mediterráneos como la paella. (Escuela de Hostelería LEIOA, s.f.)

PROPIEDADES DEL ARROZ

El arroz es uno de los alimentos de la categoría de cereales que solemos ofrecer en tiendas y supermercados. Este grano es un alimento básico para gran parte de la población mundial, especialmente en el Este, Sur, Sudeste Asiático, Medio Oriente, América Latina y las Antillas. El arroz es el segundo grano más producido en el mundo después del maíz. Además de ser una fuente inmediata de energía para el cuerpo, el arroz tiene muchos beneficios para la salud. Por su alto contenido en hidratos de carbono, el arroz es una excelente fuente de energía. (AIDISA, 2002)

Alto valor nutricional: tanto el arroz blanco como el integral contienen valores nutricionales únicos. El arroz blanco es rico en minerales como el calcio y el hierro, y también es rico en vitaminas como el niacina, la vitamina D, la tiamina y la riboflavina. El arroz integral es rico en fibra dietética, lo que facilita la digestión. El arroz es muy bajo en grasas saturadas y colesterol, lo que lo convierte en un alimento saludable para el corazón. Afecta al control de ciertos brotes de enfermedades. El arroz integral es rico en neurotransmisores que previenen el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer. Además, tiene propiedades antioxidantes que protegen el corazón y minimizan la incidencia de enfermedades cardiovasculares. La cáscara de arroz tiene un efecto diurético y es eficaz en el tratamiento de la fiebre roja. Promueve la pérdida de peso: una dieta a base de arroz es una dieta baja en carbohidratos y baja en grasas que es ideal para aquellos que buscan perder peso. Controla la presión arterial: El arroz contiene muy poco sodio, lo que ayuda a controlar la presión arterial alta. Previene el estreñimiento: El arroz es una excelente fuente de fibra. Esto contribuye al crecimiento de bacterias beneficiosas que mejoran la digestión y regulan las deposiciones. Alimentos sin gluten: El arroz no contiene gluten, por lo que puede incluirse fácilmente en la dieta de las personas celíacas. El contenido de fibra apoya el sistema digestivo y reduce el riesgo de enfermedades crónicas al reducir el riesgo de desarrollar enfermedades intestinales. (AIDISA, 2002)

Información Nutricional del Arroz

Arroz Integral

El arroz pertenece a este grupo de alimentos y es uno de los cereales más consumidos a nivel mundial y es una fuente de nutrientes esencial en la mayoría de los países de América Latina y alrededor del mundo. El arroz tiene un alto contenido en hidratos de carbono, proteínas, vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina), minerales (fósforo, hierro, potasio) y almidón, y es muy rico en la composición de todas las sustancias necesarias y propiedades adecuadas para el buen funcionamiento del organismo. Es una buena fuente de energía porque contiene muchos carbohidratos complejos como el almidón. El arroz integral contiene 8 tipos de aminoácidos esenciales, por lo que cuando se combina con legumbres como los frijoles, se convierte en una fuente de proteínas económica y de alta calidad, y es rico en fibra dietética, contiene vitaminas y minerales como magnesio, vitamina B y triptófano que son necesarios para el buen funcionamiento del organismo. Por su bajo contenido en sodio, es de gran ayuda en las dietas de personas con hipertensión arterial, enfermedades renales y cardíacas. Muy útil en dietas para celíacos y aquellos que no deben consumir gluten. (Corporación Arrocera Nacional, 2011)

Tabla 1 Composición nutricional en 100 gramos de arroz integral

Composición	Cantidad (g)
Humedad	12.2
Kcalorías	110
Carbohidratos	22.78
Proteína	2.56
Fibra	1.8
Grasas	0.89
Azúcares	0.35

Arroz Blanco

El arroz es rico en carbohidratos en forma de almidón. Este macronutriente es uno de los principales componentes del arroz. Las cadenas de amilopectina son más completas y sus propiedades difieren de las de la amilosa de estructura lineal. El contenido de proteínas del arroz depende del tipo de fraccionamiento que se realiza durante la molienda del arroz para

su procesamiento y posterior venta. El contenido de proteína del salvado de arroz es el más alto con un 11,3% y el contenido de proteína de la cáscara de arroz es el más bajo con un 2,0%. Las proteínas del arroz se dividen en cuatro grupos: glutelinas, albúminas, prolaminas y globulinas. Sin embargo, sólo dos de ellos, la prolamina y la glutelina, suponen una proporción mayor. El arroz es uno de los cereales con menor contenido de grasa, con aproximadamente un 2,2% de grasa, pero hay otros cereales con menor contenido de grasa, como el trigo con un 1,9% y el centeno con un 1,5%. (Mora Zambrano, Pérez Romero, 2019)

Tabla 2 Composición nutricional en 100 gramos de arroz blanco

Composición	Cantidad (g)
Humedad	15.5
Kcalorías	129
Carbohidratos	27.9
Proteína	2.66
Fibra	0.4
Grasas	0.28
Azucares	0.05

GLUTEN

El gluten es una proteína que se encuentra en las semillas de muchos cereales, incluidos el trigo, la cebada, el centeno, el triticale, la espelta, algunas avenas y sus híbridos y derivados. Los granos de estos cereales no solo están compuestos por gluten, también contienen otros ingredientes como almidón, germen y salvado, que si se obtienen mediante procesos tecnológicos y bajo total control, son alimentos libres de gluten, pudiendo ser utilizados como ingrediente. . El gluten es responsable de la elasticidad de la masa de trigo, dando a los panes y masas su consistencia y esponjosidad. Por este motivo, tiene un efecto espesante y es apreciado como alimento. Muchas personas no pueden digerir completamente esta proteína. Esto se debe a que los fragmentos de proteínas se producen después de la ingestión y, cuando estos fragmentos se reconocen como tóxicos, el sistema inmunitario se activa y desencadena una respuesta no deseada. Estos fragmentos tóxicos se denominan prolaminas y están compuestos por gliadina y glutenina (trigo). Estas piezas

reciben diferentes nombres según el tipo de grano. Para la avena es avena, para la cebada es hordein, para el centeno es secalina. (FACE, 2018)

Tipos de patologías relacionadas con el gluten

Enfermedad celíaca

Según la última definición de la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica, la enfermedad celíaca se caracteriza por:

1. Intolerancia al gluten y otras proteínas similares diversas combinaciones de manifestaciones clínicas.
2. Anticuerpos específicos en la sangre: incluidos antitransglutaminasa tisular (ATGt-2), antiendomio (EMA) y antigliadina desamidada (DGP).
1. 3 Haplotipos distintivos: personas con genes HLA tipo DQ2 y DQ8.
3. Enfermedad intestinal con síntomas gastrointestinales o afectación intestinal patológica.

El gluten es parte de la proteína que se encuentra en los granos de trigo. Las proteínas presentes en el endospermo de trigo se pueden dividir en cuatro fracciones según su solubilidad: albúminas, globulinas, gliadinas y gluteninas. Estas gliadinas y gluteninas de trigo son equivalentes de prolaminas en el centeno (secalinas), la cebada (hordeínas) y la avena (aveninas). El término gluten se refiere a todas las prolaminas caracterizadas por altos niveles de residuos de prolina y glutamina, que pueden estimular las respuestas inmunitarias en pacientes celíacos. Recientemente se ha estudiado la toxicidad de la avena para las personas con enfermedad celíaca, y algunas personas parecen tolerar la avena, pero esto también depende del tipo de grano y necesita más investigación a largo plazo. Por lo tanto, el gluten se encuentra en el trigo, el centeno, la cebada, la avena y todas sus variedades e híbridos. No se encuentra en cereales como el maíz, el arroz, el mijo y el sorgo. Este grupo de proteínas le da a la harina de trigo su capacidad espesante y elasticidad, y estas propiedades también hacen que el gluten se use en muchos productos industriales. La enfermedad celíaca tiene una prevalencia de aproximadamente el 1% de la población mundial y se considera infradiagnosticada (se estima que hay 5-10 casos sin diagnosticar por cada caso diagnosticado). Puede ocurrir a cualquier edad, pero la incidencia es mayor en la segunda y cuarta década de la vida. Afecta más a mujeres que a

hombres, con una proporción de 2 a 3:1. (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016)

Sensibilidad al gluten no celíaca

Una afección que se ha descartado como causa de la enfermedad celíaca o alergia al trigo, aunque existe evidencia de que los síntomas y signos son causados por el gluten. Aunque esta clínica es indistinguible de la EC, predominan las manifestaciones extragastrointestinales como erupción cutánea, fatiga, migrañas, depresión, anemia, alteraciones del equilibrio, artralgias y fibromialgia. se desconoce la frecuencia. Se estima que afecta aproximadamente al 0,5-6% de la población adulta. Falta de datos fiables sobre los niños. Lo más relevante para el diagnóstico son los síntomas, que mejoran con la DLG y empeoran cuando se reintroduce el gluten en la dieta. Los cambios en la biopsia intestinal generalmente están ausentes o son leves, en parte debido al aumento de los anticuerpos antigliadina en la sangre, y solo el 50 % de las personas afectadas portan genes de susceptibilidad a la enfermedad celíaca (HLA-DQ2 o DQ8). El tratamiento es DLG grave, ya sea de por vida o temporal, cuando algunas personas se benefician de intervenciones temporales. (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016)

Alergia al trigo

Reacción de hipersensibilidad al trigo mediada por inmunoglobulina E (IgE). Los síntomas ocurren rápidamente (minutos a horas) después de la exposición al trigo. El contacto con los granos se produce a través del tracto gastrointestinal (con síntomas cutáneos como urticaria y erupciones cutáneas, síntomas respiratorios como secreción nasal, estornudos y broncoespasmo, y síntomas gastrointestinales como diarrea y vómitos) y del tracto respiratorio (es decir, "asma del panadero"). principalmente rinitis y síntomas respiratorios) o de la piel (principalmente urticaria, rash, rash). La prevalencia se estima en aproximadamente un 0,1%. Como en cualquier alergia, el diagnóstico se realiza mediante IgE específica en sangre (RAST), pruebas cutáneas ("prick test") o pruebas de provocación con el alérgeno (en este caso trigo) (debido a la alergia, siempre es un problema de salud), (administrado centralmente), (riesgo de reacciones anafilácticas). El tratamiento también incluye una dieta libre de trigo. (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016)

Otros problemas relacionados con el gluten

El gluten no es una proteína esencial en la dieta y puede ser reemplazada por otras proteínas, pero no hay evidencia científica suficiente para confirmarlo, sin embargo, la enfermedad está asociada con el gluten. condiciones asociadas con Obesidad, autismo, etc. Hay otras sustancias en los alimentos que pueden causar ciertos síntomas relacionados con el gluten, como los FODMAP (oligosacáridos, disacáridos, monosacáridos y polioles fermentables), fructosa, lactosa, forseína e histamina. Por ello, es importante descartar la presencia de enfermedad celíaca y realizar los protocolos diagnósticos adecuados antes de eliminar el gluten de la dieta. (Jiménez Ortega, Martínez García, Quiles Blanco, Majid Abu Naji, & González Iglesias, 2016)

SUSTITUTOS DEL GLUTEN

El gluten de estas harinas de cereales facilita mucho el amasado y la elaboración de este tipo de productos, ya que ayuda a ligar las moléculas de agua, dando elasticidad a la masa sin romperla. Si elimina el gluten de esta masa, esto no sucederá. Por eso es tan importante utilizar elementos que sustituyan al gluten y realicen una función similar en las masas a base de harina sin gluten elaboradas con cereales sin gluten. Porque los cereales sin gluten, como la harina de legumbres y diversos pseudocereales, no se pueden hornear solos. (Escuela Celicidad, 2015)

Agar agar

Se trata de una gelatina vegetal de origen marino a la que también denominan como «gelatina vegetal». En Oriente lleva utilizándose desde la antigüedad y a mediados del XIX llegó a Europa. La gran ventaja del agar agar es su fuerza gelificante, pero si lo usamos en una masa lo tendremos que disolver primero en agua caliente. (Escuela Celicidad, 2015)

El agar es altamente absorbente y puede absorber 20 veces su propio peso en agua. Se hincha al contacto. Por tanto, para utilizarlo hay que disolverlo en un líquido, hervir suavemente durante unos minutos y remover hasta su completa disolución. Después de eso, debe enfriarse hasta que se endurezca. Por otro lado, no se derrite con el calor hasta 70-85°C. Esta propiedad le permite calentarse con otros ingredientes manteniendo una

consistencia sólida. También es reversible. Esto significa que puede gelificarse, derretirse y gelificarse nuevamente, lo que le permite modificar la consistencia si no obtiene la textura que desea. Se elabora en barras, tiras, hojuelas y polvos y se usa en muchas recetas como espesante, estabilizador, texturizante y agente gelificante. Es un modificador y estabilizador de productos de la industria alimentaria como bebidas, pescados y postres, y se utiliza en laboratorios para preparar medios sólidos para microorganismos. (Lirola, 2022)

Características del agar

- Forma el gel a bajas concentraciones, típicamente entre 0,5% y 2%.
- Gelifica en un amplio rango de pH.
- Es soluble en agua caliente y mientras se enfría, entre 32 °C y 43 °C, forma un gel que tiene la capacidad de permanecer estable hasta una temperatura de 70-85 °C.
- La fuerza de gel del agar-agar depende de: la concentración de agar-agar, el tiempo de reposo, el pH de la solución y contenido de azúcar.
- El pH afecta la fuerza de gel del agar-agar: a menor pH menor es la fuerza del gel.
- El contenido en azúcar afecta a la fuerza del gel: a mayor contenido en azúcar mayor dureza.
- Es inodora e insípida.

Goma xantana

Es el producto que más se utiliza en mezclas panificables comerciales y en recetas de panes caseros. Se trata de un polisacárido producido por una bacteria en una fermentación de azúcares. Con sólo unos gramos de goma xantana podemos dar elasticidad y estructura a nuestros panes y masas. (Escuela Celicidad, 2015)

La goma xantana es un polisacárido obtenido del maíz por fermentación bacteriana. Se comercializa como un polvo blanquecino y es prácticamente neutro en sabor y olor. H. No cambia el sabor final de la masa. Al hacer pasteles, tartas y muffins sin gluten, no desea que el producto final sea seco, duro, quebradizo o pastoso. Todos estos inconvenientes se pueden evitar utilizando goma xantana. La goma xantana se puede mezclar directamente con harina o disolver en agua para obtener un gel que se puede incorporar a las formulaciones. Xanthan Gum actúa como espesante y aglutinante, haciendo que masas

como muffins y galletas adquieran una textura elástica y esponjosa. Para la masa seca que no debe agregar volumen, como la masa de quiche o las tartaletas dulces, la goma xantana es mejor para evitar que se vuelva quebradiza. (Escuela Celicidad, 2015)

Psyllium Husk

El psyllium es proveniente de semillas de una planta denominada plantago, que es originaria de la India. El psyllium su funcionamiento es de manera muy similar al gluten cuando se emplea para la elaboración de masas. Absorbe agua y forma una estructura que atrapa los gases de la fermentación y proporciona una estructura esponjosa y elástica a la miga, explican en el libro Pan Sin Gluten. (Escuela Celicidad, 2015)

VITAMINAS

Las vitaminas son sustancias orgánicas que se encuentran en cantidades mínimas en los alimentos pero que son necesarias para el metabolismo. Estos no se agrupan porque estén químicamente relacionados o porque tengan funciones fisiológicas similares, pero como su nombre lo indica, son elementos importantes en la nutrición y se han encontrado todas las asociaciones con enfermedades que causan deficiencia. Además, no se aplica a otras categorías de nutrientes (carbohidratos, grasas, proteínas, oligoelementos o metales). Cuando se clasificaron por primera vez las vitaminas, a cada vitamina se le asignó una letra del alfabeto. Después de eso, hubo una tendencia a traducir las letras en nombres químicos. El uso del nombre químico está justificado cuando se conoce la fórmula química de la vitamina, como es el caso de las principales vitaminas B. Sin embargo, a pesar de que no están relacionadas químicamente, ciertas vitaminas tienden a encontrarse en los mismos alimentos, por lo que tiene sentido ponerlas en el mismo grupo. (C. Latham, 2002)

Vitamina B1

Es una de las vitaminas del complejo B. Las vitaminas del complejo B son un grupo de vitaminas hidrosolubles que participan en muchas de las reacciones químicas del cuerpo. La tiamina (vitamina B1) ayuda a las células del organismo a convertir carbohidratos en energía. El papel principal de los carbohidratos es suministrar energía al cuerpo,

especialmente al cerebro y al sistema nervioso. La tiamina también juega un papel en la contracción muscular y la conducción de las señales nerviosas. La tiamina es esencial para el metabolismo del piruvato, que es una molécula importante en varias reacciones químicas del cuerpo. (MedlinePlus, 2022)

Vitamina B3 (Niacina)

La vitamina B3, también conocida como niacina, es una vitamina B soluble en agua, también conocida como ácido nicotínico y factor PP (preventivo de la pelagra). Es una sustancia cristalina blanca sintética con propiedades muy estables. La vitamina B3 está compuesta por dos coenzimas, ácido nicotínico y nicotinamida, y participa en la síntesis y descomposición de ácidos grasos, carbohidratos y aminoácidos, y en el intercambio de oxígeno dentro de los tejidos. Su ingesta recomendada se basa en el aporte de triptófano a partir del cual parte del contenido proteico se convierte en niacina. (Ruíz De las Heras, 2021)

Vitamina B6

La vitamina B6, también conocida como piridoxina, es una vitamina hidrosoluble que se disuelve en agua. Es muy común en productos de origen animal y vegetal y lleva a cabo importantes procesos metabólicos. La piridoxina es altamente resistente al oxígeno atmosférico y al calor, por lo que dura más tiempo sin descomponerse ni volverse inactiva. La vitamina B6 interfiere con muchos medicamentos, como la penicilina, los medicamentos para el Parkinson y algunas píldoras anticonceptivas. Por este motivo, es muy importante consultar a su médico antes de tomar suplementos dietéticos que contengan esta vitamina. Su médico puede decirle si puede tomarlo según su historial médico. Aunque las personas con una deficiencia dietética primaria de esta vitamina son muy raras, la deficiencia de vitamina B6 es común en pacientes con tuberculosis tratados con isoniazida. Como resultado, se desarrollaron síntomas como anemia, dermatitis e incluso problemas neurológicos. (Ruíz De las Heras, 2021)

Ácido Fólico (Vitamina B9)

El ácido fólico, también conocido como folato o vitamina B9, es una vitamina soluble en agua (lo que significa que se disuelve en agua). El nombre ácido fólico proviene de la palabra latina folium, que significa "hoja", ya que es la principal fuente de esta vitamina.

