

UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU
FACULTAD DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS
CARRERA DE NUTRICION Y TECNICAS ALIMENTARIAS



“Efecto del germinado sobre la capacidad antioxidante de la quinua roja y quinua blanca (*Chenopodium quinoa* Willd)”

Tesis para optar el Título Profesional de: Licenciada en Nutrición y Técnicas Alimentarias

Autores:

Bch. Yelina Diez Boggio

Asesor:

Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Lima, Perú

2021



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO DE LA TESIS:

“EFECTO DEL GERMINADO SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA QUINUA ROJA Y QUINUA BLANCA (Chenopodium Quinoa Willd)”

AUTOR:

Nombres y apellidos: YELINA DIEZ BOGGIO

D.N.I N° /C.E. N°	72197038
Financiamiento	Yelina Diez Boggio
Ubicación geográfica	Lima Metropolitana .Región Lima – distrito de San Borja.
Duración de la investigación	Enero 2021 a mayo 2021/ año 2021.

ASESOR:

Nombres y apellidos	D.N.I N° /C.E. N°	Código ORCID
KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	40277208	0000-0002-6673-3587

JURADO EXAMINADOR:

Nombres y apellidos	Cargo	D.N.I N° /C.E. N°	Código ORCID
VICTOR JESÚS SAMILLÁN SOTO	Presidente	16709515	0000-0003-1258-2856
GLORIA AMÉRICA SANTOS YÁBAR	Primer Miembro	25514892	0000-0003-4748-1510
KAREN VANESSA QUIROZ CORNEJO	Segundo Miembro	40277208	0000-0002-6673-3587



UNIVERSIDAD LE CORDON BLEU
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Lima, Distrito de Magdalena del Mar, a las 17:00 horas del día 02 del mes de agosto del año 2021, se reunió el Jurado Examinador de sustentación y defensa de la

Tesis titulada **“EFECTO DEL GERMINADO SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE LA QUINUA ROJA Y QUINUA BLANCA (Chenopodium Quinoa Willd)”**, presentado por la bachiller **YELINA DIEZ BOGGIO** para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición y Técnicas Alimentarias; conformado por los profesores:

Presidente: Dr. Victor Jesús Samillán Soto

Primer Miembro: Mg. Gloria América Santos Yábar

Segundo Miembro: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo

Instalado el Jurado Examinador, se procedió dar cumplimiento a las etapas:

- a. El Presidente del jurado invitó al sustentante a realizar su presentación por un tiempo no mayor de 30 minutos.
- b. Terminado la presentación de la Tesis, el jurado Examinador procedió a realizar preguntas sobre aquellos aspectos pertinentes para determinar los conocimientos sobre el tema y la ejecución de la tesis.
- c. Luego de escuchar las respuestas a las interrogantes formuladas, el jurado examinador deliberó en privado la calificación de la Tesis y su correspondiente defensa.
- d. Cada miembro del jurado examinador estableció individualmente su calificación de acuerdo al reglamento de grados y títulos.
- e. El Presidente del Jurado Examinador verificó la calificación de cada miembro y procedió a establecer la calificación de la tesis en escala vigesimal con la siguiente mención:

SOBRESALIENTE	20 -18 (X)
MUY BUENO	17- 16 ()
BUENO	15 -13 ()
DESAPROBADO	< 13 ()

Finalmente, el Presidente del Jurado invitó al sustentante para recibir el veredicto de la calificación obtenida.

El Jurado Examinador deja constancia con su firma, que el veredicto final de calificación de la Tesis presentado por la Bach. **YELINA DIEZ BOGGIO** es:

APROBADO

concluye el acto académico, siendo las 17: 58 horas del mismo día.

Presidente: Dr. Victor Jesús Samillán Soto	<i>Vsamillan</i>
Primer Miembro: Mg. Gloria América Santos Yábar	<i>Gloria Santos Yábar</i>
Segundo Miembro: Mg. Karen Vanessa Quiroz Cornejo	<i>Karen Quiroz</i>

DEDICATORIA

Le dedico ese trabajo a las personas que se han involucrado con este trabajo, también quiero dedicarlo a mis padres que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para cumplir todas mis metas.

Así mismo, agradezco a mi pareja y a mi hijo que con sus palabras me hacían sentir orgullosa de lo que soy y de lo que les puedo enseñar.

AGRADECIMIENTO

Les agradezco a mis padres Guillermo y Maricruz quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido cumplir todos mis sueños, gracias.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo, durante este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias.

A toda mi familia y a la nueva familia que estoy formando porque con sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Mg. Karen Quiroz y al Dr. Victor Samillan, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración, permitieron el desarrollo de este trabajo.

INDICE

Acta de sustentación.....	2
Dedicatoria.....	4
Agradecimientos.....	5
Índice.....	6
Resumen.....	7
Abstract.....	8
Índice general.....	9

RESUMEN

Este trabajo estudió la capacidad antioxidante de los germinados de quinua blanca y quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd) semilla de la región de Ayacucho para demostrar si estos pueden proteger al organismo de los agentes agresivos, llamados radicales libres. Por ello, el **objetivo** de este estudio fue determinar el efecto del germinado sobre la capacidad antioxidante de la quinua roja y quinua blanca (*Chenopodium quinoa* Willd). Para ello se utilizó como **método** para medir la capacidad antioxidante la técnica (DPPH) radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo en los dos tipos de germinados. **Materiales.** Se utilizó 250 gr de germinado de quinua roja y otros 250 gr de germinado de quinua blanca los cuales se distribuyeron en 10 grupos cada uno de 25 gr. **Resultados.** En cuanto la capacidad antioxidante y la concentración que tenían las muestras, se observa que la tendencia del poder antioxidante es alta y directamente proporcional con la concentración que poseen las muestras. También se observó que la capacidad antioxidante es mayor en el germinado de quinua roja comparándolo con el germinado de quinua blanca. Se calculó el coeficiente de inhibición (IC) del germinado de quinua blanca = 4mg/mL y del germinado de quinua roja =3.5 mg/mL determinando que ambas variedades de germinado poseen una buena capacidad antioxidante. **Conclusiones.** Los extractos acuosos de los germinados de quinua blanca y quinua roja presentaron un alto poder antioxidante, observando que la quinua blanca tiene ligeramente menor capacidad antioxidante comparándola con la quinua roja.

Palabras clave: Capacidad antioxidante; germinado; *Chenopodium Quinoa Willd.*

ABSTRACT

This work studied the antioxidant capacity of the sprouts of white quinoa and red quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) seed from the Ayacucho region to demonstrate whether they can protect the organism from aggressive agents, called free radicals. Therefore, the objective of this study was to determine the effect of sprouts on the antioxidant capacity of red quinoa and white quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). For this, the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical technique (DPPH) in the two types of sprouts was used as a method to measure the antioxidant capacity. **Materials.** 250 gr of red quinoa sprouts and another 250 gr of white quinoa sprouts were used, which were distributed in 10 groups each of 25 gr. **Results.** Regarding the antioxidant capacity and the concentration of the samples, it is observed that the tendency of the antioxidant power is high and directly proportional to the concentration of the samples. It was also observed that the antioxidant capacity is higher in the sprouts of red quinoa compared to the sprouts of white quinoa. The inhibition coefficient (IC) of the white quinoa sprouts = 4mg / mL and the red quinoa sprouts = 3.5 mg / mL was calculated, determining that both varieties of sprouts have a good antioxidant capacity. **Conclusions.** The aqueous extracts of the sprouts of white quinoa and red quinoa presented a high antioxidant power, observing that white quinoa has slightly lower antioxidant capacity compared to red quinoa.

Keywords: Antioxidant capacity; germinated; Chenopodium Quinoa Willd.

INDICE

Índice de tablas.....	10
Índice de figuras.....	11
Índice de gráficos.....	12
Índice de anexos.....	13
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1 Antecedentes de la investigación:.....	18
a) Internacionales	18
b) Nacionales.....	23
2. 2 Bases Teóricas:.....	30
2.2.1 Origen de la Quinoa	30
2.2.2 Estacionalidad y producción de la quinua en el Perú	30
2.2.3 Producción de la quinua	31
2.2.4 Clasificación taxonómica de la quinua.....	33
2.2.5 Variedades de quinua	34
2.2.6 Propiedades nutricionales de la quinua	35
2.2.7 Quinoa blanca	36
2.2.8 Quinoa Roja.....	39
2.2.9 Historia de los Germinados.....	42
2.2.10 Radicales libres	45

2.2.11 Estrés oxidativo	47
2.2.12 Capacidad Antioxidante	49
2.2.13 Los compuestos fenólicos	55
2.2.14 Capacidad antioxidante de la quinua	58
2.2.15 Método de Folin - Ciocalteu	58
2.2.15.1 Acido Gálico	59
2.3 Definición de términos	61
III. METODOLOGÍA	65
3.1 Tipo de estudio	65
3.2 Obtención de la materia prima	65
3.3 Métodos:	65
3.4 Población	65
3.5 Muestra	65
3.6 Germinación	66
3.7 Método de germinación	66
3.8 Método DPPH	69
3.9 Reactivos.....	69
3.10 Equipo.....	69
3.11 Unidad de análisis.....	70
3.12 Preparacion de la muestra para las diferentes técnicas para la solución DPPH.....	70
3.14 Determinación de vitamina C.....	¡Error! Marcador no definido.
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	72
4. 1 Resultados	72
V. CONCLUSIONES.....	78

VI.	RECOMENDACIONES.....	78
VII.	BIBLIOGRAFÍA	80
	ANEXOS	86
	FOTOS.....	86
	RECOLECCION DE DATOS.....	¡Error! Marcador no definido.
	MATRIZ DE CONSISTENCIA	92
	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	93

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción, cosecha y rendimiento de la quinua (2015-2020).....	32
Tabla 2: Producción mundial de quinua (1998-2016) (en toneladas).....	32
Tabla 3: Participación porcentual de la quinua por regiones en 2020.	33
Tabla 4: Valor nutricional de la semilla de quinua y de la quinua cocida	35
Tabla 5: Valor nutricional de la quinua blanca.....	36
Tabla 6: Valor nutricional de la quinua roja proveniente de Puno	41
Tabla 7: Dosis diaria recomendada de vitamina C	53
Tabla 8: Dosis diaria recomendada de vitamina E	54

INDICE FIGURAS

Figura 1: Clasificación taxonómica de la quinua (León-lobos, 2018).....	33
Figura 2: Características del grano de quinua blanca	37
Figura 3: Se muestra las fases vegetativas de la quinua blanca	38
Figura 4: Características del grano de quinua Roja.....	40
Figura 5: Se muestra las fases vegetativas de la quinua roja.....	42
Figura 6: muestra las 3 fases que se realizan durante la germinación	44
Figura 7: Radical libre y un antioxidante	47
Figura 8: Estrés oxidativo del tomate.....	48
Figura 9: Reacción de la enzima superóxido dismutasa	50
Figura 10: Reacción de la enzima glutatión peroxidasa.....	51
Figura 11: Reacción de la enzima catalasa del sistema antioxidante	51
Figura 12: Estructura química de la Vitamina C	52
Figura 13: Estructura química de la vitamina E.....	53
Figura 14: Compuestos fenólico extraíbles y no extraíbles en los alimentos ..	56
Figura 15: Los compuestos fenólicos atrapadores de radicales libres	59
Figura 16: Estructura del Ácido Gálico	60
Figura 17: Fases de la germinación	67
Figura 18: Proceso de la germinación de semillas de quinua	68

INDICE GRAFICOS

Gráfico 1: Relación entre la capacidad antioxidante y concentraciones del extracto de germinado de quinua blanca (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	72
Gráfico 2: Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de germinado de quinua roja (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).73	
Gráfico 3: Comparación de la capacidad antioxidante de las concentraciones de extractos acuosos de los germinados de quinua blanca y roja (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>)	74
Gráfico 4: Medición del parámetro IC 50 de la capacidad antioxidante de los germinados de quinua blanca y roja (<i>Chenopodium Quinoa Willd</i>).....	75
Gráfico 5: Contenido de ácido ascórbico en el germinado de quinua blanca y quinua roja (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).....	77

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1: Fotos de la germinación de las semillas de quinua	86
ANEXOS 2: Fotos del metodo de DPPH	89
ANEXOS 3: Tablas de recolección de datos.....	91
ANEXOS 4: Matriz de consistencia	92
ANEXOS 5: Operacionalización de variables	93

I. Introducción

El Perú se registró como el mayor productor de quinua con cerca de 80 mil toneladas que se registraron en el 2016 según estadísticas de la FAO. Los granos de quinua son usados en la elaboración de diversos platos, mezclando la quinua con otros ingredientes se producen alimentos nutritivos, sin embargo, no se le da mucha importancia a las propiedades y beneficios que podrían brindarnos los germinados de quinua.

El proceso de germinación hace que las semillas se activen aumentando su capacidad enzimática haciendo fácil su digestión y aumentando su valor nutricional. Las semillas de quinua tienen propiedades funcionales y niveles altos en minerales, vitaminas y proteínas con alto contenido en lisina (Mäkinen, 2014). La quinua tiene una amplia variabilidad genética, por lo que puede adaptarse a condiciones ambientales muy diferentes, debido a estos factores, la FAO la ha declarado como "uno de los cultivos más prometedores de la

humanidad", y a partir de la Declaración del Año Internacional de la Quinoa por las Naciones Unidas en el 2013 (MINAGRI, 2015)

La quinoa contiene gran cantidad de compuestos fenólicos, los cuales tienen efectos antiinflamatorios que reducen el riesgo de padecer algunas enfermedades degenerativas como enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedad de Alzheimer, cataratas, asma y otras. (García, Fernández, & Fuentes, 2010)

Los antioxidantes son compuestos químicos el cual el cuerpo humano utiliza para eliminar radicales libres, que son sustancias reactivas que introducen oxígeno en las células y producen la oxidación, alteraciones en el ADN y cambios diversos que aceleran el envejecimiento del cuerpo. (Agudo A, 2017).

La búsqueda de alimentos con capacidad antioxidante es de interés para las industrias farmacéuticas y alimentarias, debido a que pueden convertirse en una oportunidad de negocio para dichas empresas y a su vez aportar a la salud de la población.

Se ha demostrado que la semilla de quinoa tiene diferentes fitoquímicos bioactivos, incluidos los fenólicos, las betalainas y los carotenoides, los cuales poseen efectos antioxidantes, antiinflamatorios y otros beneficios para la salud. (Tang A, 2017).

El conocer la capacidad antioxidante y el contenido de compuestos fenólicos en la germinación de la semilla de quinoa blanca y quinoa roja podrá incentivar a la población peruana a consumir nuevos productos donde se puede motivar la industrialización y comercialización del germinado de la quinoa en el mercado nacional y aprovechar los beneficios que puede ofrecer en la prevención de enfermedades.

Es por ello que en el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivos cuantificar el efecto del germinado sobre la capacidad antioxidante, determinar la concentración de polifenoles y comparar la capacidad antioxidante de los germinados de quinua roja y quinua blanca.

II. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación:

a) Internacionales

Abdelaleem M, (2020) en el artículo “Evaluación de fitoquímicos y actividad antioxidante de quinua irradiada con rayos gamma (*Chenopodium quinoa*)” evaluó la actividad fitoquímica y antioxidante de la harina de quinua luego de someterla a procesos de irradiación gamma, tanto las muestras de quinua no irradiadas como las irradiadas mostraron ligeras diferencias en el contenido de saponina. El proceso de irradiación mejoró tanto el contenido fenólico total como el contenido total de flavonoides que tuvo como resultado 34,52 y 30,92 mg de ácido gálico equivalente (GAE) / 100 g en comparación con 26,25 mg GAE / 100 g en la quinua no irradiada. En el proceso de irradiación fueron 67,44 y 62,89 mg de Equivalentes de Quercetina / 100 g en comparación con 53,15 mg Quercetina / 100 g.