Según el protocolo, el ácido fólico se utiliza como suplemento durante el embarazo para prevenir defectos del tubo neural en el feto. Su deficiencia se asocia con el desarrollo de anemia megaloblástica. El alcohol, los barbitúricos y los antiácidos son algunos de los factores que empeoran la ingesta de ácido fólico. La vitamina C interviene en el mantenimiento de los niveles de ácido fólico. Su presencia es necesaria para la formación de ácidos nucleicos (ADN, ARN), portadores de información genética en las células. Una deficiencia de esta vitamina puede causar defectos de nacimiento, por lo que es importante obtener la cantidad necesaria si está embarazada. (Ruíz De las Heras, 2021)

Vitamina E

La vitamina E es una vitamina liposoluble derivada principalmente de cereales integrales y aceites vegetales. También se le llama vitamina antifertilidad o vitamina de la fertilidad porque algunos estudios han demostrado que las ratas que carecen de esta vitamina causan problemas con los testículos y las hembras. Muchos compuestos llamados tocoferoles se agrupan como vitamina E. Entre ellos, el α -tocoferol es el más activo. Solo el 20-40% de la cantidad de vitamina E ingerida a lo largo del día puede ser absorbida y atravesar la barrera intestinal. Su toxicidad puede afectar la vitamina K y causar sangrado. Las funciones de la vitamina E en el cuerpo incluyen: Ayuda al cuerpo a utilizar la vitamina K, participa en la formación de glóbulos rojos, promueve la vasodilatación, previene la formación de coágulos de sangre y tiene propiedades antioxidantes y citoprotectoras. Protege la vitamina A, previene la aterosclerosis, previene el desarrollo de cáncer, previene la degeneración muscular, participa en los procesos reproductivos. (Ruíz De las Heras, 2021)

MINERALES

Los minerales son nutrientes que el cuerpo humano necesita en cantidades relativamente pequeñas en comparación con los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos). Por lo tanto, se consideran micronutrientes como las vitaminas. Son sustancias con importantes funciones reguladoras, no pueden ser sintetizadas por el organismo y deben ser aportadas por los alimentos. No proporcionan energía. Dentro de los minerales se distinguen:

- Macro elementos esenciales: el organismo los precisa en cantidades superiores a 100 mg por día, como por ejemplo el calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), potasio (K), cloro (Cl), magnesio (Mg) y azufre (S).
- Micro elementos esenciales: el organismo los precisa en cantidades inferiores a 100 mg por día, como por ejemplo el hierro (Fe), flúor (F), cinc (Zn), y cobre (Cu).
- Elementos traza esenciales: el organismo los precisa en cantidades inferiores a 1 mg por día, como por ejemplo el yodo (I), cromo (Cr), molibdeno (Mo) y selenio (Se).
- Elementos contaminantes: plomo (Pb), cadmio (Cd), mercurio (Hg), arsénico (As), boro (B), aluminio (Al), litio (Li), bario (Ba), etc.

Los minerales son ubicuos en los alimentos y relativamente resistentes a los tratamientos técnicos y culinarios. Los minerales no se ven afectados por la luz o el calor, pero pueden perderse en los lixiviados y el agua de cocción, o permanecer en la fibra sin ser absorbidos. El contenido de minerales varía según el origen del alimento. Además, algunos alimentos contienen sustancias, como el ácido fítico presente en muchos vegetales, que actúan como antinutrientes y forman complejos con minerales que interfieren en su absorción. (Fundación Española de la Nutrición, 2014)

Calcio

El calcio es un mineral que el cuerpo necesita para formar y mantener huesos fuertes y llevar a cabo muchas funciones importantes. El calcio es el mineral más abundante en el organismo. Casi todo el calcio se almacena en los huesos y los dientes, lo que les da estructura y rigidez. El cuerpo necesita calcio para que los músculos se muevan y los nervios transmitan mensajes desde el cerebro hasta las distintas partes del cuerpo. Además, el calcio ayuda a que la sangre circule a través de los vasos sanguíneos por todo el cuerpo y a liberar las hormonas necesarias para muchas funciones del organismo. (National Institutes of Health, 2022)

La insuficiencia en el consumo de calcio es causa de varias afecciones, entre ellas:

- La osteoporosis que causa debilidad y fragilidad de los huesos y, por ende, aumenta el riesgo de caídas;

- El raquitismo que afecta a los niños y ocasiona ablandamiento y debilidad de los huesos;
- La osteomalacia que causa el ablandamiento de los huesos, tanto en niños como en adultos.

Fósforo

El fósforo es un mineral que constituye el 1% del peso corporal total de una persona. Es el segundo mineral más abundante en el cuerpo. Está presente en cada célula del cuerpo. La mayor parte del fósforo en el organismo se encuentra en los dientes y en los huesos. La principal función del fósforo es la formación de huesos y dientes. Este cumple un papel importante en la forma como el cuerpo usa los carbohidratos y las grasas. También es necesario para que el cuerpo produzca proteína para el crecimiento, conservación y reparación de células y tejidos. Asimismo, el fósforo ayuda al cuerpo a producir ATP, una molécula que el cuerpo utiliza para almacenar energía. (Medlineplus, 2021)

El fósforo trabaja con las vitaminas del complejo B. También ayuda con lo siguiente:

- Funcionamiento de los riñones
- Contracción de músculos
- Palpitaciones normales
- Señales nerviosas

Zinc

El zinc es un nutriente que las personas necesitan para estar sanas. El zinc se encuentra en las células de todo el cuerpo. Ayuda al sistema inmunitario a combatir bacterias y virus que invaden al cuerpo. El cuerpo también necesita zinc para fabricar proteínas y el ADN, el material genético presente en todas las células. Durante el embarazo, la infancia y la niñez, el organismo requiere zinc para crecer y desarrollarse bien. El zinc también favorece la cicatrización de las heridas y el funcionamiento normal del sentido del gusto y el olfato.

La deficiencia de zinc disminuye el ritmo de crecimiento de los bebés y niños, retrasa el desarrollo sexual en los adolescentes y causa impotencia en los hombres. La deficiencia

de zinc también causa pérdida del cabello, diarrea, lesiones en los ojos y la piel y pérdida de apetito. Además, puede provocar pérdida de peso, problemas de cicatrización de heridas, disminución del sentido del gusto y reducción de los niveles de concentración.

El sistema inmunitario del cuerpo necesita zinc para hacer su labor. Las personas mayores y los niños en países en desarrollo que registran bajos niveles de zinc pueden tener un alto riesgo de contraer neumonía y otras infecciones. El zinc también ayuda a mantener la piel sana. Algunas personas con úlceras en la piel podrían beneficiarse con el consumo de suplementos dietéticos de zinc, pero sólo si los niveles de zinc son muy bajos. (National Institute of Health, 2022)

Hierro

El hierro es un mineral necesario para el crecimiento y desarrollo del cuerpo. El cuerpo utiliza el hierro para fabricar la hemoglobina, una proteína de los glóbulos rojos que transporta el oxígeno de los pulmones a distintas partes del cuerpo, y la mioglobina, una proteína que provee oxígeno a los músculos. El cuerpo también requiere hierro para elaborar hormonas y tejido conectivo. El cuerpo utiliza el hierro almacenado en los músculos, el hígado, el bazo y la médula ósea. Pero cuando los niveles de hierro almacenados en el cuerpo disminuyen, se produce la anemia por deficiencia de hierro. Los glóbulos rojos se achican y contienen menos hemoglobina. Como resultado, la sangre transporta menos oxígeno de los pulmones al resto del cuerpo. (National Institutes of Health, 2020)

Potasio

El potasio es un mineral que se encuentra en muchos alimentos. El cuerpo necesita potasio para casi todas las funciones, incluido el funcionamiento adecuado de los riñones y el corazón, la contracción muscular y la transmisión nerviosa. La falta de potasio puede aumentar la presión arterial, disminuir los niveles de calcio en los huesos y aumentar el riesgo de cálculos renales. La diarrea o los vómitos persistentes, el abuso de laxantes, el uso de diuréticos, el uso de arcilla, la sudoración excesiva, la diálisis o el uso de ciertos medicamentos pueden causar una deficiencia grave de potasio. En esta condición, llamada hipopotasemia, los niveles de potasio en la sangre son muy bajos. Los síntomas de la hipopotasemia incluyen estreñimiento, fatiga, debilidad y malestar general. La hipopotasemia más severa puede causar aumento de la micción, disminución de la función

cerebral, niveles altos de azúcar en la sangre, parálisis muscular, dificultad para respirar y ritmo cardíaco irregular. La hipopotasemia grave puede poner en peligro la vida. Las personas con un bajo consumo de potasio tienen un mayor riesgo de presión arterial alta, especialmente si siguen una dieta rica en sal (alta en sodio). Aumentar la cantidad de potasio en la dieta y disminuir la cantidad de sodio en la dieta disminuye la presión arterial y reduce el riesgo de accidente cerebrovascular. La ingesta baja de potasio puede elevar los niveles de azúcar en la sangre. Con el tiempo, puede desarrollar resistencia a la insulina, lo que aumenta el riesgo de desarrollar diabetes tipo 2. Muy poco potasio reduce la excreción de calcio en los huesos y aumenta la cantidad de calcio en la orina. Este calcio forma depósitos duros (piedras) en los riñones, que pueden ser muy dolorosos. Aumentar la cantidad de potasio en la dieta puede reducir el riesgo de desarrollar cálculos renales. (National Institutes of Health, 2019)

Magnesio

El magnesio es un nutriente que el cuerpo necesita para mantenerse saludable. El magnesio es importante para muchos procesos que realiza el cuerpo. Por ejemplo, regula la función muscular y del sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre y la presión arterial. También ayuda en la formación de proteínas, masa ósea y ADN (el material genético dentro de las células). Sin embargo, la ingesta inadecuada prolongada de magnesio puede conducir a una deficiencia de magnesio. Además, algunas enfermedades y medicamentos pueden causar deficiencia de magnesio al afectar la capacidad del cuerpo para absorber magnesio o aumentar la cantidad de magnesio excretado del cuerpo. Los síntomas de la deficiencia de magnesio incluyen pérdida de apetito, náuseas, vómitos, fatiga y debilidad. La deficiencia severa de magnesio puede causar entumecimiento, hormigueo, espasmos musculares, convulsiones, cambios de personalidad y anomalías en el ritmo cardíaco. (National Institutes of Health, 2020)

Es más probable que estos grupos de personas no consuman suficiente magnesio:

- personas con enfermedades gastrointestinales (como la enfermedad de Crohn o la enfermedad celíaca)
- personas con diabetes tipo 2
- personas con alcoholismo de largo plazo
- gente mayor

LAS PROTEÍNAS VEGETALES

Generalmente, las carnes rojas y blancas (res, cerdo, pollo, pescados) son fuente de proteínas, sin embargo, hay personas que, al optar por un tipo de alimentación ya sea vegetariana o vegana, por prescripción médica o porque son alérgicas, necesitan obtener la proteína de otra manera. Sobre todo, si además son deportistas y requieren algún suplemento pues si hay alguna rotura de las fibras musculares, las proteínas las reparan además de proporcionar una mejor recuperación después de tu entrenamiento.

En este sentido, las proteínas de origen vegetal son una alternativa y se pueden encontrar en los siguientes alimentos y también en suplementos elaborados con ellos.

1. Frutos secos: Contienen minerales como hierro, magnesio, fósforo, potasio y calcio, y se encuentran en las nueces, almendras, avellanas, castañas.
2. Semillas: Aportan vitaminas C y B, calcio, fósforo, potasio, hierro y fibra: pistaches, semillas de calabaza, girasol, ajonjolí, linaza.
3. Legumbres: Algunas como la soya contienen un buen aporte de proteínas y aminoácidos esenciales, así como sus derivados como el tofu. También las lentejas, los chícharos, los frijoles, los garbanzos, los cacahuates. Algunos productos son elaborados con estos alimentos y puedes probarlos en polvo.
4. Cereales: Arroz, avena, cebada, trigo, quinoa, centeno, maíz, amaranto, mijo, trigo sarraceno y trigo espelta. Además de proteínas son una buena fuente de fibra que es benéfica para un mejor tránsito intestinal. (Nutrición Deportiva, 2020)

QUINOA

La quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) es un pseudocereal utilizado como alimento para animales y es altamente nutritivo ya que contiene 20 aminoácidos (incluyendo 10 aminoácidos esenciales). Contiene un 40% más de lisina que la propia leche. Por eso es el cereal más completo de todos los cereales y es capaz de aportar al organismo proteínas de gran calidad, pudiendo incluso competir en este aspecto con las proteínas animales de la carne, la leche y los huevos. Además, se afirma que tiene un contenido de grasa más bajo y no tiene colesterol en comparación con otros cereales. (Dr. Hernández Rodríguez, 2015)

La quinua es el único alimento de origen vegetal que contiene todos los aminoácidos, oligoelementos y vitaminas esenciales y no contiene gluten. Los aminoácidos esenciales se encuentran en el núcleo del grano, a diferencia de otros cereales que se encuentran en la exosperma o en la cáscara, como es el caso del arroz o trigo. Por otro lado, las plantas cultivadas muestran buena adaptabilidad a diferentes suelos agroecológicos. Puede crecer con una humedad relativa del 40% al 88% y tolera temperaturas de -4°C a 38°C. Es una planta manejadora y eficiente del agua, tolerante y tolerante a la falta de humedad del suelo, permitiendo rendimientos aceptables con niveles de precipitaciones de 100-200mm. Existen más de 3.000 cultivares o ecotipos de quinua, tanto cultivados como silvestres, clasificados en cinco categorías básicas (ecotipos de elevación, sierra, valles interandinos, salares y Yungas) según sus gradientes de elevación. (PROINPA, 2011)

Origen

La quinoa es una planta que proviene de América del Sur, y que se cultiva principalmente en la región andina, en los países de Perú, Bolivia y Ecuador. Originariamente se consumía sólo en esta zona del continente, pero actualmente se ha expandido a todo el mundo, debido a las importantes cualidades nutricionales que posee. Existen más de 200 variedades de quinoa, aunque en España la que se consigue más fácilmente es la Real, que es de color blanco y que contiene menos saponina, la sustancia que le da un toque de sabor amargo. El cultivo y uso doméstico de la quinoa se originó en los alrededores del lago Titicaca, en Perú y Bolivia. La evidencia histórica señala que la introducción de este alimento en la dieta diaria de las comunidades de la zona se ubica entre los 3.000 y 5.000 años antes de Cristo. El Imperio Inca perfeccionó tecnológicamente su desarrollo y comercializó la quinoa en todo su territorio. Con la llegada de los españoles al continente, su consumo fue reemplazado por otro tipo de cereales más convencionales. Pedro de Valdivia fue el primer español en documentar el cultivo de este cereal, al describir cómo se alimentaban las poblaciones originarias, para las cuales la quinoa formaba parte de su consumo habitual. (Fine Dining Lovers, 2021)

Antecedentes históricos

La quinoa es uno de los cultivos andinos que se cultiva desde la época preincaica. En la cuenca del lago Titicaca (entre los territorios de Bolivia y Perú), las culturas prehispánicas Lupaka e Inca domesticaron y mejoraron el cultivo de la quinoa hace 3.000 a 5.000 años al punto que se considera la principal fuente de quinoa. Fue cultivada por las civilizaciones

prehispánicas y utilizada en sustitución de los cereales hasta la llegada de los españoles. Se cree que cuando los conquistadores descubrieron las propiedades nutricionales de la quinoa, prohibieron el cultivo de la quinoa para debilitar la resistencia de los incas. Reubicado a altitudes más altas, lo que resulta en una reducción de la producción. (Quelal, Nazate, Villacrés, & Cuarán, 2019)