Carciochi, R, (2014) en su tesis de doctorado “Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante mejorada por aplicación de distintos procesos a semillas de quinoa (*Chenopodium quinoa*- Buenos Aires Argentina (2014)” en este trabajo se obtuvieron materias primas a partir de los granos de quinoa, en el cual la capacidad antioxidante cambio luego de la aplicación de diversos procesos tecnológicos comparándolos con derivados de granos de quinua sin procesar. Como resultado se observó que durante la germinación del grano de quinua se incrementa el contenido de compuestos fenólicos, ácido ascórbico y α -tocoferol, por lo tanto, se incrementa la actividad antioxidante evaluada mediante diferentes métodos.

Fuentes ,H. (2019) en su tesis para optar el título profesional de químico farmacéutico “estudio comparativo del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en quinua roja, negra y amarilla (*Chenopodium quinoa willdenow*) cultivada en Ecuador” se realizó un estudio comparativo por el método Folin-Ciocalteu de quinua amarilla, roja y negra tuvieron como resultado 40.657 mg GAE/100g, 35.848 mg GAE/100g y 43.665 mg GAE/100g respectivamente; mientras que por el método DPPH la quinua amarilla, roja y negra tuvieron como resultado 403.23 mg/100g, 347.22 mg/100g y 490.2 mg/100g correspondientemente.

Navia, A. (2020) en el artículo “Determinación de los contenidos fenólicos y evaluación de la actividad antitirosinasa e índices antioxidantes de cuatro variedades de quinua boliviana” Se estudio cuatro variedades de quinua boliviana estableciendo los contenidos fenólicos y consecuentemente por sus índices antioxidantes. En una serie de ensayos *in vitro* , se evaluaron índices de antioxidantes, mediante los métodos de contenido fenólico total y ABTS, y actividades antitirosinasa, mediante el método de tirosinasa fúngica, de fracciones ricas en fenoles y del compuesto puro mostró una importante actividad antitirosinasa (74,73% I a 1,67 mg / mL) y antioxidante (826,68 mg GAE / gy 1141,38 μ M Trolox / g), así como la fracción rica en fenoles del extracto de quinua jacha en grano que mostró 69,89% I de la enzima tirosinasa y actividad antioxidante significativa (246,08 mg GAE / gy 569,21 uM trolox / g).

Ramos, J. (2020). En su tesis para optar el título de químico farmacéutico “Microesferificación del extracto de las hojas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), variedad INIAP Tunkahuan para mantener su bioaccesibilidad y actividad antioxidante”. La presente investigación extrajo el extracto etanólico de las hojas de quinua, luego se realizó la microesferificación del extracto, caracterización del extracto y de las microesferas mediante la determinación de los compuestos fenólicos totales usando el reactivo de Folin-Ciocalteu y el método DPPH mediante la simulación de la digestión *in vitro* (fase gástrica e intestinal) del extracto

de hojas de quinua y de las microesferas. Los resultados fueron sometidos a análisis, encontrándose que el método de microesferificación del extracto de la hoja de quinua permite mantener su actividad antioxidante al observar un incremento del porcentaje de inhibición promedio inicialmente de 16.9% en la fase gástrica, pasando a 26.7% en la fase intestinal; además de mantener la bioaccesibilidad de sus compuestos fenólicos, pasando de 2.36 mg equivalentes promedio de ácido gálico/mL en la fase gástrica a 3.43 mg equivalentes promedio de ácido gálico/mL en la fase intestinal.

Rioja A Et. Al (2018) en su artículo “Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de *Chenopodium quinoa*” en este estudio se midió la capacidad antioxidante total por métodos de ABTS y FRAP, la determinación de compuestos fenólicos se evaluó mediante el método de Folin Ciocalteu y para la medición de la α -amilasa se utilizó el método de Miller y método DNS. Los resultados confirman la presencia de antioxidantes y azúcares originados por la α -amilasa.

Valenzuela, (2015) en su artículo “Efecto de la germinación y cocción en las propiedades nutricionales de tres variedades de quinua (*chenopodium quinoa willd*)” en esta investigación se utilizó la técnica de AOAC para determinar las propiedades nutricionales del germinado de quinua y

quinua cocida, el objetivo fue analizar las propiedades nutricionales por causa de la germinación (48 horas a 20°C) y cocción a (86°C por un tiempo de 15 minutos), como resultados se observa que la variedad salcedo incrementa sus propiedades nutricionales con la germinación y aumenta el contenido de carbohidratos con la cocción, la variedad pasankalla presenta pocas diferencias en su valor nutricional tanto con la germinación como con la cocción y la variedad negra collana contiene mayores efectos positivos incrementando en proteínas y cenizas en efecto de germinación y disminuyo en la cocción, durante la ebullición se disminuyó la capacidad antioxidante de la quinua.

Vargas (2019) en su artículo “Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*chenopodium quinoa*) como alimento funcional” en este artículo se menciona que la quinua, presenta polifenoles, fitoesteroles y flavonoides como compuestos funcionales, no solo tienen un alto valor nutricional sino también farmacéutico y terapéutico ya que la quinua tiene propiedades con una alta solubilidad en agua, emulsividad y a calentarse una gelatinización que ayuda a la preservación de las propiedades funcionales. Como resultados los ácidos grasos de la quinua se encuentran conservados por la vitamina E, la cual actúa como un antioxidante. Por otra parte, durante la cocción producen una disminución del contenido de vitamina E.

Vilcacundo, R (2017) en su tesis de doctorado “Liberación de péptidos multifuncionales durante la digestión gastrointestinal simulada de proteínas de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y amaranto (*Amaranthus caudatus*)” determino la actividad antioxidante mediante dos métodos in vitro, evaluando la capacidad para neutralizar radicales piróxilos por método de ORAC, se usó el ensayo de TBARS para inhibir la peroxidación lipídica mediante y la capacidad de los péptidos para la actividad citotóxica que inhibe la viabilidad de células de cáncer de colon, por medio de tres líneas celulares diferentes (Caco-2, HT-29 y HCT116) como resultados se observó que la actividad antioxidante aumentó mediante la hidrólisis con pancreatina hasta valores 82.1% de inhibición para los digeridos gastroduodenales de proteína de quinua 77.6%. Este valor fue comparado con el antioxidante sintético butilhidroxitoluol (BHT), usado como control positivo (87,1%).

b) Nacionales

Bendezú. J (2018) en su tesis para obtener el título profesional de licenciado en ciencia y tecnología de los alimentos “Efecto de la germinación de tres variedades de quinua: Roja (INIA-415 Pasankalla), Negra (INIA 420-Negra Collana) y Blanca (Salcedo INIA) en la formulación y elaboración de una bebida funcional con capacidad antioxidante” en este estudio se midió la capacidad antioxidante usando el método ABTS obteniendo como resultado 15.91 uM ET/ml para el tratamiento con

menor capacidad antioxidante y 21.6 uM ET/ml para el tratamiento con mayor capacidad antioxidante. Los tratamientos de germinación de quinua fueron comparados con tratamientos de quinua sin germinar; los resultados finales de aceptabilidad y capacidad antioxidante de la mezcla fueron de 81,67% de quinua negra germinada y 18,33% de quinua blanca germinada.

Bernuy. N; Villanueva. M; Suárez. S; Vilchez .C (2018) en su artículo “Influencia del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) sobre la acumulación del tejido adiposo y actividad antioxidante en tejidos de ratas obesas” en el artículo menciona que se han encontrado compuestos bioactivos en la quinua que favorecen la prevención de enfermedades crónicas. El objetivo de este artículo fue definir la influencia del consumo de tres variedades de quinua sobre los tejidos adiposos y actividad antioxidante en 42 ratas obesas que fueron alimentadas, durante 23 días, con dieta obesogénica conteniendo 20% de 3 tipos de quinua, procesadas por cocción o tostado. Se midió el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante por el modelo lineal generalizado para diseño completamente randomizado; y test de Fisher. La grasa visceral, grasa abdominal y peroxidación lipídica del intestino delgado de las ratas no fueron afectadas por la dieta obesogénica; en cambio, la peroxidación lipídica en el hígado de ratas fue significativamente menor.