Propiedades

Debido a su importante valor nutricional, el Health Grain Consortium ha incluido la quinoa langostina en su lista de cereales saludables. Tiene un índice glucémico bajo y mejora la sensibilidad a la insulina, por lo que es apta para el consumo de diabéticos. Esto se debe a su alto contenido de fibra y alto contenido de proteínas en comparación con otros granos. Los granos de quinoa no contienen gluten y pueden enriquecer enormemente la dieta de las personas celíacas. También es un alimento interesante para los intolerantes a la lactosa, ya que contiene proteínas de calidad similar a la caseína de la leche de vaca. También es un alimento excelente para consumidores vegetarianos ya que también es rico en aminoácidos esenciales. La quinoa contiene dos fitoestrógenos (daidzeína y genisteína), los cuales brindan beneficios nutricionales a los humanos en comparación con otros alimentos vegetales y están asociados con la osteoporosis y la deficiencia de estrógenos asociada con la menopausia. Previene muchos cambios orgánicos y funcionales. Además, promueve suficiente actividad metabólica y correcta circulación sanguínea en el cuerpo. Al contener fibra y lípidos insaturados que favorecen el perfil lipídico del organismo, su consumo también tiene un efecto positivo en la regulación de los niveles de colesterol en sangre. Los ácidos grasos poliinsaturados que contiene (50,2% de ácido linoleico y 4,8% de ácido linolénico) tienen un efecto muy beneficioso sobre las enfermedades cardiovasculares, pero este efecto se ve potenciado por la presencia de aminoácidos como la prolina y el ácido aspártico, que pueden mejorar la salud del corazón. Mejora la protección y el mantenimiento de los vasos sanguíneos. Las semillas de quinoa contienen concentraciones significativas de fenoles, flavonoides y saponinas, lo que indica que son muy ricas en compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y antibacterianas. Esta acción antioxidante se ve reforzada por la vitamina E y los ácidos grasos omega-3. Las semillas con mayor actividad antioxidante son las que tienen mayor concentración de fenoles y por lo tanto el color de semilla más oscuro. (Rodríguez Hernández, 2018)

Características

Es apreciada como planta comestible que crece todos los años y alcanza una altura de 1 a 3m. Las hojas son anchas y varían en forma incluso en la misma planta. El tallo central tiene hojas lobuladas y quebradizas, que pueden o no tener ramas, y estas diferencias dependen de la variedad y densidad de plantación. Las flores son pequeñas y no tienen pétalos. Como es hermafrodita, a menudo se fecunda sola y el fruto es seco y tiene un diámetro de unos 2 mm. La temporada de crecimiento es entre 150 y 240 días. Se han encontrado pequeñas plantas al nivel del mar en el sur de Chile y se pueden cultivar desde el nivel del mar hasta una altitud de 3.900 metros. (Dr. Hernández Rodríguez, 2015)

INTERCAMBIO COMERCIAL TOTAL DE QUINOA

En 2022, el valor comercial de la quinoa “Chenopodium Quinoa” (incluidas las ventas al exterior) fue de US\$1,47 millones. En 2022, Jalisco (US\$25,100) fue el estado con mayores ventas internacionales de quinoa (Chenopodium Quinoa). Los estados con más compras extranjeras en 2022 fueron México (US\$760,000), Jalisco (US\$327,000) y Ciudad de México (US\$249,000). En 2022, los principales compradores de quinoa, Chenopodium Quinoa, fueron Estados Unidos (US\$16,400), Hong Kong (US\$8,72 mil) y El Salvador (\$0). Perú (US\$602,000), Bolivia (US\$580,000) y Canadá (US\$153,000) fueron las principales fuentes comerciales de quinoa en 2022. A nivel mundial, los principales exportadores de Chenopodium Quinoa en 2021 fueron Perú (\$107 millones), Bolivia (\$67,5 millones) y Estados Unidos (\$12,2 millones). En el mismo año, Estados Unidos (US\$72,3 millones), Canadá (US\$27,4 millones) y Alemania (US\$19,5 millones) fueron los mayores importadores de quinoa, Chenopodium Quinoa. (Secretaría de Economía, 2022).

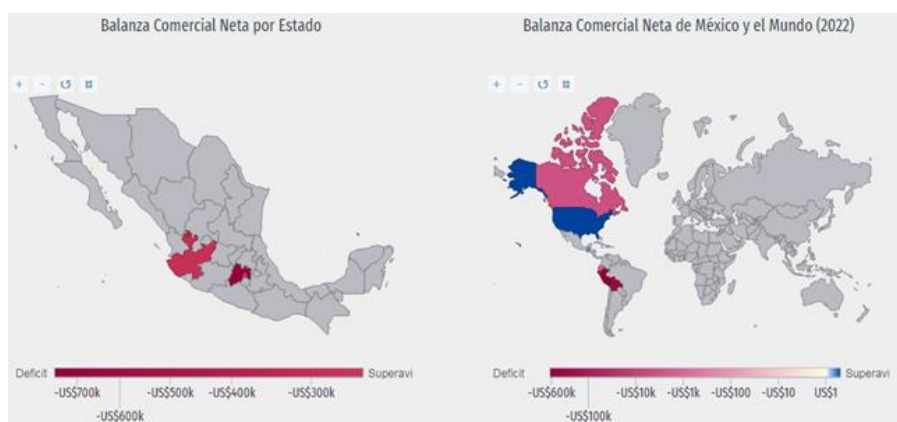


Figura 1 Balanza Comercial de la Quinoa

En 2022, el valor comercial total de la quinoa (*Chenopodium Quinoa*) en México (incluido el comercio internacional) fue de USD 1,47 millones. La visualización muestra el saldo neto de quinoa (*Chenopodium Quinoa*) a nivel país y país. Un color más cercano al azul indica que la región logró un mayor nivel de ventas internacionales. Los colores más cercanos al rojo indican mayores niveles de compras internacionales en la región. (Secretaría de Economía, 2022) En enero de 2023, las ventas internacionales de Quinoa “*Chenopodium Quinoa*” fueron de US\$0, mientras que las compras internacionales alcanzaron los US\$224k. Lo anterior resulta en una balanza comercial de -US\$224k. (Secretaría de Economía, 2022)

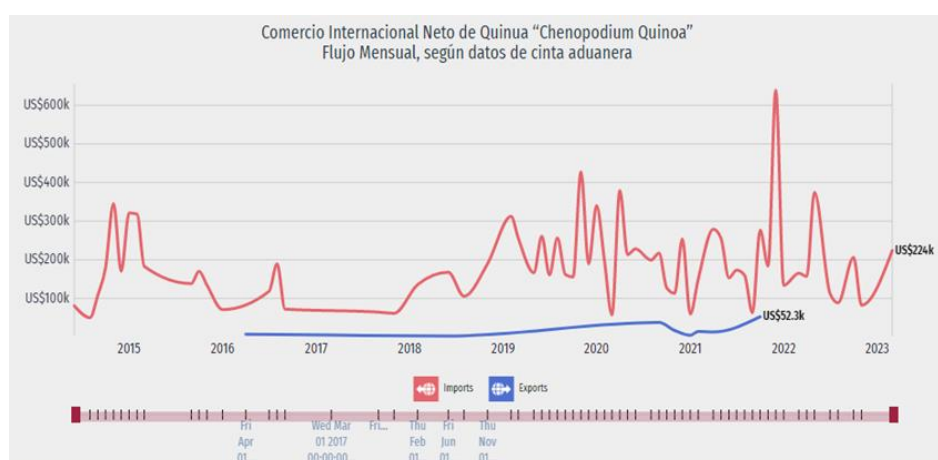


Figura 2 Comercio internacional Neto de Quinoa

INTERCAMBIO COMERCIAL TOTAL DE ARROZ

En 2022, la facturación comercial total de arroz de México (incluidas las ventas internacionales) fue de US \$ 580 millones. Una visualización muestra los ingresos y gastos netos de Rice a nivel estatal y nacional. Un color más cercano al azul indica que la región logró un mayor nivel de ventas internacionales. Los colores más cercanos al rojo indican mayores niveles de compras internacionales en la región. En 2022, los ingresos minoristas totales de Arroz (incluidas las compras y ventas internacionales) fueron de \$ 580 millones. Los principales destinos comerciales del arroz en 2022 son Colombia (\$290 000), Cuba (\$121 000), El Salvador (\$2,99 millones), Emiratos Árabes Unidos (\$387 000), Estados Unidos (219 000 dólares). (Secretaría de Economía, 2022)

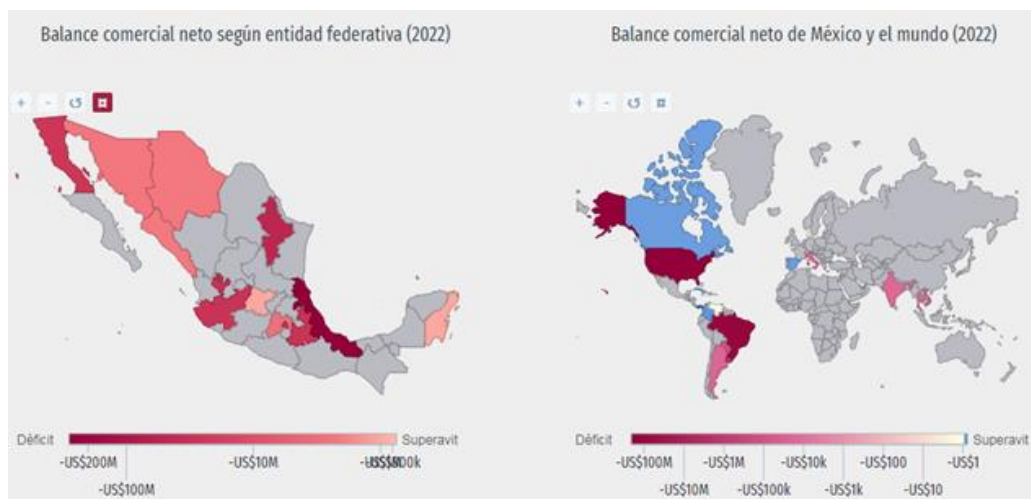


Figura 3 Balance Comercial Neto de Arroz

Los países productores de arroz comercial más importantes en 2022 serán Estados Unidos (USD 204 millones), Brasil (USD 197 millones), Uruguay (USD 110 millones), Paraguay (USD 34,7 millones) y Argentina (USD 852 millones). A nivel mundial, los principales exportadores de arroz en 2021 serán India (US\$10,28 mil millones), Tailandia (US\$3,518 mil millones) y Vietnam (US\$2,742 mil millones), los principales importadores de arroz en el mismo año. 2022 Colombia (US\$290.000), Cuba (US\$121.000), El Salvador (US\$299.000), Emiratos Árabes Unidos (US\$38.700), Estados Unidos (US\$2.19 mil). (Secretaría de Economía, 2022)

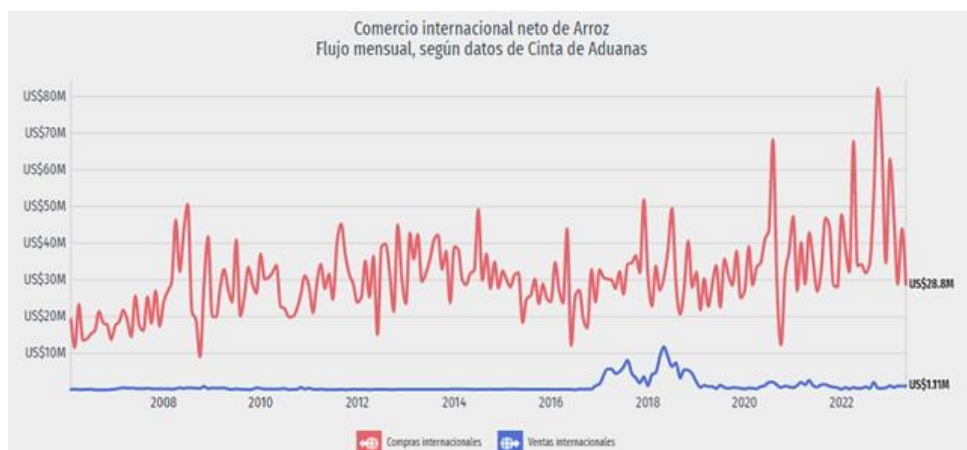


Figura 4 Comercio Internacional Neto de Arroz

ADITIVOS

Los aditivos alimentarios son sustancias que se añaden para mantener o mejorar la seguridad, frescura, sabor, textura, apariencia, etc. La sal (que se encuentra en carnes como el tocino y el pescado seco), el azúcar (que se encuentra en las mermeladas) y el dióxido de azufre (que se encuentra en el vino), algunos de los cuales se han utilizado durante siglos para conservar los alimentos. Debido a que las condiciones de preparación de alimentos a gran escala son muy diferentes a las de la cocina casera, con el tiempo se han desarrollado una variedad de nuevos aditivos para satisfacer las necesidades de la producción de alimentos. Los aditivos son necesarios para garantizar la seguridad de los alimentos procesados y mantenerlos en buenas condiciones durante el transporte desde las fábricas y cocinas comerciales hasta los consumidores, así como a través de almacenes y tiendas. (Oficinas regionales de la OMS, 2018)

El uso de aditivos alimentarios sólo está permitido si satisfacen necesidades técnicas, no inducen a error a los consumidores y se utilizan con una función técnica claramente definida, como mantener la calidad nutricional de los alimentos o mejorar la estabilidad. Estas sustancias pueden derivarse de plantas, animales, minerales o producirse sintéticamente. Se añaden intencionadamente con fines técnicos específicos para conferir al alimento en cuestión las propiedades que los consumidores normalmente perciben. Hoy en día se utilizan cientos de miles de aditivos con funciones específicas para hacer que los alimentos sean más seguros o estéticamente más agradables. La OMS y la FAO clasifican estas sustancias en tres categorías amplias según su función. (Oficinas regionales de la OMS, 2018)

Aromatizantes

Sustancias añadidas a los alimentos para mejorar el sabor o el olfato. Son los aditivos alimentarios más utilizados y hay cientos de ellos añadidos a una amplia gama de alimentos, desde dulces y refrescos hasta cereales, tartas y yogures. Los sabores naturales incluyen frutas (incluidas las secas), mezclas de semillas, verduras y sustancias derivadas del vino. Además, existen sabores que imitan los sabores naturales. (Oficinas regionales de la OMS, 2018)

Enzimas

Las enzimas son un tipo de aditivo que no se incluye en el producto final. Las enzimas son proteínas naturales que catalizan reacciones bioquímicas y descomponen moléculas grandes en sus componentes. Se derivan de productos de origen animal o vegetal, o de microorganismos como bacterias, y sirven como sustituto de procesos químicos. Se utilizan principalmente en productos horneados (para mejorar la masa), elaboración de jugos de frutas (para aumentar el rendimiento), elaboración de vino y cerveza (para mejorar la fermentación) y elaboración de queso (para mejorar la formación de cuajada). (Oficinas regionales de la OMS, 2018)

Otros aditivos

Existen otros aditivos utilizados para diversos fines como conservar, colorear y edulcorar. Se añaden durante la preparación, envasado, transporte y almacenamiento de los alimentos y pasan a formar parte del producto final. Los conservantes pueden retardar el deterioro de los alimentos por el aire, el moho, las bacterias y las levaduras. Estos no solo ayudan a mantener la calidad de los alimentos, sino que también ayudan a prevenir la contaminación que puede provocar intoxicación alimentaria, algunas de las cuales pueden ser fatales, como el botulismo. Los colorantes se añaden a los alimentos para restaurar el color perdido durante la cocción o mejorar su apariencia. Los edulcorantes se utilizan comúnmente como sustitutos del azúcar porque añaden pocas o ninguna caloría a los alimentos. (Oficinas regionales de la OMS, 2018)

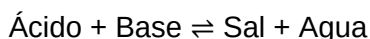
Conservador alimenticio

La categoría de conservantes de alimentos incluye productos que funcionan para prevenir o inhibir el desarrollo microbiano o reacciones químicas no deseadas en alimentos y bebidas. Como resultado, los productos de calidad permanecen más tiempo en los lineales de los supermercados. En general, los conservantes preservan las propiedades originales de un producto, como color, sabor, olor, apariencia y seguridad alimentaria. Una de las principales categorías de conservantes alimentarios son los ácidos orgánicos como el ácido propiónico, el ácido sórbico, el ácido benzoico, el ácido cítrico, el ácido láctico, el ácido acético y los ácidos orgánicos como el sorbato, propionato, benzoato, citrato, sus sales como el lactato, acetato, etc.

Funcionamiento de un conservador alimenticio

Los conservantes actuarán para prevenir o inhibir el crecimiento de bacterias y hongos (mohos y levaduras) en los alimentos. Para entender su funcionamiento, hay que recordar algunos conceptos. (KEMIN, 2021)

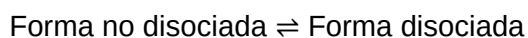
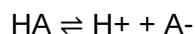
Inicialmente, es necesario recordar las reacciones químicas ácido-base:



En este caso, cuando trabajamos con un producto en forma de sal, como el propionato de calcio, tendremos la siguiente reacción:



Por lo tanto, cuando las sales conservantes están en presencia de agua, hecho que ocurre en los alimentos y bebidas, se convertirá en soluciones acuosas con sus formas de ácidos orgánicos. Para continuar en el proceso de acción de un conservante, hay que recordar otro concepto: la reacción de disociación de un ácido. (KEMIN, 2021)



Estos ácidos orgánicos, cuando están en la forma no disociada, penetran en la célula de los microorganismos presentes y disminuyen el pH de sus células. De esta forma, con su pH ácido, las bacterias y los hongos no consiguen reproducirse, ya que toda su energía se utiliza para expulsar los iones H^+ y A^- de su célula. Por lo tanto, los ácidos orgánicos son conservantes con capacidad bacteriostática - no matan a los microorganismos, sólo impiden que se reproduzcan y se benefician de las condiciones que los alimentos ofrecen a su desarrollo. (KEMIN, 2021)

SORBATO DE POTASIO

El sorbato de potasio es la sal de potasio del ácido sórbico. Se presenta principalmente en forma de cristales blancos, polvo cristalino o gránulos, según el fabricante. Este producto es ampliamente utilizado como conservante en la industria alimentaria debido a su amplia actividad antimicrobiana inhibiendo moho, levaduras y bacterias aeróbicas. Debido a su

limitada efectividad contra bacterias anaerobias, se recomienda combinarlo con otros conservantes como el benzoato de sodio u otros procesos que puedan ayudar a alargar efectivamente la vida útil del producto. Si se utiliza sorbato de potasio en combinación con otros conservantes, la dosis recomendada es del 0,1 al 0,2%. La FDA reconoce el sorbato de potasio como un aditivo seguro cuando se usa apropiadamente. Según esta organización, la dosis máxima permitida es del 0,3%. (QPros Materias primas especializadas, 2020)

Este producto se usa comercialmente más que el ácido sórbico debido a su alta solubilidad en agua. Además, las propiedades del producto como el sabor, el olor y la apariencia permanecen sin cambios. Los usos más comunes de este producto incluyen productos de panadería, dulces, bebidas concentradas, frutas secas, bebidas carbonatadas y sin gas, salsas y aderezos, carnes y pescados procesados. (QPros Materias primas especializadas, 2020)

El sorbato de potasio es un aditivo alimentario, también conocido como sal potásica del ácido sórbico o número E-202, es una sustancia química que se encuentra en cristales o polvo de color blanco y que se utiliza como conservante en la industria alimentaria. Utilizado como conservante de alimentos. También puede inhibir la actividad de la levadura. Dosis habitual: 3 g por kg de formulación (o por litro de agua). Dosis máxima permitida: 0,6%. (Pochteca Colombia, 2022)

Ventajas de Sorbato Potásico

Es apto para consumo humano al ser de origen natural. Se disuelve fácilmente en el estómago y nutre el sistema digestivo, ayuda a aumentar la inmunidad contra las bacterias. Aumenta la saciedad después de las comidas. Trabaja con bacterias del ácido láctico para mejorar la función gastrointestinal, tiene un efecto positivo sobre el sistema nervioso, aumentando la concentración y los niveles de energía. (Pochteca Colombia, 2022)

Su efecto antibacteriano es de amplio espectro, lo que le permite inhibir levaduras, mohos y bacterias aeróbicas. Sin embargo, tiene una eficacia limitada contra las bacterias anaeróbicas, por lo que puede combinarse con conservantes como el benzoato de sodio para aumentar la eficacia. No deja regusto amargo, por lo que no afecta el sabor de los alimentos y se puede utilizar en casi todos los alimentos procesados. (Pochteca Colombia, 2022)

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Fabricación de harina de arroz

Fabricación de harina de arroz blanco

En la figura 5 se muestra el tamizado por un kilo de arroz blanco de la marca Itariso por un tamiz para semillas, para eliminar de cualquier suciedad y así mismo también retirar aquellos granos que no correspondan, ya sea granos de frijol, cebada o trigo, pero en especial esto se realiza para retirar las partículas de tierra o piedras que suelen venir en el empaque.



Figura 5 Tamizado de Arroz Blanco

Los granos de arroz limpios se lavaron primero con agua purificada para retirar las partículas de polvo que hayan permanecido adheridas a los granos de arroz, como se muestra en la figura 6, este proceso se realiza hasta que el agua del arroz permanezca lo más limpia posible, hasta que ya no salga sucia o con residuos.



Figura 6 Lavado de Arroz blanco

Por último, se lavó con agua purificada y se transfirió a un tamiz limpio en el cual se dejó escurrir hasta retirar toda el agua que contengan, este proceso se realizó también para

retirar el almidón del arroz, así mismo se garantiza que la harina de arroz no sea espesa y gomosa una vez se convierta en harina.



Figura 7 Secado de Arroz blanco

Como se muestra en la figura 7, los granos de arroz se colocaron sobre bandejas de aluminio y se extendieron para después meterse al horno a 60 °C, removiendo periódicamente el material para realizar un secado uniforme. El procedimiento se realizó durante 3 horas y 30 minutos Para dicho proceso se usó un horno de la marca INDELAB.



Figura 8 Molienda del Arroz después del secado

Una vez que los granos quedaron completamente deshidratados, se dejaron a temperatura ambiente para temperarse, para poder continuar con la siguiente fase, la cual consistió en llevar los granos de arroz a un molino de semillas (figura 8), en el cual los granos de arroz se vertieron en el recipiente de aluminio instalado en la parte superior, vaciando la cantidad de 500 gramos, se selló la tapa y se aseguraron los tornillos y las pinzas de seguro, una vez realizado este se enciende el molino y con ayuda de la manija que se encuentra sobre

la tapa se agito el molino para que todos los granos fueran pulverizados y no quedaran granos atascados en los bordes. Este proceso se realiza por un espacio de 1 min.



Figura 9 Arroz blanco contenido en un medio estéril

La finura de trituración alcanzo en una malla de 70 a 300 grados de potencia superfina. Una vez pulverizado el arroz se vació en frascos de vidrio previamente esterilizados los cuales se aseguraron bien con la tapadera para impedir la contaminación del producto obtenido.

Fabricación de harina de arroz integral

Se extendió sobre una mesa limpia un kilo de arroz integral y se verifico que no tuviera impurezas que no pertenezcan a los granos a ocupar, así mismo se retiraron las partículas que venían en el producto, conforme a lo expresado en la figura 10. El arroz se pasó por tamiz para semillas para eliminar cualquier suciedad, ya sean partículas de polvo o tierra que se encuentren en el arroz y hayan sido arrastradas, también se retiró aquellos granos que no correspondan ya sea como los granos de frijol, cebada o trigo y aquellos granos de arroz que no nos sean útiles para el desarrollo de la metodología, pero en especial esto se realizó para así también retirar las moléculas de tierra.



Figura 10 tamizado del arroz integral

Una vez que quedaron solamente los granos de arroz estos se lavaron primero con agua purificada para retirar las moléculas de polvo que hayan permanecido en los granos de arroz aun después de la extracción de granos diferentes o piedras, este proceso se realizó hasta que el agua del arroz permanezca lo más limpia posible y así mismo ya no salga sucia o con residuos y se retira el almidón que contiene, por último se lavó con agua purificada y se vació en un tamiz limpio en el cual se dejó escurrir hasta retirar toda el agua que contenía.



Figura 11 Secado de las bandejas de arroz integral

Como se presenta en la figura 11, los granos de arroz se colocaron sobre bandejas de aluminio y se extendieron de manera uniforme para poder meterlas a un horno en el cual se consumirá toda el agua que contenga cada grano de arroz, por lo cual se debe de checar las bandejas con el arroz cada 30 min para poder menearlo con una espátula y así se realice un secado uniforme. Para dicho proceso se usó un horno de la marca INDELAB el cual manejo una temperatura de 60 °C, para que el calor pudiera concentrarse en el horno, pero sin llegar a quemar los granos de arroz. Este proceso se llevó a cabo por 3 horas y 30 minutos. Durante el proceso de secado se prefirió trabajar con este tipo de horno debido a que un horno eléctrico al tener contacto directo el calor con el arroz este solía cambiar de



Figure 12 Molienda de arroz integral

color y ponerse aún más café, por lo que se experimentó con el horno INDELAB y dio mejores resultados para poder secar el arroz y no quemarlo.

Una vez que los granos quedaron completamente deshidratados, se dejaron a temperatura ambiente para temperarse, para poder así continuar con la siguiente fase, la cual consistió en llevar los granos de arroz a un molino de semillas, expresado en la figura 12, en el cual los granos de arroz se vierten en el globo o recipiente de aluminio instalado en la parte superior, vaciando la cantidad permitida por molienda la cual es de 500 gramos, enseguida se sella con la tapa y se aseguran los tornillos y las pinzas de seguro, una vez realizado este se enciende el molino y con ayuda de la tapa se mueve balanceando el molino para que todos los granos se pulvericen, este proceso se realiza por un espacio de 1 min.



Figura 13 Registro de harina de arroz integral obtenida

Una vez pulverizado el arroz se llevó a un abalanza analítica, visible en la figura 13, para registrar el valor de harina producida y embazada por lo que posteriormente se vació en frascos de vidrio previamente esterilizados los cuales se aseguraron bien con la tapadera para impedir la contaminación del producto obtenido.

Elaboración de concentrado de quinoa

La quinoa se obtuvo de un puesto de especias “el guajillo” puesto 252 en el mercado Benito Juárez, en la ciudad de Oaxaca de Juárez. Se ocuparon 600 gramos de quinoa la cual se extendió sobre una mesa limpia y se verificó que no tuviera impurezas que no pertenezcan a los granos a ocupar, como se visualiza en la figura 14, así mismo se retiraron las piedras que venían la quinoa adquirida. Este proceso se realizó debido a que en la adquisición del producto se compró directamente de un costal.



Figura 14 tamizado de quinoa

La quinoa se pasó por tamiz para semillas para eliminar de cualquier suciedad, ya sea polvo o tierra que se encuentren en el arroz y hayan sido arrastradas, también se retiró aquellos granos que no correspondan ya sea como los granos de cebada o trigo y aquellos granos de quinoa que no nos sean útiles para el desarrollo de la metodología, pero en especial esto se realizó para retirar las partículas de tierra.



Figura 15 Lavados y filtrados de la quinoa

Una vez que quedaron solamente los granos de la quinoa, estos se lavaron primero con agua purificada para retirar el polvo que hayan permanecido en la quinoa aun después de la extracción de granos diferentes o piedras, este proceso se realizó hasta que el agua de la quinoa fue más transparente y estuvo lo más limpia posible, por último, se lavó con agua purificada y se vació en un tamiz limpio en el cual se dejó escurrir hasta retirar toda el agua que contenía.



Figura 16 Secado de quinoa

La quinoa se colocó sobre bandejas de aluminio y se extendieron de manera uniforme, como se muestra en la figura 16 para poder meterlas a un horno en el cual se consumirá toda el agua que contenga cada grano de quinoa, por lo cual se debe de checar las bandejas cada 30 min para poder moverlo con una espátula y así se realice un secado uniforme. Para dicho proceso se usó un horno de la marca INDELAB el cual manejo una temperatura de 60 °C, para que el calor pudiera concentrarse en el horno, pero sin llegar a quemarla quinoa. Este proceso se llevó a cabo durante 3 horas y 30 minutos. En el proceso de secado se prefirió trabajar con este tipo de horno debido a que un horno eléctrico al tener contacto directo el calor con el material, este solía cambiar de color y ponerse aún más café, llegando a quemarse, por lo que se experimentó con el horno INDELAB y dio mejores resultados para poder secar el arroz y no quemarlo, aunque el proceso de secado se prolongó aún más tiempo.

Una vez que los granos quedaron completamente deshidratados y libres de humedad, se dejaron a temperatura ambiente para temperarse, para poder así continuar con la siguiente fase, la cual fue la extracción de la grasa o aceite de la quinoa.

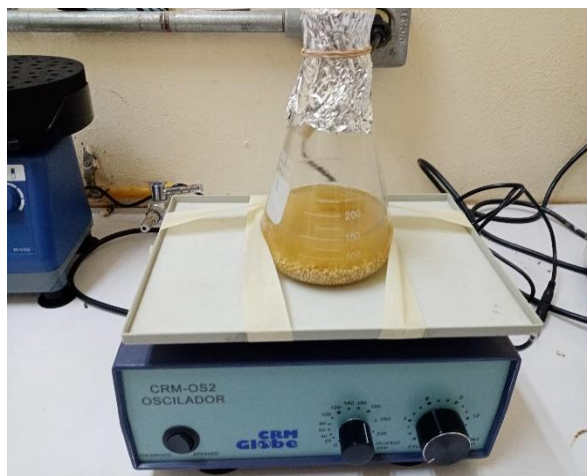


Figura 17 Agitación constante de la quinoa con el disolvente

Se adaptó un proceso con aparatos y elementos que se encontraban a mi disposición para poder realizar dicho procedimiento, el cual consistía en colocar 500 ml de agua purificada en un matraz de 1000 ml, colocar 150 gramos de la quinoa lavada y deshidratada, y 100 ml de reactivo N-Hexano, visible en la figura 17, al introducir todo en el matraz este se cubrió con papel aluminio y se sujetó con dos ligas para hacer la función de tapa y con ayuda de un oscilador (el oscilador tenía un cronometro de 15 minutos por lo que cada 15 min se reactivaba nuevamente la secuencia para continuar con la agitación) se mantuvo en agitación constante por un lapso de 3 horas, el tiempo en el que la solución se mezcló completamente quitando la coloración de la quinoa al ser deshidratada y así mismo las soluciones se habían mezclado y al momento en el que se detuvo la agitación y comenzó a separarse las soluciones se pudo apreciar que el agua apareció turbia junto con la quinoa, así mismo se veía una capa del contenido graso obtenido del proceso y también el reactivo N-Hexano que se ocupó.



Figura 18 Separación de las soluciones obtenidas (Agua, Hexano y Aceite)

Para separar las soluciones de la quinoa se adecuo un equipo con material del laboratorio, expresado en la figura 18, se colocó en un soporte universal una pinza de 3 garras de dedo extensor giratorio ajustable para sujetar un embudo separador cónico de vidrio de borosilicato de 250 ml con tapón de PTFE de 250 ml y debajo del embudo coloque un matraz de 250 ml en el cual se recaudó toda el agua turbulenta, mientras en un tubo de ensayo se vació el contenido graso obtenido y en un frasco opaco se vació el reactivo sobrante.

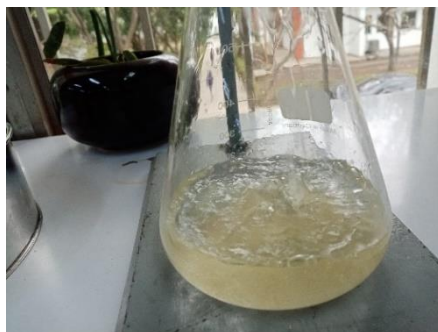


Figura 19 Recuperación del disolvente

La quinoa se colocó en un bowl con agua purificada donde haría lavados para retirar todos los residuos lo más posible, para después dejarlo escurrir en un colador, una vez que se haya escurrido completamente se vació nuevamente a unas bandejas de aluminio donde se realizó el mismo proceso de secado que al inicio. Este proceso se repitió hasta a completar el quilo de quinoa con el que se iba a trabajar por el cual se repitió 4 veces para tener el porcentaje requerido para las muestras.



Figura 20 Molienda del concentrado proteico

Una vez que la quinoa paso por el proceso de secado se dejó enfriar a temperatura ambiente para después pasar a la fase de molienda, en el cual los granos de quinoa se vierten en el globo o recipiente de aluminio instalado en la parte superior, vaciando la cantidad permitida por molienda la cual es de 150 gramos, como se observa en la figura 20, enseguida se sella con la tapa y se aseguran los tornillos y las pinzas de seguro, una vez

realizado este se enciende el molino y con ayuda de la tapa se mueve balanceando el molino para que todos los granos se pulvericen, este proceso se realiza por un espacio de 1 min.

Una vez pulverizada la quinoa se pesó en una balanza analítica para poder registrar el peso de la muestra obtenido y a su vez se vació en frascos de vidrio previamente esterilizados los cuales se aseguraron bien con la tapadera para impedir la contaminación del producto obtenido, visible en la figura 21.



Figura 21 Contención del complemento proteico en medio estéril

Desarrollo de formulaciones

Desarrollo de formulación de harina de arroz blanco

Para el desarrollo de la formulación se trabajó con la harina molida y con el complemento proteico a base de quinoa en donde trabajo con un 80% de harina de arroz blanco y fue mezclado con 20% de complemento proteico a base de la quinoa tratada previamente y para mejorar el enriquecimiento de la harina compuesta se le agrego una tableta de multivitamínico con la dosis requerida para el consumo cotidiano y sin superar la cantidad

permitida por dosis. Asimismo, se le 0.2 gramos de benzoato de potasio como conservador, esto de acuerdo a las investigaciones previas de dosis permitida.



Figura 22 Incorporación de los porcentajes determinados para el producto final

Una vez que se vaciaron los gramos correspondientes de cada muestra se revolvieron con ayuda de una espátula para integrar completamente. Cuando estaba completamente integrado se introdujo en el molino para terminar de integrar de manera uniforme la harina y así mismo para triturar alguna partícula que no haya sido molida completamente después de la composición, en este caso la tableta del multivitamínico.

La harina compuesta con el complemento proteico y con el multivitamínico se almacena en frascos previamente esterilizados y fueron sellados para evitar contaminantes externos.

Desarrollo de formulación de harina de arroz integral

Para el desarrollo de la formulación se trabajó con la harina molida y con el complemento proteico a base de quinoa en donde trabajo con un 80% de harina de arroz blanco y fue mezclado con 20% de complemento proteico a base de la quinoa tratada previamente y para mejorar el enriquecimiento de la harina compuesta se le agrego una tableta de multivitamínico con la dosis requerida para el consumo cotidiano y sin superar la cantidad permitida por dosis. Asimismo, se le 0.2 gramos de benzoato de potasio como conservador, esto de acuerdo con las investigaciones previas de dosis permitida.



Figura 23 Incorporación de los porcentajes de arroz integral, complemento proteico e incremento de valor nutrimental

Una vez que se vaciaron los gramos correspondientes de cada muestra se revolvieron con ayuda de una espátula para integrar completamente, visible en la figura 23. Cuando estaba completamente integrado se introdujo en el molino para terminar de integrar de manera uniforme la harina y así mismo para triturar alguna partícula que no haya sido molida completamente después de la composición, en este caso la tableta del multivitamínico.