Chicoma (2017) en su tesis para obtener el título profesional de ingeniería industrial “Evaluación de los estudios sobre la actividad antioxidante de semillas de *Chenopodium quinoa*” este trabajo presenta la capacidad antioxidante que tiene las semillas de quinua sometidas a varios procesos entre ellos la germinación, se evaluó la capacidad antioxidante de cada proceso, con los métodos: decoloración de beta carotenos, DPPH, ORAC, ABTS, FRAP. Los resultados mostraron mayor capacidad antioxidante que la mayoría de pseudocereales, y así mismo se observó un incremento de 75% en el proceso de germinación de semilla de quinua y una disminución del 5,5% en el proceso de cocción de la semilla de quinua.

Cisneros. M (2019) en su tesis para optar el grado de magíster en nutrición “Bioactividad antioxidante y antihipertensiva de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en ratas hipertensas”. El objetivo de este trabajo fue determinar la bioactividad antihipertensiva, por medio de la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina y los antioxidantes, mediante intercambios en el estrés oxidativo, niveles de glucosa y perfil lipídico en ratas inducidas a hipertensión a las cuales se les dio dos variedades de quinua (Negra Collana y Roja Pasankalla). Al finalizar la fase experimental, se concluyó que las ratas que consumieron quinua roja incrementaron sus niveles de HDL-c y la inhibición de la enzima convertidora de la angiotensina en riñón. Además, las dos variedades de quinua aumentaron la actividad antioxidante in vivo y redujeron los valores

de glucosa. La inhibición de la enzima convertidora de la angiotensina en sangre aumento tras el consumo de quinua negra y presentó mayor capacidad antioxidante y antihipertensiva in vitro.

Damiano, S (2018) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial “compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada (*chenopodium quinua willd*)” este estudio determinó que los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de la germinación de 3 variedades de quinua dando como resultado un aumento en el contenido proteico, compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en las tres variedades de quinuas germinadas, la quinua roja (pasankalla) predominó en el contenido de compuesto fenólico y capacidad antioxidante.

Onofre. C (2018) en su artículo “Efecto del Proceso de Fermentación Alcohólica de la Chicha de Quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) sobre su contenido de Antioxidante, Vitaminas y Minerales” menciona que la capacidad antioxidante de chicha de quinua antes de la fermentación por el método CUPRAC mostró valores de 2.26 de M4, 3.86 de M5 mmol/L TROLOX y después de la fermentación disminuyó la capacidad antioxidante. El contenido de vitamina C por el Método volumétrico diclorofenol indofenol fue el mismo.

Huamán. C (2016) en su tesis para obtener el título profesional de químico farmacéutico “Actividad antioxidante del extracto etanólico del germinado de cuatro variedades de *Chenopodium quinoa* Willd, quinua” en este estudio se midió la actividad antioxidante de cuatro variedades de quinua mediante el método de captación del radical libre (DPPH). Como resultados se tuvo que la quinua negra tiene mayor capacidad antioxidante, la quinua blanca tiene mayor contenido de fenoles totales que se midió utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu siendo la quinua amarilla la de mayor cantidad y la quinua blanca, roja y negra presentando menor cantidad.

Quispe. W (2016) en su tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial “Evaluación comparativa del contenido proteico, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) orgánica y convencional” determino el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en las variedades INIA salcedo y pasankalla orgánicas tanto en semillas como en harinas de ambas variedades. Obteniendo como resultado que la producción orgánica de quinua conserva en el grano un mayor contenido proteico, de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante a diferencia de la producción convencional.

Valencia (2017) en su artículo “Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.)” en

este estudio se analizaron 24 semillas de quinua de las cuales se evaluó los azúcares reductores, compuestos bioactivos y actividad antioxidante, como resultados se obtuvo que los compuestos fenólicos totales fueron entre 0,783 a 3,437 mg GAE/g, flavonoides totales entre 0,199 y 1,029 mg CE/g de muestra, destacando las betacianinas y betaxantinas.

Vidaurre, Días, Mendoza y Solano (2017) en su artículo “Variación del contenido de Betalaínas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.)” en este estudio se evaluaron dos variedades de quinua (Pasankalla y Negra Collana), se determinó que el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides y pigmentos betalaína fue mayor en la quinua Negra Collana que en la de quinua Pasankalla al igual después de todas las etapas de procesamiento, con excepción de la capacidad antioxidante, la cual aumento después del proceso de secado y cocción, el contenido de compuestos fenólicos totales, flavonoides y pigmentos de betalaína disminuyeron después del proceso de cocción, las dos variedades de quinuas siguen siendo una óptima fuente funcional por su elevada capacidad antioxidante.

Ramos. J (2020) en su tesis para optar el título académico de maestro en tecnología y gestión de la calidad de alimentos “Estabilidad de betalaínas, polifenoles y actividad antioxidante en quinua durante las operaciones de

procesamiento y cocción” Los resultados muestran un cambio positivo de fenólicos totales en la operación de cocción a presión atmosférica (Huancayo 4,38 % y Pasankalla 16,4%) y por expandido (Huancayo 22,83 %, Pasankalla 26,27 %), además del tostado (Negra collana 2,45 %), las demás operaciones generan cambios en negativo en diversas proporciones. Las betalainas muestran cambio negativo en las 3 variedades de quinua son cocidas a presión atmosférica (Huancayo -16,72 %; Pasankalla -16,19 % y Negra collana -1,07 %), en los otros casos se incrementan en diferentes proporciones. La capacidad antioxidante determinada por DPPH disminuye en granos tostados y expandidos Pasankalla y Negra collana, los demás tratamientos presentan incrementos. En la determinación de capacidad antioxidante por ABTS se verificó una disminución en quinua tostada (Pasankalla -42,06 %; Negra collana -40,05 %) y para quinua expandida (Pasankalla -0,41 %; Negra collana -4,78 %), las demás formas de cocción mostraron cambios positivos. Estas evidencias permiten concluir que no todas las operaciones de cocción reducen el contenido de fenólicos totales, betalainas y la capacidad antioxidante de los granos de quinua.

2. 2 Bases Teóricas:

2.2.1 Origen de la Quinoa

La quínoa se originó a las orillas del lago Titicaca, extendiéndose por el altiplano, valles interandinos y otras zonas. Ha conseguido diferentes adaptaciones y modificaciones durante los años dependiendo del clima, suelos, altitud, precipitaciones pluviales, domesticación y perfeccionamiento realizados por los diferentes grupos humanos y culturas que las consumieron. Hoy se clasifica la quinoa en nueve grupos dependiendo de las zonas donde se cultivaron las semillas: del altiplano, valles interandinos, salares, zonas secas y áridas, zonas frías y altas, costa, ceja de selva y zonas tropicales, quinuas de altas precipitaciones y parientes silvestres. (Mujica, 2019)

2.2.2 Estacionalidad y producción de la quinoa en el Perú

Según el calendario de siembras y cosechas del MINAGRI, la mayor producción se da en los meses de abril a junio se reúne cerca del 88% de la producción total nacional, destacando la zona de Puno la cual cosecha su

mayor producción en abril y mayo y Ayacucho cosecha de marzo a junio.
(Hernández, 2017)

2.2.3 Producción de la quinua

La quinua es un grano que se produce hace más de 5000 años, en especial en el imperio incaico. Sin embargo, en los años noventa la producción se redujo en menos de las 20 mil toneladas, pero en el 2000 aumenta la demanda, comienza su valorización alimenticia, se empieza a exportar y la producción asciende alrededor de las 30 mil toneladas. En el año 2010 la producción supera las 40 mil toneladas, en el 2012 supera las 44.2 mil toneladas, y se logra exportar 10 mil toneladas. (Armando, 2017). En el 2014 se produjo 114.7 mil toneladas, y en el 2019 logra una producción de 89.8 mil toneladas. En el 2014 se logra la producción de la costa, con un cultivo más tecnificado y de mayor rendimiento, pero con prácticas agronómicas convencionales a otros cultivos, ocasionó que los envíos a Estados Unidos que se iniciaron con la masiva salida de exportaciones de quinua convencional procedentes de Arequipa y La Libertad, principalmente durante el año 2014, donde se retuvieron al menos seis embarques por la presencia de residuos de plaguicidas (MINAGRI, 2017). Como se muestra en la tabla 1, 2 y 3.

Tabla 1: Producción, cosecha y rendimiento de la quinua (2015-2020)

Año	Producción (t)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (t/ha)
2015	105,666	69,303	1,525
2016	79,269	64,223	1,234
2017	78,657	61,721	1,274
2018	86,738	65,787	1,320
2019	89,775	65,280	1,380
2020 ^{1/}	97,057	66,584	1,458
Var % 18/17	9.3%	4.8%	4.4%
Var % 19/18	3.5%	-0.8%	4.5%

1/ Cifras a octubre del 2020

Fuente: MIDAGRI Perú

Elaboración: Unidad de Inteligencia Comercial – SSE

Fuente: (Espinoza, 2020)

Tabla 2: Producción mundial de quinua (1998-2016) (en toneladas).

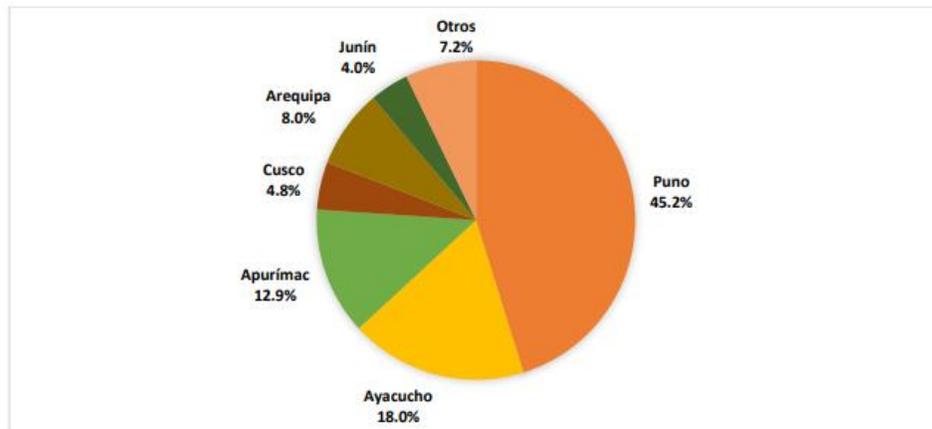
	Total Mundial	Bolivia	Ecuador	Perú
1998	49 400	20 921	938	28 171
1999	51 849	22 948	938	28 413
2000	52 626	23 875	650	28 191
2001	45 886	23 299	320	22 267
2002	54 846	24 179	294	30 373
2003	55 540	24 936	519	30 085
2004	52 326	24 688	641	26 997
2005	58 443	25 201	652	32 590
2006	57 962	26 873	660	30 429
2007	59 115	26 601	690	31 824
2008	57 777	27 169	741	29 867
2009	74 353	34 156	800	39 397
2010	79 447	36 724	1 644	41 079
2011	84 088	40 943	1 963	41 182
2012	97 386	50 874	2 299	44 213
2013	118 175	63 075	2 972	52 129
2014	186 147	67 711	3 711	114 725
2015	193 822	75 449	12 707	105 666
2016	148 720	65 548	3 903	79 269

Fuente: FAOSTAT

Elaboración: MINAGRI-DGPA

Fuente: (Armando, 2017)

Tabla 3: Participación porcentual de la quinua por regiones del Perú en el año 2020.



Fuente: MIDAGRI Perú
Elaboración: Unidad de Inteligencia Comercial – SSE

Fuente: (Espinoza, 2020)

2.2.4 Clasificación taxonómica de la quinua

La FAO, menciona que la quinua es una planta de la familia

Chenopodiaceas, género *Chenopodium*, sección *Chenopodia* y subsección

Cellulata. Que tiene amplia distribución mundial, con cerca de 250 especies. FAO (2011). Como se muestra en la figura 1.

Figura 1: Clasificación taxonómica de la quinua

Reino: vegetal	Familia: Chenopodiceas
División: fanerógamas	Genero: Chenopodium
Clase: Dicotiledoneas	Seccion: Chenopodia
Sub-Clase: Angiospermales	Subseccion: Celluta
Origen: Centrospermales	Especie: Chenopodium quinua

Fuente: (León-lobos, 2018)

2.2.5 Variedades de quinua

Hay una gran diversidad genética de semillas de quinua en todo el mundo existen 16, 422 tipos de quinua que se preservan en 59 bancos de semillas en 30 países. (Rojas et al, 2014).

2.2.6 Propiedades nutricionales de la quinua

La quinua es reconocida como un cultivo alimenticio en los Andes de Sudamérica, sus granos presentan cantidades importantes de proteínas y compuestos bioactivos; debido a sus características siendo un alimento balanceado a nivel nutricional, con propiedades funcionales importantes para la reducción de enfermedades crónicas, las cuales presentan actividad antioxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora, entre otras. (FAO 2017). Como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4: Valor nutricional de la semilla de quinua y de la quinua cocida

NOMBRE DEL ALIMENTO	QUINUA COCIDA	QUINUA
Energía	89 kcal	351 kcal
Agua	79 g	11.5 g
Proteína	2.8 g	13.6 g
grasa total	1.3 g	5.8 g
Carbohidratos	16.3 g	66.6 g
fibra dietética	-	5.9 g
Cenizas	0.6 g	2.5 g
Calcio	27 mg	56 mg
Fosforo	61 mg	242 mg
Zinc	-	3.3 mg
Hierro	1.6 mg	7.3 mg
Tiamina	0.01 mg	0.48 mg
Niacina	0.26 mg	1.4 mg
vitamina c	0	0.3 mg
Sodio	24 mg	30 mg
Potasio	472 mg	776 mg

Fuente: (Reyes García, 2017)

2.2.7 Quinua blanca

Se desarrolla en la zona del altiplano puneño y en la costa en un clima semi seco frio, entre los 3800 y 3950 msnm, a temperatura de 6 a 17°, con precipitación pluvial de 400 a 560 mm, en suelos con pH de 5,5 a 7,8. Vidal (2013)

2.2.7.1 Composición Química

Tabla 5: Valor nutricional de la quinua blanca

NOMBRE DEL ALIMENTO	QUINUA BLANCA
Energía	334 kcal
Agua	12.8 g
Proteína	12.5 g
grasa total	6.5 g
Carbohidratos	66 g
fibra dietética	10 g
Cenizas	2.2 g
Calcio	85 mg
Fosforo	155 mg
Zinc	3.54 mg
Hierro	3.03 mg
Tiamina	0.4 mg
Niacina	0.77 mg
vitamina c	0
Sodio	30 mg
Potasio	776 mg

Fuente: (Reyes García, 2017)

2.2.7.2 Características del grano de quinua blanca

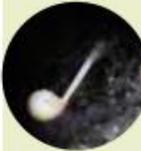
Figura 2: Características del grano de quinua blanca

Características del grano	
Aspecto del grano	: Opaco
Color del perigonio	: Verde
Color del pericarpio	: Crema
Color del episperma	: Blanco
Color del perisperma	: Blanco
Forma del borde del grano	: Afilado
Forma del grano	: Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	: Bastante uniforme
Latencia de la semilla	: Presente
Diámetro del grano	: 2,20 mm
Rendimiento de semillas por planta	: 30,50 g
Peso de 1 000 granos (g)	: 3,30 g

Fuente: (Vidal, 2013)

2.2.7.3 Fenología de la quinua blanca

Figura 3: Se muestra las fases vegetativas de la quinua blanca

FASE VEGETATIVA						FASE REPRODUCTIVA	
							
Germinación	Emergencia de plántula	Dos hojas verdaderas	Cuatro hojas verdaderas	Seis hojas verdaderas	Ramificación	Inicio de panoja y floración	Madurez fisiológica
Días hasta la emergencia de plántulas a la superficie del suelo						: 7 días en el altiplano y 3 días en costa	
Días hasta el inicio de panoja						: 60 días en el altiplano	
Días hasta la floración						: 97 días en el altiplano	
Días hasta la madurez fisiológica						: 150 días en el altiplano	

Fuente: (Vidal, a 2013)

2.2.8 Quinua Roja

Esta variedad de quinua fue obtenida en el 2006, por medio de un proceso de mejoramiento que se llevó a cabo durante el año 2000 al 2005, por medio de la Estación Experimental Agraria (EEA) Puno, por el Programa Nacional de Investigación en Cultivos Andinos. Esta variedad de color rojo, tiene un sabor ligeramente amargo, con un grano de tamaño grande (2.0 mm), su planta alcanza alturas de 1.60 – 1.80m.