La harina compuesta con el complemento proteico y con el multivitamínico se almaceno en frascos previamente esterilizados y fueron sellados para evitar contaminantes externos.

Evaluación de las harinas

Análisis microbiológicos

Preparación de las soluciones de Cultivo

En un matraz de 250 ml se rehidrato 6.41 gramos del medio en 180 ml de agua destilada. se llevó a una placa caliente con agitador magnético por lo que se le coloco un imán limpio al matraz y se agito al nivel 4 y se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición y permaneció así durante un minuto para que se disolviera completamente. Se tapó el matraz con aluminio y se selló con ayuda de dos ligas para asegurarlo, se colocó en un refractario y se introdujo en la autoclave para esterilizar el medio a 121 °C (15 lbs de presión) por un espacio de 15 min, una vez concluido el tiempo de esterilización se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder manipular, una vez reducida la temperatura se le agregó 20 gramos de la

muestra de harina. Este medio con muestra se sembrará en los medios requeridos para la detección y cuenta de coliformes, diferenciación de estafilococos, recuento de levaduras y hongos, realizando siembras de 1 ml y de 0.1 ml.

Cuenta de organismos mesófilos aerobios

En un matraz de 250 ml de capacidad se rehidrataron 2.35 g del medio en 100 ml de agua destilada, se dejó reposar de 10 a 15 min, una vez pasado el tiempo se llevó a una placa caliente con agitador magnético por lo que se le colocó un imán limpio al matraz y se agitó al nivel 4 y se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición y permaneció así durante un minuto para que se disolviera completamente.

Se tapó el matraz con aluminio y se selló con ayuda de dos ligas para asegurarlo, se colocó en un refractario y se introdujo en el autoclave para esterilizar el medio a 121 °C (15 lbs de presión) por un espacio de 15 min, una vez concluido el tiempo de esterilización se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder manipular el medio antes de que se solidificara de nuevo, cuando disminuyó su temperatura y podía manipularse se llevó al cuarto de siembra y se colocó en una campana una vez colocado el medio se abrieron cajas Petri para verter el medio preparado y se distribuyera en las cajas a utilizar y se dejaron solidificar o cuajar en la campana.

Cuenta de mohos y levaduras

En un matraz de 250 ml de capacidad se rehidrataron 3.9 g del medio en 100 ml de agua destilada, se dejó reposar de 10 a 15 min, una vez pasado el tiempo se llevó a una placa caliente con agitador magnético por lo que se le colocó un imán limpio al matraz y se agitó al nivel 4 y se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición y permaneció así durante un minuto para que se disolviera completamente.

Se tapó el matraz con aluminio y se selló con ayuda de dos ligas para asegurarlo, se colocó en un refractario y se introdujo en el autoclave para esterilizar el medio a 121 °C (15 lbs de presión) por un espacio de 15 min, una vez concluido el tiempo de esterilización se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder manipular el medio antes de que se solidificara de nuevo, cuando disminuyó su temperatura y podía manipularse se llevó al cuarto de siembra y se colocó en una campana una vez colocado el medio se abrieron cajas Petri

para verter el medio preparado y se distribuyera en las cajas a utilizar y se dejaron solidificar o cuajar en la campana.

Cuenta de *Staphylococcus aureus*

En un matraz de 250 ml de capacidad se rehidrataron 6.63 g del medio en 100 ml de agua destilada, se dejó reposar de 10 a 15 min, una vez pasado el tiempo se llevó a una placa caliente con agitador magnético por lo que se le colocó un imán limpio al matraz y se agitó al nivel 4 y se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición y permaneció así durante un minuto para que se disolviera completamente.

Se tapó el matraz con aluminio y se selló con ayuda de dos ligas para asegurarlo, se colocó en un refractario y se introdujo en el autoclave para esterilizar el medio a 121 °C (15 lbs de presión) por un espacio de 15 min, una vez concluido el tiempo de esterilización se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder manipular el medio antes de que se solidificara de nuevo, cuando disminuyó su temperatura y podía manipularse se llevó al cuarto de siembra y se colocó en una campana se le agregaron 1 ml de telurio de potasio 1% y 5 ml de emulsión de huevo en condiciones de esterilidad, se homogenizó suavemente.

Una vez terminado de preparar el medio se abrieron cajas Petri para verter el medio preparado y se distribuyera en las cajas a utilizar y se dejaron solidificar o cuajar en la campana.

Cuenta de organismos coliformes totales y fecales

Se colocaron 2.65 gramos del medio en 100 mililitros de agua destilada. se vació en un matraz de 250 ml y se mezcló bien hasta disolver con calor y agitación frecuente. la solución se hirvió durante un minuto hasta disolver por completo, evitando el sobrecalentamiento. No se lleva a autoclave, se dejó enfriar a 45-50 °C y se homogeneizar suavemente, posteriormente se dispuso en placas de Petri.

El agar cromogénico para coliformes utiliza enzimas específicas asociadas a coliformes generales y *E.coli* para diferenciación.

- Salmon GAL cromogénico, cuando se disocia mediante D-galactosidasa, produce una coloración entre rosa y roja; esta coloración y la enzima están asociadas a coliformes.
- El E.coli contiene D-galactosidasa, que disocia Salmon GAL; sin embargo, también contiene D-glucuronidasa, que disocia el X-glucurónido cromogénico. La combinación de estos cromógenos da lugar a una coloración entre azul oscuro y violeta asociada a E.coli.
- El agar Tergitol-7 del medio inhibe las bacterias gramnegativas y las bacterias grampositivas, con excepción de las coliformes.

Determinación de *Salmonella spp*

Día 1 Enriquecimiento de la muestra

En un matraz de 250 ml se rehidrato 3.56 gramos del medio en 100 ml de agua destilada. se llevó a una placa caliente con agitador magnético por lo que se le coloco un imán limpio al matraz y se agito, se calentó hasta alcanzar el punto de ebullición y permaneció así durante un minuto para que se disolviera completamente. Se tapó el matraz con aluminio y se selló con ayuda de dos ligas para asegurarlo, se colocó en un refractario y se introdujo en la autoclave para esterilizar el medio a 121 °C (15 lbs de presión) por un espacio de 15 min, una vez concluido el tiempo de esterilización se dejó enfriar a temperatura ambiente para poder manipular, una vez reducida la temperatura se le agregó 20 gramos de la muestra de harina.

Día 2 Pase de muestra a CT (Tetratonato Caldo)

Para la preparación del medio se pesó 4.6 gramos del polvo en 100 mililitros de agua purificada, después de mezclo vigorosamente. Una vez mezclado el medio se calentó con agitación frecuente y se llevó a ebullición para disolucionar totalmente. Después se dejó enfriar a 45°C y se le agrego 20 ml de solución iodurada, se mezcló y se distribuyó en tubos estériles 10 ml, no se esteriliza por autoclave. En aerobiosis, a 33-37 °C durante 12-24 horas.

El medio de cultivo contiene peptona que provee los nutrientes necesarios para el desarrollo bacteriano, y carbonato de calcio que neutraliza y adsorbe metabolitos tóxicos.

Para comenzar el proceso de siembra, se realizó la siembra partiendo de un caldo de preenriquecimiento o en forma directa conservando la proporción 1:10.

Día 3 Siembra en ASB (Agar Bismuto Sulfito)

Para la siembra de la muestra enriquecida se preparó 5.24 gramos de medio en 100 ml de agua destilada. Se mezcló bien hasta incorporar el medio con el agua evitando que se quedara medio añadido en las paredes del matraz, cuando la solución se haya incorporado lo más posible se disolvió con calor y agitación constante. El medio se hirvió durante un minuto hasta la disolución completa, evitando el sobrecalentamiento. Posteriormente se dejó enfriar a 45°C (muy importante), después se mezcló bien la solución y se dispuso en placas.

Si se mantiene en refrigeración, el medio se oxidará lentamente por lo que mantuvieron las placas refrigeradas durante 4 días antes de su uso para reducir la inhibición y así poder aislar Salmonella en muestras menos contaminadas.

Se inoculó el Agar de Sulfito de Bismuto rayando la superficie para obtener colonias aisladas, a su vez también se puede usar el método de inoculación de vertido en placa, mezclando la muestra con el medio líquido y permitiendo que la placa se solidifique. Todas las placas se incubaron entre 40 y 48 horas a 35 ± 2 °C. Las placas solidificadas tuvieron una apariencia uniforme, opaca, de color crema a verde pálido.

Día 4 Inyectar en TSI (Triple Sugar Iron Agar)

Se pesaron 6.25 gramos del polvo en 100 mililitros de agua purificada, se dejó reposar 5 minutos una vez pasado el tiempo se mezcló bien y se llevó a calentar con agitación constante, después de que se terminó por disolver la solución se hirvió 2 minutos hasta disolución total para evitar que se quedaran los grumos aun en la solución, la solución obtenida se distribuyó en tubos, llenándolos con un volumen que ocupe hasta la tercera parte de los mismos. Los tubos se llevaron a esterilizar en autoclave a 121°C por 15 minutos. Pasado el tiempo se dejó enfriar y a su vez se dejó solidificar el agar en pico de flauta profundo

Siembra A partir de un cultivo puro del microorganismo en estudio, con aguja de inoculación inocular el medio de cultivo, picando el fondo y extendiendo sobre la superficie del mismo. Incubación En aerobiosis, a 33-37°C durante 18 a 24 horas

Día 5 Registro de lectura

Una vez que hayan pasado las 24 horas y 48 horas para muestras que se habían realizado anteriormente se realiza la lectura de las cajas Petri y los tubos para la detección de bacterias, se realizó el conteo de colonias, en el caso de las muestras de harina no se detectaron colonias solamente se apreció la muestra de harina y pequeños grumos que se encontraban adheridos al agar, las cajas Petri cambiaron la coloración al momento de activarse en el medio con la temperatura adecuada para el desarrollo de las bacterias pero no se detectaron colonias.

Análisis bromatológicos

Determinación de humedad

Para la realización de la prueba se pesó una muestra de 2 gramos, en una capsula previamente llevada a peso constante, se colocó la muestra y a su vez se llevó a una estufa y se mantuvo una temperatura adecuada para el producto.

En los cereales el agua adsorbida es difícil de eliminar, por lo que se recomiendan las temperaturas de 95 a 105 °C, en los alimentos que contienen una porción elevada de azúcares, es aconsejable utilizar una temperatura de secado más baja (70°C) y aplicar vacío.

Los polvos de hornear deben ser secados a la temperatura ambiente, en un desecador de vacío, con desecante no hidratado, durante un periodo considerable, dado que el calentamiento ocasiona una gran pérdida de bióxido de carbono.

El tiempo requerido depende de la temperatura de secado, que va desde una hora para altas temperaturas (temperatura de ebullición del agua), hasta 24 o 48 horas para las bajas temperaturas. Una vez que se completó el tiempo del secado, se transfirió la capsula a un desecador y se dejó enfriar a temperatura ambiente, una vez la muestra estuviera

completamente enfriada se llevó a pesar a una balanza analítica y se registró el peso. Al ser una muestra de harina nueva no hay estándares de registros de humedad por lo que el procedimiento se implementó 2 veces para registrar y comparar datos hasta obtener peso constante.

Determinación de cenizas

En un crisol a peso constante se colocó una muestra de aproximadamente 3 gramos de muestra por analizar, el crisol con muestra se colocó en una parrilla y permaneció ahí hasta llegar a quemar lentamente el material hasta que dejó de desprender humos, evitando que se proyectara fuera del crisol. El crisol se llevó a una mufla y se efectuó la calcinación completa de 500 a 550 °C. Al terminar el tiempo de calcinación se dejó enfriar en la mufla hasta llegar a descender la temperatura de 500 °C a una temperatura menor de 100 °C para poder manipular el contenedor de la muestra, una vez reducida la temperatura se transfirió a un desecador para su completo enfriamiento y al enfriar completamente se determinó el peso del crisol con cenizas y se registraron datos.

Determinación De Proteínas

En una balanza analítica se pesó 0.15 gramos de la muestra de harina, esto debido al tipo de alimento que se trate, en este caso es la muestra nueva de harina, se pasó cuantitativamente a un matraz Kjeldahl y se añadieron 1.5 g. de mezcla digestora y a su vez 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. El matraz se llevó a una campana y se colocó en el digestor y se calentó cuidadosamente a baja temperatura hasta que todo el material estuvo carbonizado, gradualmente se aumentó la temperatura hasta que la solución estuvo completamente clara y se dejó por 2 horas más a esa temperatura.

Se dejó enfriar y añadieron 5 ml de agua destilada para disolver completamente la muestra, se calentó ligeramente de nuevo la muestra (si es necesario se puede poner el agua caliente). Una vez disuelto, se vació al micro destilador y se agregó aproximadamente 8 ml de NaOH, esto dependiendo la cantidad, hasta que la solución presentara una coloración marrón.

Se conectó en la salida del refrigerante un matraz Erlenmeyer de 250 ml que contiene 6 ml de ácido bórico al 4% y gotas del reactivo de Shiro Toshiro como indicador.

Se comenzó a destilar hasta que haya pasado el amoníaco, aproximadamente 75 ml de destilado (las primeras gotas del destilado deben hacer virar el color del indicador de violeta a verde).

El matraz receptor se retiró al llegar a destilar 80 ml y continuamente se tituló el destilado con solución de HCl 0.02 N y una vez que el destilado viró con la solución de HCl se registraron los datos y se procedió a realizar los cálculos requeridos.

Determinación de grasas

Para la determinación del contenido graso se transfirieron 2 gramos de muestra finamente dividida en un cartucho o dedal, el cual se cubrió con una porción de algodón colocándolo en la boca del dedal sin llegar a sumergirlo, solo colocándolo hasta el ras de la entrada del dedal, posteriormente se colocó el cartucho dentro del extractor Soxhlet.

En la parte inferior se ajustó el matraz con cuerpos de ebullición (llevados previamente a peso constante por calentamiento de 100 a 110°C). Se colocó el refrigerante. Después se añadió éter por el extremo superior del refrigerante en cantidad suficiente para tener 2 o 3 descargas del extractor (alrededor de 80ml). Una vez instalado todas las partes del Soxhlet se hizo circular el agua por el refrigerante y se calentó hasta que se obtuvo una frecuencia de 2 gotas por segundo. Se efectuó la extracción durante un tiempo prolongado de 4 a 6 horas. Una vez pasado el tiempo requerido se suspendió el calentamiento, se retiró el extractor del matraz y se dejó caer una gota de éter del extractor a un papel o vidrio de reloj, si al evaporarse el éter se observa una mancha de grasa, volver a ajustar el extractor Soxhlet al matraz y continuar la extracción. Para finalizar se evaporó suavemente el éter del matraz y se secó a 100°C hasta peso constante.

Determinación de fibra cruda

Se dejó el crisol a peso constante durante 24 horas a 80 °C, al día siguiente se transfirió a un desecador y se pesó, después de ello se transfirió 0.3 gramos de muestra fresca, a una

solución de ácido sulfúrico al 0.255 N y se dejó en ebullición por media hora, y se agregó la muestra, una vez transcurrido el tiempo se dejó enfriar unos minutos y con ayuda de unas pinzas para crisol se sostuvo el crisol por donde se realizarían los filtrados, se comenzó a vaciar la muestra por el crisol (la muestra de la harina de arroz en la solución no permitía una filtración de manera constante y rápida sino todo lo contraria la filtración de la muestra utilizando el porcentaje real de 3 gramos llegó a realizarse en un tiempo de más de 2 horas por lo cual se decidió trabajar con 0.3 gramos y al final del proceso y al momento de la realización de los cálculos se ajustaría la formulación) la muestra se vaciaba por el crisol esperando a que fuera reduciendo la filtración, una vez terminada la filtración se realizaron 3 lavados con agua destilada caliente, posteriormente se agregaron 250 ml de hidróxido de sodio y se llevó a hervir y llegar a ebullición, se agregó el vaso con la muestra por 30 minutos.

Una vez terminado el tiempo de destilada caliente la nueva solución se agregó la solución al crisol y se comenzó a filtrar nuevamente teniendo el mismo tiempo de espera para filtrar, una vez que toda la solución fue filtrada se realizaron 3 lavados con agua.

Posteriormente se llevó el crisol con la muestra a una estufa por 1 hora a 120 °C. después de esto el crisol se transfiere a un desecador durante 15 min y se tomó su peso con ayuda de una balanza analítica, una vez realizado el proceso el crisol se transfirió a una mufla durante 1 hora a 420 °C, después se transfirió a un desecador durante 15 minutos después se tomó el peso de los crisoles, acto seguido se realizaron los cálculos para obtener los valores para calcular el porcentaje de fibra en la muestra.

Determinación de Azúcares reductores totales y directos

Determinación de reductores directos

Defecación de la muestra:

Para el proceso de determinación de reductores directos se pesó una muestra entre 5 a 10 gramos, en este caso se pesó 5 gramos de la muestra y posteriormente se colocó en un matraz volumétrico de 250 ml, al cual se le añadió 100 ml de agua destilada, una vez que se haya incorporado la solución y la muestra en el matraz evitando que se quede muestra pegado en los bordes, se agito lo suficiente para que todo el material soluble en agua quede disuelto. Posterior a eso se añadió de 2 a 10 ml de la solución saturada de acetato neutro

de plomo, nuevamente se agito y se dejó sedimentar. Se añadió poco a poco 0.4 gramos oxalato de sodio o de potasio hasta que se obtuvo total precipitación del acetato de plomo, una vez terminado el proceso se completó el volumen con agua destilada, se agito y se realizó el proceso de filtración.