La quinua roja se desarrolla en la zona suni del altiplano entre los 3800 y 3900 msnm, con temperatura de 4° a 15° C, con clima frío seco, precipitación pluvial de 400 a 550 mm, en suelos franco y franco arenoso con pH de 5,5 a 8,0. También se adapta a valles interandinos entre los 2750 a 3750 msnm y en costa entre los 640 y 1314 msnm, a una temperatura límite de 24 a 25°C. (VIDAL, 2013)

2.2.8.1 Características del grano

Figura 4: Características del grano de quinua Roja

Características del grano	
Aspecto del grano	: Opaco
Color del perigonio	: Púrpura
Color del pericarpio	: Plomo claro
Color del episperma	: Vino oscuro
Color del perisperma	: Blanco
Forma del borde del grano	: Afilado
Forma del grano	: Cilíndrico
Uniformidad del color del grano	: Bastante uniforme
Latencia de la semilla	: Ausente
Diámetro del grano	: 2,10 mm
Rendimiento de semillas por planta	: 32,00 a 34,00 g
Peso de 1 000 granos (g)	: 3,51 a 3,72 g

Fuente: (Vidal 2013)

2.2.8.2 Composición Química

Tabla 6: Valor nutricional de la quinua roja proveniente de Puno

NOMBRE DEL ALIMENTO	QUINUA ROJA
Energía	355 kcal
Agua	10.1 g
Proteína	12.7 g
grasa total	6.2 g
Carbohidratos	68.5 g
fibra dietética	6.9 g
Cenizas	2.5 g
Calcio	- mg
Fosforo	- mg
Zinc	- mg
Hierro	2.5 mg
Tiamina	- mg
Niacina	- mg
vitamina c	-mg
Sodio	30 mg
Potasio	776 mg

Fuente: (Reyes García, 2017)

2.2.8.3 Fenología de la quinua roja

Figura 5: Se muestra las fases vegetativas de la quinua roja



Fuente: (Vidal 2013)

2.2.9 Historia de los Germinados

Los germinados han sido usados al principio como alimentos para sanar algunas enfermedades por su elevado contenido de vitaminas, proteínas entre otros, ayudando a aliviar algunas dolencias. Se sabe que los germinados en China ya eran empleados, consumidos y difundidos por generaciones, se usaron en el primer libro de recopilación medicinal china en el siglo II menciona la soja germinada, el neideh que es un pan hecho con trigo germinado, el foul que es un plato compuesto por judías pregerminadas. En África se usaron los germinados para elaborar cervezas de mijo; los hunzas (pueblo del norte de pakistan) germinaban los cereales para su alimentación. La tripulación del capitán Cook durante sus viajes se salvaguardo del escorbuto con un “cóctel” a base de cebada germinada y miel. (Racines, 2011)

En América y Europa, la ingesta de los germinados va aumentando, ya que aportan propiedades benéficas para el organismo. Muchos países ya cuentan con sus propias empresas donde producen germinados, dando la facilidad de distribución por todo el mundo y en la actualidad se pueden obtener en un supermercado. (Racines, 2011)

2.2.9.1 Germinado de la semilla

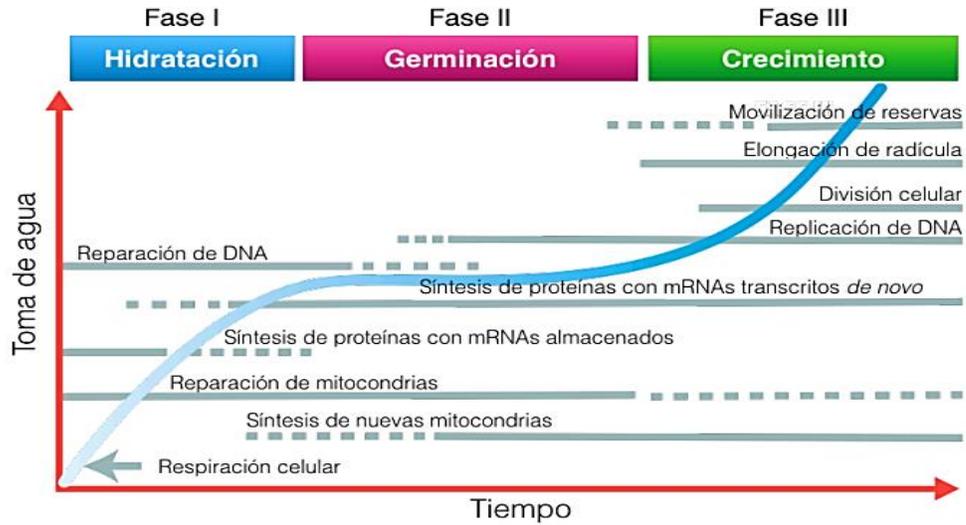
La germinación es una serie de procesos metabólicos en los cuales se da la transformación de un embrión en una plántula, mediante mecanismos metabólicos y morfogénéticos; Teniendo como fases tres etapas sucesivas:

Fase I - Hidratación: Se producen rupturas en las membranas internas debido a la fuerza de hidratación de los tejidos embrionarios, de las paredes celulares y de los organelos. Al reactivarse sus funciones, comienza la síntesis de proteínas a partir de moléculas de mRNA almacenados durante el secado de la semilla y posteriormente, ocurre la transcripción como RNA de transferencia y ribosomales. El incremento en la absorción de agua también está acompañado de un aumento proporcional en la actividad mitocondrial debido a la reparación tanto enzimática, como de los organelos por lo que se produce un incremento de la actividad respiratoria, para la obtención de energía. (Sánchez & Juárez, 2019)

Fase II - Germinación: Se observa una reducción casi total en la entrada de agua a la semilla, se disminuyen los procesos de reparación, incrementa el número de mitocondrias, comienza la replicación de DNA y comienza la protrusión de la radícula. (Sánchez & Juárez, 2019)

Fase III - Crecimiento: En este punto comienza la movilización de reservas de la semilla e inicia el crecimiento de la planta, por lo que depende también de factores externos, tales como la temperatura, calidad e intensidad de la luz, entre otros. (Sánchez & Juárez, 2019). Como se muestra en la figura 6.