Determinación de reductores totales

Defecación de la muestra:

Se comenzó pesando una muestra apropiada de 5 a 10 gramos y después se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se añadieron 50 ml de agua destilada y se agito el matraz con la muestra. Posteriormente se añadió de 2 a 10 ml de la solución saturada de acetato neutro de plomo, se agito y se dejó en reposo. Después de que la muestra haya quedado en reposo se le añadió poco a poco 0.4 gramos oxalato de sodio o potasio, hasta la total precipitación del acetato de plomo.

En la filtración se realizaron 3 lavados de 10 ml cada uno con agua destilada, se recibió el agua del lavado en el mismo que contiene el filtrado, el filtrado se pasó a un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se le agrego 5 ml de HCl.

La solución obtenida se calentó por 15 min a 68 °C, una vez pasado el tiempo de calentamiento se dejó enfriar y se neutraliza con NaOH al 10%, se ocupó un pH metro para poder obtener un pH de 6.5 a 7.5.

Se pasó a un matraz aforado de 250 ml, se completó el volumen con agua destilada y se agito, la solución obtenida se colocó en una probeta y se comenzó el proceso de titulación, teniendo soluciones de A y B de 5 ml y 50 ml de agua destilada.

Evaluación sensorial

Harina para pan a base de arroz

Para la realización de estas pruebas sensoriales por comparación se realizaron 2 muestras, de las cuales una corresponde a una harina preparada para la realización de panques, es decir, la muestra 1H-22, la cual se obtuvo de la tienda “CUCO Panaderos y Reposteros SA” de la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oax. En el caso de la segunda muestra denominada 2H-25, corresponde a la harina preparada a base de arroz y complementada con proteína vegetal y multivitamínico, realizada en este estudio.



Figura 24 Cocción de los productos a evaluar

Preparación de las muestras

Muestra 1H-22

Para la preparación de la muestra 1H-22 se requirió 250 gramos de harina preparada para pan, 1 huevo, 1 taza de leche, $\frac{1}{2}$ taza de aceite, 1 cucharada de extracto de vainilla. Se vertió en un bowl la harina preparada, enseguida se le agregó el huevo y se mezcló hasta quedar completamente integrado, después se le agregó la $\frac{1}{2}$ taza de aceite y la taza de leche y se revolvió hasta que quedó una mezcla uniforme. Se vació la mezcla en moldes previamente engrasados y enharinados, se precalentó el horno a 200 °F y al introducir los moldes con la mezcla se elevó a 300°F y se dejaron hornear por un espacio de 25 min.

Muestra 2H-25

Para la preparación de la muestra 2H-25 se necesitaron 250 gramos de la harina de Arroz Integral elaborada, 1 huevo, 1 ½ taza de agua, ¼ taza de aceite vegetal, 1 cucharada de extracto de vainilla, 50 gramos de sustituto de azúcar splenda. En un bowl se vertió la harina de arroz previamente cernida junto con los 50 gramos del sustituto de azúcar splenda, se agregó el huevo y se revolvió hasta que se integrara completamente, enseguida se vació el ¼ de taza de aceite vegetal, la 1 ½ de agua y el extracto de vainilla, se revolvió hasta que todo quedara completamente integrado y uniforme.



Figura 25 Elaboración de productos a partir de la harina desarrollada

Enseguida se vaciaron el molde previamente engrasados y con tapacillos, se precalentó el horno a 200 °F y al introducir los moldes con la mezcla se elevó a 300°F y se dejaron hornear por un espacio de 25 min.



Figura 26 Productos obtenidos a partir de la harina de arroz producida

Aplicación de pruebas sensoriales

A los panelistas se les entregó una hoja con el título de la prueba que se realizaría, así también se les especificó que la prueba sería en base a harinas para la realización de pan, se les redactaron las instrucciones a seguir para la evaluación de las diferentes categorías a evaluar, se aplicaron 4 atributos a evaluar los cuales fueron COLOR, OLOR, SABOR y TEXTURA, como se ilustra en la figura 27, así mismo, se aplicó una 5 categorías en donde se calificaría la ACEPTABILIDAD GENERAL, es decir, ¿Qué tanto les gusto el producto considerando todos los atributos?. Para la evaluación de cada categoría se estableció una escala de valores de acuerdo al agrado de cada panelista, teniendo el valor mínimo de 1 interpretado como “No me Gusta” y la escala iba ascendiendo hasta llegar al número 7 interpretado como “Me gusta Mucho”.



Figura 27 Aplicación de pruebas sensoriales

Antes de empezar cada prueba sensorial a los distintos panelistas se les explicó en qué consistía la realización de esta prueba y la forma de evaluar cada categoría para una mejor interpretación de la misma, como se muestra en la figura 28, al final de la realización de la prueba se les pidió a los panelistas el poder comentar sus observaciones y el agrado del producto de acuerdo a las preferencias de cada uno de ellos.



Figura 28 Aplicación de pruebas sensoriales a diferentes panelistas

Tostadas elaboradas con harina de arroz

En un bowl se incorporó 250 gramos de harina obtenida como producto final después de haber realizado la formulación, a su vez se ocupó 120 mililitros de agua purificada, $\frac{1}{4}$ de cuchara cafetera de royal y $\frac{1}{4}$ de cuchara cafetera de sal, como se muestra en la figura 29, una vez se introdujo cada material al bowl se mezcló hasta que formaran una mezcla uniforme, se continuó mezclando de acuerdo a la consistencia deseada para lo cual se le agregó el agua de acuerdo a lo que fuera necesitando.



Figura 29 Elementos utilizados para la elaboración de tostadas

Cuando la masa estaba lista con ayuda de una prensa se aplano una porción de la masa y se elaboró una tortilla, la cual se llevó a un sartén previamente calentado (al sartén no se le colocó ningún producto graso) la tortilla de harina de arroz se dejó en el sartén hasta comenzar a coserse y finalmente tostarse por lo que al momento en el que se continuaba cocinando se dio la vuelta un par de veces para que se cosiera de manera uniforme y no terminara por quemarse, como se ilustra en la figura 30. La llama con la cual se realizaba la cocción de la tostada no se mantenía a una alta temperatura se regularizó a un nivel medio para que la tortilla no llegara a quemarse antes de llegar a ser una tostada.



Figura 30 Cocción de las tostadas

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de las harinas

Fabricación de harina de arroz blanco

Tabla 3 Rendimiento del arroz blanco producido

Muestra (gramos)		Muestra procesada (gramos)
2000	Fracción 1	750.15
	Fracción 2	750.03
	Fracción 3	337.84
Masa total		1838.02

En la tabla 3 podemos observar que inicialmente se trabajó con 2000 gramos de arroz blanco, el cual al finalizar el proceso se obtuvo 1838.02 gramos; esto se debe a que durante el proceso de limpieza del arroz se extrajeron granos que no presentaban condiciones aptas para el desarrollo; así mismo en la etapa de lavado, el arroz absorbió parte de agua que en el momento de secado fue retirado, más el porcentaje de agua que ya presentaba el producto. Por ello que al finalizar el proceso hubo una disminución de este, apreciando que se finalizó con un 91.9% de la muestra inicial, dando a lugar que el 8.1% se encuentra entre la pérdida de granos de arroz que fueron retirados debido a sus condiciones, el porcentaje de agua extraído y la reducción del producto en la fase de molienda.

Referente a los 3 datos ubicados en la categoría de muestra procesada se hace mención de la cifra que fue reportada se guardó en frascos previamente esterilizados y sellados para evitar contaminantes en la muestra elaborada.

Fabricación de harina de arroz integral

Tabla 4 Rendimiento del arroz integral producido

Muestra (gramos)		Muestra procesada (gramos)
3000	Fracción 1	761.51
	Fracción 2	760.62
	Fracción 3	750.58
	Fracción 4	635.35
Masa total		2908.06

En la tabla 4 podemos observar que inicialmente se trabajó con 3000 gramos de arroz integral el cual al finalizar el proceso se obtuvo 2908.06 gramos esto se debe a que durante el proceso de limpieza del arroz se extrajeron granos que no presentaban condiciones aptas para el desarrollo y así mismo en la etapa de lavado el arroz absorbió parte de agua que en el momento de secado fue retirado más el porcentaje de agua que ya presentaba el producto en por ello que al finalizar el proceso hubo una disminución del mismo, apreciando que se finalizó con un 96.94% de la muestra inicial, dando a lugar que el 3.06% se encuentra entre la perdida de granos de arroz que fueron retirados debido a sus condiciones, el porcentaje de agua extraído y así mismo la reducción del producto una vez entro a la fase de molienda.

Referente a los 4 datos ubicados en la categoría de muestra procesada se hace mención a la cifra que fue reportada y que se guardó en frascos previamente esterilizados y sellados para evitar contaminantes en la muestra elaborada, a partir de ello se identificó el producto obtenido después de todo el proceso.

Fabricación de concentrado proteico

Para producir el concentrado proteico se hicieron muestras preliminares para determinar el porcentaje del disolvente que en este caso es el agua destilada y el reactivo N-Hexano, donde se observó que muestra fue la menos agresiva para el producto y arrojó mejores resultados.

Tabla 5 Pruebas de determinación de solución y reactivo

Número de prueba	Masa de Quinoa (gramos)	Reactivo N- Hexano (ml)	Agua Destilada (ml)
1	1	1	1
2	1	1	2
3	1	1	3
4	1	1	4
5	1	1	5
6	1	1	0

En la tabla 5 se puede apreciar el número de muestras que se realizaron, teniendo 6 muestras, las cuales se trabajaron todas con un gramo de quinoa. De la muestra 1 a la 5 se le agregó un mililitro de disolvente N-Hexano y a cada muestra se le agregó agua destilada como se aprecia en la tabla a excepción de la muestra 6 en la cual se observó las características más visibles de mantener la quinoa y el disolvente en contacto directo. Lo anteriormente mencionado es visible en la figura 31 y 32. Estas muestras se mantuvieron en un oscilador para mantener una agitación constante y después de 1 hora se observaron los siguientes resultados.

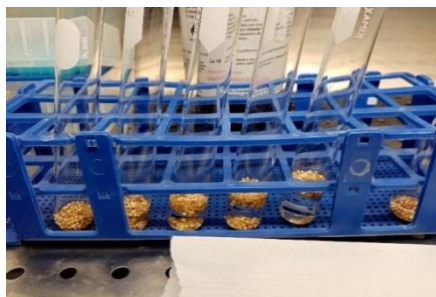


Figura 31 Pruebas de extracción de aceite

En la muestra 1 el agua destilada fue absorbida completamente por la muestra y la muestra mantuvo contacto directo con el disolvente, recubriendo la quinoa mostrando poca evidencia del aceite que se logró extraer, pero así mismo la coloración de la quinoa se presentó más oscurecida. En el caso de la muestra número 2, el agua terminó por combinarse con el reactivo dando como resultado una sustancia amarillenta y se logró apreciar muy poca muestra de aceite, se apreciaron pequeñas gotas de aceite, cabe mencionar que la muestra de quinoa terminó por rehidratarse de nuevo.

En la muestra 3 el color amarillento de la muestra persiste, se terminó por incorporar el agua destilada y el reactivo, formaron pequeñas gotas de aceite extraído. En la muestra 4 se presentó una mayor turbiedad de agua destilada cuando se mezcló con el reactivo, aunque se unificó y ya no era visible fácilmente la capa de reactivo y la de agua destilada, también



Figura 32 Numeración de las pruebas de extracción de aceite

se logró ver una ligera capa de aceite. En el tubo 5 la solución de reactivo y agua se unificaron aún mejor y a pesar de que la quinoa se rehidrató; el agua no permanecía tan turbia ni amarillenta por lo que se entendió que el reactivo tenía un mejor control de interacción con la quinoa y al momento de dejar la sustancia se apreció una ligera capa del contenido graso extraído. Con respecto a la muestra número 6, en el tubo de ensaye donde se aplicó directamente el reactivo se vio afectada la coloración de la quinoa, oscureciéndose aún más y en el tubo de ensaye no se apreciaba un contenido de grasa, sino que la quinoa se vio completamente afectada por el uso directo del reactivo.

Cuando se compararon los resultados de los reactivos, los mejores resultados se apreciaron en la muestra 3, 4 y 5 porque en estas 3 muestras, pero en especial a la muestra número 5 se apreciaba mejor la capa del contenido graso extraído de la quinoa y al tener un mayor porcentaje de agua que evitaba el contacto directo con el reactivo la quinoa no presentó un daño. Por lo que al mantener el reactivo diluido en agua y al mantenerse en agitación constante permitió que la interacción de la solución con la quinoa fuera más eficiente para la extracción del contenido graso.

A partir de los resultados arrojados en las pruebas preliminares se seleccionó que el porcentaje de las soluciones de la muestra 5 eran más aptas para el desarrollo del proceso de extracción del contenido graso de la quinoa por lo que se implementó una tabla de relación para una escala mayor.

Tabla 6 Determinación de la cantidad de muestra y soluciones

Muestra (gramos)	N-Hexano (ml)	Agua Destilada
300	200	1000
250	166.67	833.35
200	133.33	666.67
150	100	500

En la tabla 6 se muestra los porcentajes determinados después de las pruebas preliminares en donde el resultado más factible se llevó a una escala aun mayor para poder iniciar con el procedimiento de extracción de contenido graso, estableciendo las medidas requeridas de acuerdo con la cantidad de muestra a obtener.

Tabla 7 Rendimiento de la elaboración del concentrado proteico

Lote de Quinoa (gramos)	Procesada (gramos)	Molienda (gramos)	Masa Total (gramos)	Perdida (gramos)
600	300	295.41	593	7
	300	297.59		

En la tabla 7 se expresan la cantidad con la que se elaboró en un inicio y la cual fue dividida en dos porciones para poder facilitar el proceso de su elaboración teniendo en cuenta los materiales que se ocuparon , es por ello, que una vez la muestra de quinoa fue procesada y finalmente fue molida, en el momento en el cual se llevó a los recipientes esterilizados se registró el peso del producto obtenido, dando a conocer que en la primer muestra se obtuvo un 98.47% de rendimiento en el cual se comprende un dato favorable para la obtención del producto final, dejando así un 1.57% de producto descartado o pérdida de producto, siendo este un porcentaje mínimo el cual puede entenderse que refleja el producto que fue removido al momento de la limpieza y lavado del producto al inicio del proceso y también en el momento de la extracción de aceite y secado.

Formulación de la harina enriquecida

Tabla 8 Composición de la harina

Componente	Masa (gramos)
Quinoa	200
Harina de arroz (blanco/integral)	800
Cápsula multivitamínico	1.44
Total	101.44

La tabla 8 muestra el porcentaje de composición de la harina y el aditivo proteico (Quinoa) y el multivitamínico agregado que le dieron al producto final un alto valor nutricional. Esta tabla muestra el contenido de compuestos en el empaque al momento de presentar el producto final, la composición sometida a un panel de evaluación que aprobaron la presentación y la calidad del producto obtenido.

Tabla 9 Vitaminas agregadas en la formulación de la harina

Vitaminas	Unidad Internacional	Unidad en mg
A	1000 UI	3.000 mg
B1	2250 mg	3.192 mg
B2	3.200 mg	3.520 mg
B3	15.000 mg	15.750 mg
B6	5.000 mg	6.989 mg
B12	20.000 mcg	2.500 mg
C	90.000 mg	97.423 mg
D3	600 UI	8.400 mg
E	50 UI	115.000 mg
K1	25000 mcg	0.750 mg

Para incorporar el alto valor nutricional, la muestra de harina se aumentó con una cápsula multivitamínica para fortalecer las vitaminas que se reducen o se pierden al secarse debido a las altas temperaturas, con la ayuda de las multivitamínicos se fortalece, y dado que cada cápsula adicional permanece dentro de la dosis permitida al consumidor, el porcentaje de cada vitamina añadida No excede la dosis permitida por lo que la harina es reforzada con las dosis necesarias de cada componente que lo integra.

Tabla 10 Minerales agregados en la formulación de la harina

Minerales	Unidad Internacional	Unidad en mg
Zinc (Óxido de Zinc)	7.500 mg	9.335 mg
Hierro (fumarato ferroso)	10.000 mg	31.944 mg
Magnesio (Oxido de Magnesio)	50.000 mg	82.891 mg
Molibdato de sodio	45.000 mcg	0.125 mg
Selenato de sodio	55.000 mcg	0.145 mg
Potasio (Cloruro de potasio)	80.000 mg	152.555 mg
Calcio (carbonato de Calcio)	200.000 mg	525.790 mg
Manganeso (Sulfato de Manganeso)	5.000 mg	16.159 mg

El multivitamínico agregado también ayudó a reponer los minerales que enriquecen aún más el valor nutricional de la harina, logrando así un mayor aporte al producto final al agregar minerales que la harina de arroz y la quinoa no contienen en un gran porcentaje, se aumentó el porcentaje de multivitamínico agregado y los minerales se añaden en pequeña proporción.