Figura 6: muestra las 3 fases que se realizan durante la germinación



Fuente: (Sánchez & Juárez 2019)

2.2.9.2 Beneficios del uso de los germinados

Los germinados aportan diversos beneficios nutricionales y terapéuticos porque contienen vitaminas, minerales, proteínas, carbohidratos, ácidos grasos y enzimas con mayor disponibilidad, combinando los germinados en la dieta ayuda a evitar o aumentar diferentes condiciones en la salud humana; son una alternativa alimenticia que ayuda con el decrecimiento de la desnutrición. (Soleil, 2017)

Los germinados en el organismo regulan y alcalinizan el PH de la sangre, asimilan mejor los nutrientes y mejoran el trabajo enzimático, favoreciendo la desintoxicación, la depuración y eliminación de residuos en la sangre, las células y en los tejidos. En la salud los germinados, fortalecen el sistema inmunológico, regulan el colesterol y oxigenación del corazón, controlan el peso y aumenta la energía porque el almidón se reduce a azúcares más simples lo que permite menos esfuerzo. (Aliaga, 2017)

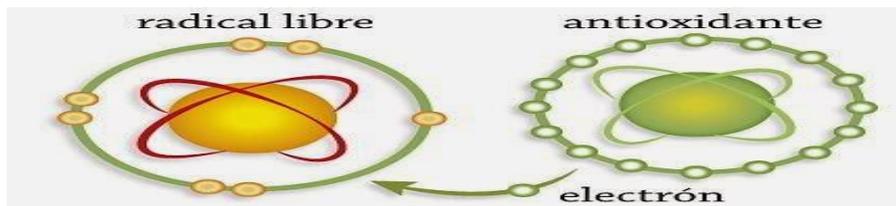
2.2.10 Radicales libres

Son moléculas inestables que llevan un electrón desapareado, reaccionan con otras moléculas con el fin de hallar otro electrón (agente oxidante) para que se puedan convertir en una molécula estable. También pueden sustraer un electrón para que la otra molécula quede inestable convirtiéndose en un nuevo radical libre, que a su vez podrá hacer lo mismo con otra molécula. Así, se inicia una serie de cadenas que potencia el daño células. (Gómez S. , 2018)

Los radicales libres se generan principalmente del oxígeno (ERO o ROS en inglés), el nitrógeno y el azufre. Entre los radicales de oxígeno se hallan: el anión superóxido ($O_2^{\bullet-}$), y los radicales hidroxilos (HO^{\bullet}), peroxilo (RO_2^{\bullet}), y alcoxilo (RO^{\bullet}). De entre las ERO, el radical hidroxilo es el que ocasiona la principal parte de los daños celulares vinculados con el estrés oxidativo, las ERO se producen de manera natural en las células como causa de la respiración celular en las mitocondrias, por la oxidación de los ácidos grasos para conseguir energía, en el proceso de fagocitosis, o por enzimas encargadas de suprimir productos tóxicos para el organismo. Además, otros factores externos como el alcohol, el tabaco, los rayos ultravioletas, la actividad física excesiva, o los pesticidas impulsan una mayor producción de radicales libres. (Gómez S. , 2018)

Los radicales libres de oxígeno, ejecutan diversos procesos en el organismo portándose como mensajeros en la señalización celular, el crecimiento, la diferenciación celular, la exclusión de células infectadas o malignas, y la eliminación de organismos patógenos. Por otro lado, las ERO deben mantener niveles adecuados, ya que su producción excesiva puede producir estrés oxidativo y daño celular que se junta con un mayor riesgo de formar enfermedades crónicas. (Gómez S. , 2018). Como se muestra en la figura 7.

Figura 7: Radical libre y un antioxidante



Fuente: (Gómez S. , 2018)

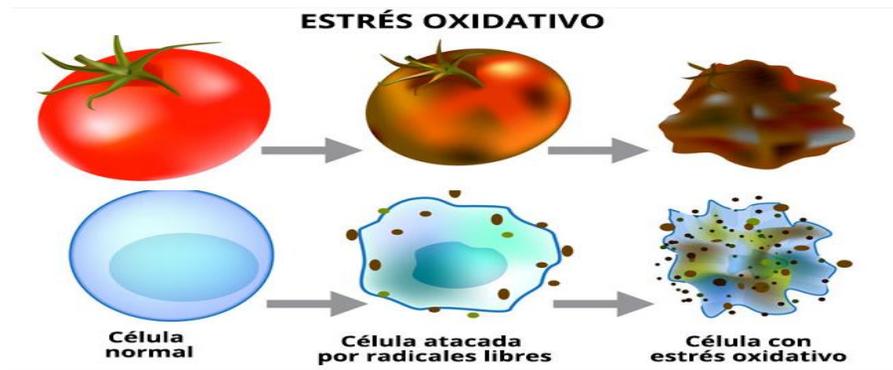
2.2.11 Estrés oxidativo

Pueden ser el resultado de una reducción en los antioxidantes que protegen las células o un exceso en la producción de radicales libres en la célula. (Tetteh, 2012)

Cuando los radicales libres interactúan en las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos de la célula, se producen alteraciones estructurales y funcionales. Como consecuencia, se origina un deterioro de la homeostasis de la célula y la aparición de diversas enfermedades crónicas, e incluso la muerte celular. Como se muestra en la figura 8. (Tetteh, 2012)

El estrés oxidativo está relacionado con numerosas enfermedades como cáncer, diabetes y alteraciones cardiovasculares. (Tetteh, 2012)

Figura 8: Estrés oxidativo del tomate



Fuente: (Alkanatur, 2019)

2.2.11.1 Daños que producen los radicales libres

- En lípidos

El ácido graso, se transforma en radical de ácido graso con aptitud de oxidar a más moléculas, con lo que se disipa el proceso oxidativo o peroxidación lipídica, oxidan las lipoproteínas de baja densidad (LDL) generando placas de ateromas, las cuales, afectan las estructuras compuestas de ácidos grasos como las membranas celulares, dañando la permeabilidad de las mismas y produciendo edemas y la muerte célula.

(Gómez, 2018)

- En proteínas

Pueden oxidar los aminoácidos como la cisteína y tirosina que forman moléculas, produciendo cambios en su estructura y función de transporte, receptores y mensajeros celulares, enzimas que regulan el metabolismo, etc; desencadenando la inactivación de las proteínas. (Gómez, 2018)

- **El ADN**

Los daños producidos en el material genético, el ciclo celular se puede alterar, lo que puede ocasionar la inactividad de la división celular o incluso la muerte celular, generando mutaciones y carcinogénesis. (Gómez, 2018)

- **Los Glúcidos**

Puede alterarse y degradarse perdiendo su función e inducir el proceso de inflamación. (Gómez, 2018)

2.2.12 Capacidad Antioxidante

Los antioxidantes son compuestos que retardan o inhiben la oxidación molecular a través de la transmisión de reacciones en cadena la cuales forman o desactivar los radicales libres antes de que arremetan a las células. (Nayra, 2014)

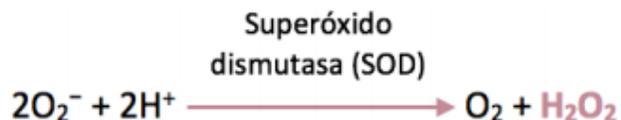
El antioxidante al actuar con un radical libre (RL) le da un electrón oxidándose y cambiando como un RL débil, con disminución de efectos tóxicos. Los antioxidantes tienen diversos mecanismos de acción; obstruyen, previenen o inhiben la formación de los radicales libres o especies reactivas, por medio de un sistema barredor y otros favorecen la reparación y la reconstitución de las estructuras biológica por medio de un sistema de reparación. Cada antioxidante tiene una afinidad hacia un determinado radical libre o hacia varios, puede actuar en los diferentes procesos de secuencia oxidativa y tener más de un mecanismo de acción. Los antioxidantes se clasifican en endógenos, producidos por la propia

célula, y exógenos, que entran en el organismo a través de la dieta o suplementos. (Nayra, 2014)

2.2.12.1 Antioxidantes endógenos

- **Superóxido dismutasa (SOD):** Construye peróxido de hidrógeno mediante la reducción del radical superóxido. Esta enzima está presente en el citosol y mitocondria dependiente de Cobre, Zinc y manganeso. La principal función es de la protección contra el anión superóxido (Galvez, 2013). Como se muestra en la figura 9.

Figura 9: Reacción de la enzima superóxido dismutasa



Fuente: (Mendoza, 2018)

- **Glutación peroxidasa (GPx):** Es la proteína que se encuentra en el citosol de los eritrocitos y lisosomas de los neutrófilos, macrófagos y otras células del sistema inmune requiere como sustrato principal al glutatión, el cual puede unirse con compuestos tóxicos, solubilizar y promover su excreción biliar. Se encarga de la disminución de hidroperóxidos intracelulares, peróxido de hidrógeno, moléculas de peróxidos lipídicos originarios de los lípidos poliinsaturados de las membranas, y también de

productos derivados de las reacciones catalizadas por la enzima lipooxigenasa Galvez, (2013). Como se muestra en la figura 10.