Figura 33 Empaquetado de la harina de arroz blanco compuesta obtenida



Figura 34 Empaquetado de harina de arroz integral compuesta obtenida

Declaración Nutricional / Información Nutricional			
Tamaño de la porción	100 g		
Porciones por envase	10		
HARINA DE ARROZ BLANCO COMPUESTA			
100 g de este producto aportan en promedio:			
	Kcal	KJ	
Valor Energético	322.25	4734.02	
Proteínas (g)	7.41		
Grasas (lípidos) (g)	1.46		
Carbohidratos Disponibles (g)	0		
Azúcares /			
Azúcares Totales (g)	0		
Fibra dietética (g)	7.62		
Fibra cruda (g)	3.85		
Vitaminas			
Vitamina A	3.000 mg	1000 UI	
Vitamina B1	3.192 mg	2250 mg	
Vitamina B2	3.520 mg	3.200 mg	
Vitamina B3	15.750 mg	15.000 mg	
Vitamina B6	6.989 mg	5.000 mg	
Vitamina B12	2.500 mg	20.000 mcg	
Vitamina C	97.423 mg	90.000 mg	
Vitamina D3	8.400 mg	600 UI	
Vitamina E	115.000 mg	50 UI	
Vitamina K1	0.750 mg	25000 mcg	
Minerales			
Zinc	9.335 mg	7.500 mg	
Hierro	31.944 mg	10.000 mg	
Magnesio	82.891 mg	50.000 mg	
Molibdato de sodio	0.125 mg	45.000 mcg	
Selenato de sodio	0.145 mg	55.000 mcg	
Potasio	152.555 mg	80.000 mg	
Calcio	525.790 mg	200.000 mg	
Manganeso	16.159 mg	5.000 mg	

Declaración Nutricional / Información Nutricional			
Tamaño de la porción	100 g		
Porciones por envase	10		
HARINA DE ARROZ INTEGRAL COMPUESTA			
100 g de este producto aportan en promedio:			
	Kcal	KJ	
Valor Energético	338.08	5001.66	
Proteínas (g)	7.63		
Grasas (lípidos) (g)	1.47		
Carbohidratos Disponibles (g)	0		
Azúcares /			
Azúcares Totales (g)	0		
Fibra dietética (g)	7.45		
Fibra cruda (g)	3.76		
Vitaminas			
Vitamina A	3.000 mg	1000 UI	
Vitamina B1	3.192 mg	2250 mg	
Vitamina B2	3.520 mg	3.200 mg	
Vitamina B3	15.750 mg	15.000 mg	
Vitamina B6	6.989 mg	5.000 mg	
Vitamina B12	2.500 mg	20.000 mcg	
Vitamina C	97.423 mg	90.000 mg	
Vitamina D3	8.400 mg	600 UI	
Vitamina E	115.000 mg	50 UI	
Vitamina K1	0.750 mg	25000 mcg	
Minerales			
Zinc	9.335 mg	7.500 mg	
Hierro	31.944 mg	10.000 mg	
Magnesio	82.891 mg	50.000 mg	
Molibdato de sodio	0.125 mg	45.000 mcg	
Selenato de sodio	0.145 mg	55.000 mcg	
Potasio	152.555 mg	80.000 mg	
Calcio	525.790 mg	200.000 mg	
Manganeso	16.159 mg	5.000 mg	

Figura 35 Declaración de tablas Nutrimientales de las harinas de arroz blanco e integral obtenidas

Análisis microbiológicos

En base a los resultados que se muestran en la Tabla 11, el producto está libre de *mesófilos aerobios*, *E. coli*, *enterobacterias*, *Staphylococcus aureus* o *coliformes* detectables, incluidos los resultados negativos para los medios utilizados para el análisis. Esto significa que la harina de arroz rica en proteínas de quinoa es un producto libre de organismos patógenos. Por lo tanto, se puede suponer que la harina fue producida con un buen índice de control de contaminación y protegida y almacenada en un ambiente aséptico para evitar el desarrollo de bacterias y microorganismos. El producto obtenido es de óptima calidad

Tabla 11 Resultados de análisis microbiológico

Análisis Microbiológico	Resultados
Cuenta de Microorganismos Mesófilos Aerobios, incubados en agar cuenta estándar a 35 °C, 48 horas.	No Detectable
Cuenta y determinación <i>Escherichia coli</i> y enterobacterias, incubados en Agar Cromogénico para coliformes a 45 °C, 24 horas	No Detectable
Recuento de Staphylococcus aureus, incubados en agar BP a 35 ± 2 °C, 20 – 48 horas	No Detectable
Cuenta de Mohos y Levaduras, incubados en Agar DP a 20-25°C, 48 horas	Sin Crecimiento
Detección y recuento de coliformes, de Crecimiento Bacteriano y la Producción de gas, incubado en CLSS a 33-37 °C, 18-48 horas	Negativo
Detección de salmonella, incubado en TSI a 33-37°C durante 18 a 24 horas	No Detectable

Análisis bromatológicos

La tabla 12 presenta la composición nutrimental de las 2 materias primas, el concentrado de quinoa y los productos desarrollados en esta investigación. Se incluyen los parámetros de humedad, proteínas, fibra dietaria grasas, carbohidratos y azúcares.

Tabla 12 Composición nutrimental de las materias primas y los productos desarrollados en este estudio en 100 gramos de producto.

Nutrimento	Arroz blanco	Arroz integral	Concentrado de Quinoa	Harina de Arroz Blanco compuesta	Harina de Arroz Integral compuesta
Humedad (g)	15.5	12.2	8.21	11.06	7.97
Proteína (g)	2.66	2.56	8.06	7.41	7.63
Grasa (g)	0.28	0.89	1.46	1.45	1.48
Fibra dietética (g)	0.4	1.8	7.55	7.62	7.45
Carbohidratos (g)	27.9	22.78	73.19	66.08	69.97
Azúcares (g)	0.05	0.35	0	0	0

En la tabla se puede observar que los valores de humedad redujeron después del proceso por el cual fue sometido hasta llegar a reducir entre 28 - 35% teniendo así un menor porcentaje de humedad, en el caso de la proteína al término del proceso y al incorporar el complemento proteico la harina de arroz incremento su nivel de proteína llegando a subir entre un 64 – 67% dando un mayor aporte ala valor nutrimental de una dieta. Por otro lado, la grasa incremento debido a la incorporación del complemento proteico, siendo hasta un 40% siendo esta grasa natural proveniente de la quinoa. La fibra presente en la tabla muestra la comparación de la fibra con la que cuenta la materia prima antes de iniciar con el proceso y la fibra obtenida en el producto finalizado llegando a incrementar un 70% tomando los datos obtenidos.

La tabla 12 muestra los contenidos energéticos que presentan las proteínas, grasas, carbohidratos y fibra dietética. La información se presenta tanto en kilocalorías (kcal) como en kilojoule (kJ). Esta información se utilizó en las siguientes secciones para calcular los contenidos energéticos de los productos desarrollados en este estudio.

Tabla 13 Contenido energético de los principales nutrimentos presentes en alimentos de origen vegetal y animal por gramo.

Nutrimento	Contenido energético	
	Kcal/g	KJoule/g
Carbohidrato	4	17
Proteína	4	17
Grasas	9	37
Fibra dietética	2	8

Como se observa en la tabla 13, proteínas y carbohidratos aportan 4 kcal/g en tanto que las grasas aportan más del doble de este valor (9 kcal/g). lo anterior se debe a que las moléculas de los ácidos grasos que constituyen a los lípidos se encuentran más reducidas (más átomos de hidrogeno por cada átomo de carbono) que las moléculas de los otros dos nutrimentos. Por otra parte, la fibra dietaría aporta únicamente 2 kcal/g, lo cual se debe a su limitado metabolismo en el tracto digestivo.

La tabla 14 presenta el contenido energético promedio de la harina de arroz blanco elaborada en este estudio. Como se deduce del peso total de los nutrimentos, la harina tuvo un contenido de 17.44 g/100g este valor es comprendido a partir de la diferencia del peso

obtenido siendo la diferencia de los 100g de muestra, la cual evidentemente no aporta energía.

Tabla 14 Contenido energético promedio de harina de arroz blanco (100 g).

Nutrimento	Peso (g)	Contenido energético	
		kcal	kJ
Carbohidrato	66.08	264.32	4493.44
Proteína	7.41	29.64	125.97
Grasas	1.45	13.05	53.65
Fibra dietaría	7.62	15.24	60.96
TOTAL	82.56	322.25	4734.02

El 82.06% de las calorías contenidas en la harina de arroz blanco provienen de sus carbohidratos, en tanto que solo el 4.05% es aportado por las grasas y el 9.2% es aportado por las proteínas. La fibra, al constituir el 4.73% del contenido de la harina aporta menos calorías que proteínas y más calorías que grasas, a pesar de ser un nutrimento que no se digiere en cantidades sustanciales.

La tabla 15 presenta el contenido energético promedio de la harina de arroz integral elaborada en este estudio. Como se deduce del peso total de los nutrimentos, la harina tuvo un contenido de 13.48 g/100g este valor es comprendido a partir de la diferencia del peso obtenido siendo la diferencia de los 100g de muestra, la cual evidentemente no aporta energía.

Tabla 15 Contenido energético promedio de harina de arroz integral (100 g).

Nutrimento	Peso (g)	Contenido energético	
		kcal	kJ
Carbohidrato	69.97	279.88	4757.96
Proteína	7.63	30.52	129.71
Grasas	1.47	12.78	54.39
Fibra dietaría	7.45	14.9	59.6
TOTAL	86.52	338.08	5001.66

El 82.78% de las calorías contenidas en la harina de arroz integral provienen de sus carbohidratos, en tanto que solo el 3.78% es aportado por las grasas y el 9.03% es aportado

por las proteínas. La fibra, al constituir el 4.41% del contenido de la harina aporta menos calorías que proteínas y más calorías que grasas, a pesar de ser un nutrimento que no se digiere en cantidades sustanciales.

Evaluación sensorial

Harina para pan

De acuerdo con la prueba presentada y realizada a los panelistas y según el criterio de cada uno de ellos se determinaron los siguientes resultados.

Tabla 16 Ponderación obtenida de la prueba de comparación.

COLOR 1H-22	COLOR 2H-25	OLOR 1H-22	OLOR 2H-25	SABOR 1H-22	SABOR 2H-25	TEXTURA 1H-22	TEXTURA 2H-25
5	5	5	5	5	6	5	6
4	4	5	5	5	6	5	6
5	5	5	5	5	6	5	5
5	5	5	5	6	6	6	5
6	3	6	5	7	4	6	6
7	6	7	5	7	5	7	4
7	5	7	6	6	5	6	3
7	5	6	4	6	5	6	5
7	5	6	5	7	4	7	6
6	7	6	5	6	5	7	6
6	7	5	3	3	4	5	6
6	6	6	5	7	4	5	5
5.916	5.25	5.75	4.833	5.833	5	5.833	5.25

En la tabla 16 se registraron los resultados otorgados por cada panelista en cada una de las categorías y muestras presentadas ante ellos, de las cuales podemos destacar que la mayoría de los resultados se encuentran superando el promedio o mediana de la escala establecida.

Para la observación de los resultados, se identifica con el color, con el cual se puede apreciar que se obtuvo una mejor apreciación por la muestra 1H-22 la cual corresponde a la harina preparada para pan obtenida de la tienda “CUCO Panaderos y Reposteros SA” a partir de los comentarios descritos por los panelistas es porque el pan tiene un color más llamativo mientras que el pan realizado con la harina de Arroz Integral tiene un color más opaco. De acuerdo con la categoría que corresponde al olor la muestra que obtuvo mejores resultados es la muestra denominada 1H-22 la cual hace referencia a la harina preparada para pan, esto debido a que el pan realizado con la harina de Arroz Integral no desprendía

tanto aroma como en el caso de la harina preparada para pan, sino que era más identificable el aroma a pan integral.

En esta grafica se puede apreciar los valores otorgados por los panelistas en la categoría de SABOR en la cual la muestra con mejores resultados es la muestra 1H-22 debido a que tuvo una mejor aceptación de acuerdo al paladar de los diferentes panelistas y de acuerdo a los comentarios y observaciones de los panelistas la muestra 2H-25 no fue mucho de su agrado debido a que se sentía más dominante el sabor del Arroz Integral y de la Proteína Vegetal que el sabor del saborizante añadido a la mezcla, por lo cual muchos comentaron que preferirían que se añadiera más saborizante a la mezcla o de ser posible añadir otra especia que ayude a potenciar el sabor en el pan. Para la categoría denominada TEXTURA la muestra con una mejor aceptabilidad para los panelistas fue la muestra 1H-22 la cual corresponde a la harina preparada para pan, es decir, la harina comercial para pan, mientras que la muestra 2H-25 obtuvo valores variados de acuerdo a los criterios de los panelistas debido a que a unos les gustaba la sensación del pan especificando que estaba esponjoso y blandito. Mientras que para otros les parecía un poco seco, es por eso que en esta categoría se obtuvieron resultados y comentarios más variados en comparación a otras categorías.

Tabla 17 Aceptabilidad de la prueba de comparación.

ACEPTABILIDAD GENERAL	ACEPTABILIDAD GENERAL
1H-22	2H-25
5	6
5	6
5	6
5	5
6	6
7	5
6	5
6	5
7	5
7	6
5	5
7	5
5.9167	5.4167

En esta tabla 17 podemos apreciar los valores que los panelistas otorgaron al producto de acuerdo a la aceptabilidad general tomando como base las categorías previas a este punto y a partir de ahí otorgar una calificación la cual englobara sus criterios, destacando que los promedios otorgados para las muestras de pan superaron la media correspondiente a la escala establecida, pero teniendo una preferencia por la muestra de pan 1H-22 la cual corresponde a la harina de pan preparada para pan (harina comercial) obtenida de “CUCO Panaderos y Reposteros SA”.



Figura 12 Elaboración sensoriales de harina para pan

En la categoría de ACEPTABILIDAD GENERAL se puede observar que la muestra con mejores resultados es la muestra de Harina para pan preparada, es decir, la muestra 1H-22, pero al comparar los resultados finales de los panelistas con respecto a las muestras no se encuentran muy alejadas entre si incluso llegando a ser la misma calificación en algunas de ellas, esto nos da a entender que al mejorar la muestra de Harina de Arroz

Integral complementada con Proteína Vegetal y Multivitamínicos, denominada como la muestra 2H-25, esta podría llegar a competir o superar la harina comercial para pan.

Al observar los promedios realizados a las muestras expresado en la figura 36, a partir de cada una de las categorías se puede apreciar que la muestra que más destaco en cada una de ellas es la muestra 1H-22 la cual corresponde a la muestra de pan de harina preparada de CUCO Panaderos y Reposteros SA y la mayor diferencia presente se encuentra en la categoría de OLOR, por lo cual al apreciar los porcentajes de erros o de diferencia entre las muestras , en la categoría de OLOR se aprecia un valor de 15.94 % siendo este un valor significativo para la comparación y aceptación de las muestras, por lo cual la harina de Arroz Integral complementada con proteína vegetal y multivitamínicos tiene que mejorarse en cada una de las categorías pero en especial mejorar el OLOR Y SABOR para que pueda haber un cambio y apreciación más significativa para pruebas posteriores.

Harina para tostadas

Tabla 18 Puntaje otorgado por los panelistas en la prueba de comparación de tostadas.

COLOR 1T-89	COLOR 2T-53	OLOR 1T-89	OLOR 2T-53	SABOR 1T-89	SABOR 2T-53	TEXTURA 1T-89	TEXTURA 2T-53
7	7	6	4	7	4	6	6
7	5	5	5	7	5	7	5
6	6	6	4	6	6	6	5
7	6	6	5	7	6	4	5
6	5	6	5	7	5	6	6
6	5	7	5	6	5	7	5
6	6	7	5	7	5	7	5
6	5	5	5	6	6	6	5
7	6	5	5	7	6	6	5
6	5	5	5	6	5	5	6
7	5	6	5	6	4	7	6
6	6	7	5	7	4	5	3
6.4166	5.5833	5.9166	4.8333	6.5833	5.0833	6	5.1666

De acuerdo a las pruebas sensoriales aplicadas se denominó como 1T-89 a la muestra preparada a partir de la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal, mientras que la muestra nombrada como 2T-53 corresponde a la muestra de tostadas de la marca SANISSIMO y con respecto a la aplicación de las pruebas sensoriales con estas dos muestras en la categoría de COLOR, las tostadas elaboradas y presentadas a partir de la harina de arroz tuvieron una mejor aceptación de acuerdo a esta

categoría por lo cual los panelistas comentaron que tenía un mejor color y más llamativo con respecto a las otras tostadas.

Así mismo al realizar un promedio se puede apreciar la comparación con respecto a la aceptación de la muestra por los panelistas, teniendo una mayor aceptabilidad por la muestra 1T-89 dando un promedio de 6.4166 mientras que la muestra 2T-53 arrojo un promedio de 5.5833 teniendo una diferencia de 12.9870% entre ambas muestras.

En la categoría de color y con respecto a las calificaciones otorgadas por los panelistas se pudo llegar a realizar la siguiente grafica en la cual la aceptabilidad de la muestra con respecto al OLOR la muestra nombrada como 1T-89 tuvo una mejor aceptabilidad en diferencia con la muestra 2T-53, teniendo así calificaciones más altas para la muestra de tostada elaborada a partir de la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal.

A partir de los datos recolectados y establecidos en tablas se realizó un promedio de ambas muestras en las cuales podemos observar de manera más notoria la diferencia de la aceptabilidad de cada muestra ante los panelistas siendo así la muestra 1T-89 teniendo un promedio más alto siendo este de 5.9166 mientras que la muestra 2T-53 es de 4.8333 y teniendo entre estas un porcentaje diferencial de 18.3098%, sabiendo así que la muestra hecha a base de harina de arroz es un mejor producto de acuerdo a los panelistas.

En la categoría de sabor hubo resultados más notables con respecto a las calificaciones que los panelistas otorgaron a cada muestra, destacando entre ellas la muestra 1T89 la cual corresponde a la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal y de acuerdo a los panelistas es porque esta muestra de tostada tenía un mejor sabor y un sabor más notorio en comparación con la muestra 2T-53 que corresponde a la marca SANISSIMO la cual para los panelistas era muy simple y sin un sabor destacable.

De acuerdo a los datos obtenidos en las pruebas sensoriales y a las calificaciones otorgadas por los panelistas se llegaron a los siguientes promedios de entre los cuales podemos ver que la muestra 1T-89 con un valor de 6.5833 la cual corresponde a la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal, la cual destaco notablemente ante la muestra 2T-53 dándonos un valor de 5.0833 la cual corresponde a la marca de tostadas “SANISSIMO” teniendo una diferencia porcentual entre ambos promedios de 22.7848 %.

En la categoría de TEXTURA los resultados fueron muy dispersos, pero gracias a la gráfica podemos verificar que las calificaciones otorgadas por los panelistas fueron más favorables a la muestra 1T-89 la cual corresponde a la muestra de la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal, por otro lado, con respecto a la muestra 2T-53 la cual corresponde a la muestra de la marca SANISSIMO tuvo valoraciones similares y cercanas a las de la muestra 1T-89 pero siendo inferiores a dicha muestra.

A partir de los valores otorgados por los panelistas en las pruebas sensoriales se realizaron los siguientes promedios para tener una mejor apreciación de la aceptación de la muestra para los panelistas, teniendo así un resultado más aceptable por la muestra 1T-89 dando un promedio de 6 mientras para la muestra 2T-53 obtuvo un promedio de 5.1666, pudiendo apreciar una mejor aceptación por la muestra de tostada elaborada a partir de la muestra de la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal, teniendo así una diferencia de 13.8888% entre las muestras.

Para la categoría establecida como aceptabilidad general se les informo a los panelistas que esta categoría se evaluaba de acuerdo a los aspectos anteriores por lo cual la valoración de la misma podía ser un promedio con los puntajes anteriores u otorgar una valoración de acuerdo al puntaje que debería tener la muestra de acuerdo a sus opiniones, por lo cual al realizar la gráfica podemos notar que las valoraciones fueron más aceptables para la muestra nombrada como 1T-89 la cual corresponde a la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal.

Tabla 19 Aceptabilidad de la prueba de comparación.

ACEPTABILIDAD GENERAL 1T-89	ACEPTABILIDAD GENERAL 2T-53
6	5
7	5
6	5
6	5
6	5
6	5
6	5
6	5
6	5
7	6
6	5
6	6
6	4
6.16666667	5.08333333

Una vez obtenidos los datos de los panelistas para esta última categoría se realizó un promedio para determinar la valoración en la que se puede determinar o clasificar cada muestra y así mismo también poder observar con más claridad la diferencia de valoraciones por lo que para la muestra 1T-89 arrojó un promedio de 6.1666 mientras que la muestra 2T-53 obtuvo un promedio de 5.0833 siendo así la muestra de harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal, quien destaco en las valoraciones de las pruebas sensoriales para los panelistas.



Figura 13 Pruebas sensoriales de harina desarrollada para tostadas

Para una mejor comprensión de las valoraciones y comparaciones de los promedios realizados por categorías de acuerdo a las opiniones de cada panelista se desarrolló dicha grafica visible en la figura 37, en la cual podemos ver que la muestra de tostada que más destaco y llamo el interés de los panelistas fue la muestra 1T-83 la cual corresponde a la harina de arroz con alto valor nutricional y complementada con proteína vegetal y en apreciación a los comentarios de los panelistas las tostadas fueron más de su agrado debido a que tenían un color mar llamativo y no estaban pálidas, así como también tenían un aroma agradable en comparación de las otras tostadas a las cuales no les detectaban un aroma y en sabor el comentario fue que se podía percibir tanto el sabor del arroz como de la proteína que lo complementaba por lo que destaco sobre la otra debido que al probar la tostada de maíz no percibían un sabor al instante, con respecto a la textura a los

panelistas les gusto que la tostada hecha a partir de la harina de arroz pudiera crujir y no fuera una tostada blanda, así mismo las opiniones de los panelistas fue que les parecía una muy buena alternativa en comparación para otras tostadas que si bien contenían mucha grasa o también terminaban siendo tostadas que no tenían ningún sabor y no llegaban a gustarles y que por otro lado estas tostadas al mismo tiempo de no contener grasa tenían un valor adicional el cual era que contenían una proteína vegetal.

EVALUACION EN EL MERCADO

Tabla 20 Estudio del mercado de las harinas comerciales.

Nutrimento	Harina de arroz blanco (g)	Harina de arroz integral (g)	Harina de arroz comercial Tres Estrellas (g)	Erawan Harina de Arroz Glutinoso(g)
Carbohidrato	66.08	69.97	81	8
Proteína	7.41	7.63	7	2
Grasas	1.45	1.47	1	0
Fibra dietaría	7.62	7.45	1	0
TOTAL	82.56	86.52	90	10

Con los datos observados en la tabla 20 podemos tener conocimiento del porcentaje contenido en cada una de las marcas visualizando las primeras dos columnas los resultados de las harinas producidas. De los resultados más destacados se encuentra la fibra dietaría que en el caso de las harinas producidas se obtiene de un 86 a 87% de mayor contenido, mientras que el índice de fibra en las otras dos marcas es mínimo o nulo. De igual manera se entiende que el nivel de grasa natural obtenido en las harinas es 31.03% mayor que registrado en las harinas comerciales ya que el porcentaje de estas marcas es aún más reducido. En el caso de la proteínas es mayor en 9.17% en las harinas producidas en este proyecto teniendo un valor muy próximo al de la harina comercial Tres Estrellas, pero teniendo duda que tan verídico puede llegar a ser debido a que menciona que es una harina fortificada pero no con que complemento y teniendo encuentra que el contenido de proteínas en las harina de arroz solo llega a ser de 2.7 gramos a 4.26 gramos teniendo un 39.14% más de la proteína determinada mientras que la harina Erawam entra en los

márgenes de proteínas para harina de arroz sin complemento, y por último en la categoría de carbohidratos se observa una reducción de 18.42% en las harinas de arroz elaboradas en comparación a la harina de arroz marca Tres Estrellas, teniendo en cuenta que el control de reducción de carbohidratos en la marca Erawan es aún más reducido de lo esperado en las harinas.

CONCLUSION

El arroz, también conocido como *Oryza sativa*, pertenece a la familia *Poaceae*. Es una planta herbácea anual de la familia de los cereales y se considera un cultivo alimentario básico en muchas culturas, y representa aproximadamente la mitad de la población mundial. La adición de quinoa como producto proteico hace de la harina de arroz un alimento más completo, y la incorporación de micronutrientes mejora la calidad de la harina, otorgándole una mayor puntuación en proteína, fibra y valor nutricional. Hace una gran adición a la dieta del consumidor y es más eficiente que la harina comercial.

Los productos desarrollados no contienen *mesófilos aeróbicos detectables*, *Escherichia coli*, *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcus aureus* o *coliformes*, incluidos los resultados negativos en los medios utilizados para el análisis. Esto significa que la harina de arroz con quinoa alta en proteínas es un producto pasteurizado.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, estas harinas son más nutritivas y están elaboradas con gluten y azúcar, lo que puede brindar beneficios a la salud de quienes las consumen, se puede considerar como un suplemento dietético. Según estudios realizados, el arroz sin gluten puede ser un suplemento para personas que no pueden comer harina con alto contenido de gluten.

REFERENCIAS

- FatSecret. (21 de Agosto de 2007). *fatsecret México*. Obtenido de Calorias del Arroz Blanco (100 g) e Informacion Nutricional: <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/arroz-blanco?portionid=53181&portionamount=100,000>
- Secretaría de Economía. (2022). *DATA MÉXICO*. Obtenido de Arroz: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/rice#:~:text=En%202022%2C%20el%20intercambio%20comercial%20total%20de%20Arroz%20en%20M%C3%A9xico,de%20entidades%20federativas%20y%20pa%C3%ADses>.
- A. Acevedo, A. Castrillo y C. B. M. (Junio de 2006). *ORIGEN, EVOLUCIÓN Y DIVERSIDAD DEL ARROZ*. Obtenido de AGRONOMIA TROPICAL: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001
- AIDISA. (11 de julio de 2002). Mundo Sabor. *Asociación para la Investigación, Desarrollo e Innovación del Sector Agroalimentario*. (L. Rioja, Ed.) La Rioja, Unión Europea, Unión Europea: Sistema Riojano de Innovación. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de El arroz y sus propiedades: <http://mundosabor.es/sabias-que/productos/el-arroz-y-sus-propiedades.html>
- C. Latham, M. (2002). VITAMINAS. En M. C. Latham, *NUTRICIÓN HUMANA EN EL MUNDO* (29 ed., Vol. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29). Ithaca, Nueva York , Estados Unidos: Dirección de Información de la FAO. Recuperado el 26 de Marzo de 2022, de Vitaminas: <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0f.htm>
- Corporación Arrocera Nacional. (2011). Arroz un alimento con alto nutricional. *Revista Arrocera*, 04.
- Dr. Hernández Rodríguez, J. (29 de octubre de 2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. (C. d. Endocrinología., Ed.) *Revista Cubana de Endocrinología*, 9.
- DUNA Puerto. (25 de Septiembre de 2022). *DUNA Puerto Arrocería* . Obtenido de Beneficios del arroz para la salud: <https://dunapuerto.com/beneficios-del-arroz-para-la>

- García, Ávila, Jayaro, Alezones, Hernández, Lozada, L. (28 de agosto de 2018). *CARACTERIZACIÓN DE DASMATI: CULTIVAR DE ARROZ AROMÁTICO ADAPTADO A LAS CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS DE VENEZUELA*. Estado Yaracuy, Venezuela: Fundación para la Investigación Agrícola Danac.
- Gardey, J. P. (2017). *Definición de arroz*. Recuperado el 03 de Febrero de 2022, de <https://definicion.de/arroz/>
- Gastronomía & Cía. (24 de Julio de 2009). *Tipos de arroz*. Obtenido de Gastronomía & CIA: <https://gastronomiaycia.republica.com/2009/07/21/tipos-de-arroz/>
- Great Italian Food Trade. (14 de Noviembre de 2016). *Tipos de Arroz. Gran Comercio de Alimentos Italianos*. Via dei Grottoni, Roma, Italia. Recuperado el 17 de Marzo de 2022, de <https://www.greatitalianfoodtrade.it/es/arroz/tipos-de-arroz>
- Jiménez Ortega, A., Martínez García, R., Quiles Blanco, M., Majid Abu Naji, J., & González Iglesias, M. (2016). *Enfermedad celíaca y nuevas patologías relacionadas con el gluten*. Hospital San Rafael, Unidad de Gastroenterología Pediátrica. Madrid. España: SciELO Analytics. Recuperado el 28 de Agosto de 2022, de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016001000011
- Jordy, C. R., Katherine, A. C., & Luz María, P. M. (08 de Agosto de 2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Nutritional composition and bioactive compounds of grain and leaf, and impact of heat treatment and germination. *Scientia Agropecuaria*, 13, 209 - 2020. Obtenido de Scientia Agropecuaria: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v13n3/2077-9917-agro-13-03-209.pdf>
- KEMIN. (31 de Agosto de 2021). *¿Cómo Funciona un Conservante Alimenticio?* Obtenido de KEMIN: <https://www.kemin.com/na/es-mx/blog/food-technologies/how-food-preservatives-work#:~:text=Una%20de%20las%20principales%20categor%C3%ADas,%2C%20citratos%2C%20lactatos%20y%20acetatos.>
- Lirola, A. (17 de enero de 2022). *AGAR-AGAR: QUÉ ES, PROPIEDADES Y CÓMO COCINARLO*. Obtenido de CONASI: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/agar-agar-propiedades-como-cocinarla/#:~:text=Se%20utiliza%20como%20estabilizante%20y,de%20la%20textura%20de%20queso.>

Medlineplus. (21 de Marzo de 2021). *Fósforo en la dieta*. Obtenido de Medlineplus Información de salud para usted: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002424.htm>

MedlinePlus. (21 de Marzo de 2022). Biblioteca Nacional de Medicina. Institutos Nacionales de la Salud de EE. UU. (NIH). Obtenido de MedlinePlus Información para la salud: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002401.htm#:~:text=La%20tiamina%20se%20encuentra%20en,de%20res%20y%20de%20cerdo>

Mora Zambrano, Pérez Romero, A. (06 de Febrero de 2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL*. Obtenido de Calidad Nutricional del Arroz en sus diversos procesos de transformación: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/51721/1/T-109997.pdf>

National Institute of Health. (04 de Marzo de 2022). *Zinc-DatosEnEspanol*. Obtenido de Datos sobre el zinc: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Zinc-DatosEnEspanol.pdf>

National Institutes of Health. (5 de Marzo de 2019). *Potasio*. Obtenido de <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Potassium-DatosEnEspanol/#:~:text=El%20potasio%20es%20un%20mineral,muscular%20y%20la%20transmisi%C3%B3n%20nerviosa>.

National Institutes of Health. (02 de Enero de 2020). *Iron-DatosEnEspanol*. Obtenido de Datos sobre el hierro: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Iron-DatosEnEspanol.pdf>

National Institutes of Health. (24 de Marzo de 2020). *Magnesio*. Obtenido de Magnesium - Magnesio en español: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-DatosEnEspanol/#:~:text=El%20magnesio%20es%20un%20nutriente,sangre%2C%20y%20la%20presi%C3%B3n%20sangu%C3%ADnea>.

National Institutes of Health. (07 de Marzo de 2022). *Calcium-DatosEnEspanol*. Obtenido de Datos sobre el calcio: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Calcium-DatosEnEspanol.pdf>

Nutrición Deportiva. (16 de Julio de 2020). *¿Qué son las proteínas veganas?* Obtenido de San pablo natural: <https://www.farmaciasanpablo.com.mx/natural/blog/proteinas-vegas>

Oficinas regionales de la OMS. (31 de Enero de 2018). *Aditivos alimentarios*. Obtenido de ¿Qué son los aditivos alimentarios?: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>

- Paredes C, Becerra V, Gepts, Doñoso Ñ, M. (17 de Agosto de 2021). *Capítulo 1. Origen del Arroz*.
Obtenido de biblioteca.inia: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68050/Capitulo%201.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Pochteca Colombia. (09 de Agosto de 2022). *SORBATO DE POTASIO: QUÉ ES, USOS Y BENEFICIOS*.
Obtenido de ¿QUÉ ES EL SORBATO DE POTASIO?: <https://colombia.pochteca.net/sorbato-de-potasio-que-es-usos-y-beneficios/#:~:text=Usos%20del%20Sorbato%20de%20Potasio&text=Se%20puede%20incorporar%20directamente%20a,en%20los%20que%20se%20a%C3%B1ade>.
- PROINPA. (13 de Julio de 2011). *La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/aq287s/aq287s.pdf>
- QPros Materias primas especializadas. (17 de Julio de 2020). *Sorbato de Potasio: Un gran conservante en la industria alimenticia*. Obtenido de <https://qpros.co/sorbato-de-potasio-un-gran-conservante-en-la-industria-alimenticia/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20esta%20organizaci%C3%B3n,procesadas%20y%20pescados%2C%20entre%20otras>.
- Quelal, M., Nazate, K., Villacrés, E., & Cuarán, J. (13 de Junio de 2019). *Obtención y caracterización de un hidrolizado proteico de quinua (Chenopodium quinoa Willd)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5722/572262062007/html/>
- Rodríguez Almarza, M. (2007). *Determinación de la Composición Química y Propiedades Físicas y Químicas del Pulido de Arroz (Oryza sativa L.)*. Valdivia- Chile: UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE.
- Rodríguez Hernández, A. (24 de Mayo de 2018). *Chenopodium quinoa Willd*. Obtenido de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/8687/Chenopodium%20quinoa%20Willd.%20C2%BFPor%20que%20nos%20interesa%20conocerla.pdf?sequence=1>
- Ruíz De las Heras, A. (31 de Diciembre de 2021). Micronutrientes. (P. Antolín, Ed.) *Webconsultas Healthcare S.A*. Obtenido de Webconsultas Revista de salud y bienestar:

<https://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dieta-equilibrada/micronutrientes/vitaminas/vitamina-b3-1816>

SAGARPA. (12 de Julio de 2017). *Planeación Agrícola Nacional 2017 -2030*. Recuperado el 20 de Marzo de 2023, de Arroz Mexicano: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256423/B_sico-Arroz.pdf

Secretaría de Economía. (2022). *DATA MÉXICO*. Obtenido de Quinoa “Chenopodium Quinoa”: <https://www.economia.gob.mx/datamexico/en/profile/product/quinoa-chenopodium-quinoa>

Unión Arrocera S.C.A. (2015). *LA IMPORTANCIA DEL ARROZ EN LA ALIMENTACIÓN*. Obtenido de COOPERATIVA DE PRIMER GRADO DE FABRICANTES Y DISTRIBUIDORES DE ARROZ EN ESPAÑA: <https://www.arrozua.com/la-importancia-del-arroz-en-la-alimentacion/>

USAID. (2010). GENERALIDADES Y CADENA PRODUCTIVA DEL ARROZ. *PARAGUAY VENDE ARROZ Negocio Creciente*, 07.