Figura 10: Reacción de la enzima glutatión peroxidasa



Fuente: (Mendoza, 2018)

- **Catalasa (CAT):** Es una enzima antioxidante que protege la hemoglobina. Está localizada en las mitocondrias, en los peroxisomas y en el citosol (eritrocitos) con una doble actividad (catalasa y peroxidasa), la cual cataliza la reducción del peróxido de hidrógeno, donde tiene una amplia distribución en el hígado y riñón, en baja concentración en tejido conectivo y epitelios. (Galvez, 2013). Como se muestra en la figura 11.

Figura 11: Reacción de la enzima catalasa del sistema antioxidante

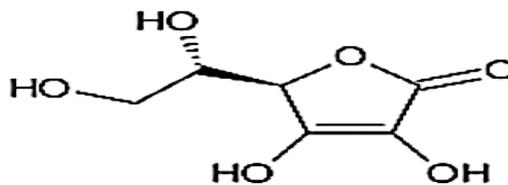


Fuente: (Mendoza, 2018)

2.2.12.2 Antioxidantes Exógenos

- **Vitamina C:** Es necesario para el funcionamiento normal de las células ya que interviene en varias reacciones enzimáticas. El ácido ascórbico, es un antioxidante que detiene la descomposición por oxidación y inhiben los radicales libres presentes en los sistemas biológicos. Se puede encontrar en frutas y verdura. (Flores, 2014) como se muestra en la figura 12 y tabla 7.

Figura 12: Estructura química de la Vitamina C



Fuente: (Flores, 2014)

Tabla 7: Dosis diaria recomendada de vitamina C

Etapas de la vida	Cantidad recomendada
Bebés hasta los 6 meses de edad	40 mg
Bebés de 7 a 12 meses de edad	50 mg
Niños de 1 a 3 años de edad	15 mg
Niños de 4 a 8 años de edad	25 mg
Niños de 9 a 13 años de edad	45 mg
Adolescentes (varones) de 14 a 18 años de edad	75 mg
Adolescentes (niñas) de 14 a 18 años de edad	65 mg
Adultos (hombres)	90 mg
Adultos (mujeres)	75 mg
Adolescentes embarazadas	80 mg
Mujeres embarazadas	85 mg
Adolescentes en período de lactancia	115 mg
Mujeres en período de lactancia	120 mg

Fuente: (National Institutes of Health, 2017)

- **Vitamina E:** El α -tocoferol actúa como antioxidante previniendo la peroxidación lipídica, se halla en aceites de origen vegetal y animal. (Flores, 2014). Como se muestra en la figura 13 y tabla 8.

Figura 13: Estructura química de la vitamina E

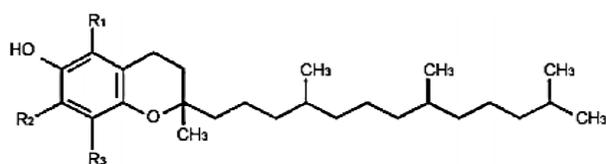


Figura 3. Vitamina E, α -tocoferol.

Fuente: (Flores, 2014)

Tabla 8: Dosis diaria recomendada de vitamina E

Etapa de la vida	Cantidad recomendada
Bebés hasta los 6 meses de edad	4 mg (6 UI)
Bebés de 7 a 12 meses de edad	5 mg (7.5 UI)
Niños de 1 a 3 años de edad	6 mg (9 UI)
Niños de 4 a 8 años de edad	7 mg (10.4 UI)
Niños de 9 a 13 años de edad	11 mg (16.4 UI)
Adolescentes de 14 a 18 años de edad	15 mg (22.4 UI)
Adultos	15 mg (22.4 UI)
Mujeres y adolescentes embarazadas	15 mg (22.4 UI)
Mujeres y adolescentes en período de lactancia	19 mg (28.4 UI)

(National Institutes of Health, 2017)

- **Carotenoides:** Son un grupo grande de compuestos, que tienen diversas estructuras y acciones biológicas, son metabolizados y absorbidos de una manera diferente, pueden competir o actuar sinérgicamente con

otros componentes de los alimentos. En esta diversidad se hace difícil descubrir el mecanismo exacto para cada uno. (Sanchez, 2013)

2.2.13 Los compuestos fenólicos

Son compuestos orgánicos que tienen al menos un grupo fenol. Gran parte de ellos son considerados como metabolitos secundarios del metabolismo de las plantas. En la actualidad se han encontrado más de 10000 moléculas pertenecientes a los compuestos fenólicos. Los compuestos fenólicos se clasifican en solubles en agua (ácidos fenólicos, fenilpropanoides, flavonoides y quinonas) y compuestos insolubles en agua (taninos condensados, ligninas y ácidos hidroxicinámicos de la pared celular). Estos compuestos tienen una variedad de características biológicas tales como propiedades antioxidantes, anticancerosas, antimicrobianas y muchas otras (Esfanjani & Jafari, 2016). Como se muestra en la figura 14.

Compuestos fenólicos extraíbles

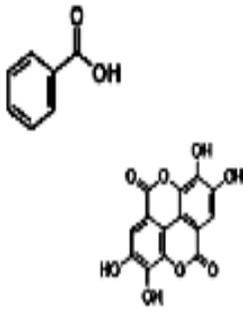
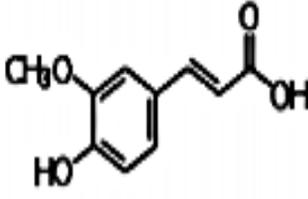
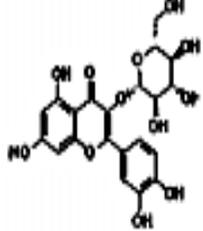
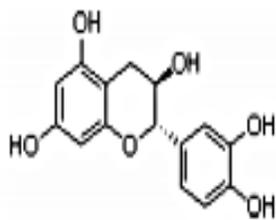
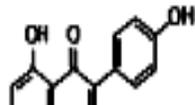
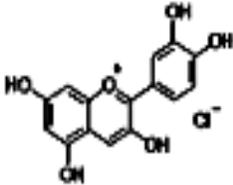
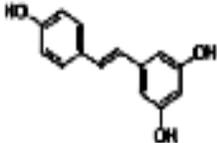
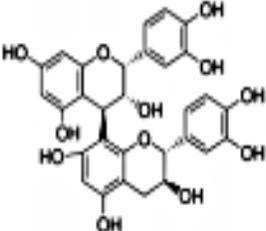
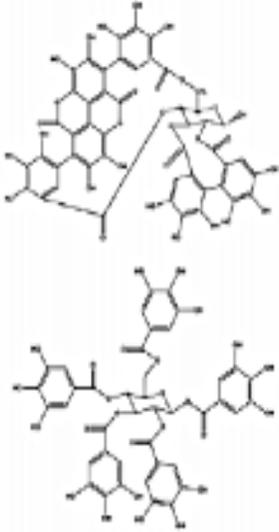
	Polifenoles extraíbles	Estructura
Ácidos benzoicos	Ácido <i>p</i> -hidroxibenzoico	
	Ácido gálico	
	Ácido protocatequico	
	Ácido vanílico	
	Ácido siringico	
	Ácido elágico	
	Ácido tánico	
Ácidos hidroxicinámicos	Ácido clorogénico	
	Ácido cafeico	
	Ácido ferúlico	
	Ácido sinápico	
	Ácido <i>trans</i> -cinámico	
Flavonoles	Rutina	
	Quercetina	
	Miricetina	
	Kaemferol	
	Glicosidos de quercetina	
Flavanoles	Catequina	
	Epicatequina	
	Galocatequina	
	Epicatequin galato	
	Epigalocatequin galato	
	Galocatequin galato	
Isoflavonas	Daicina	
	Genistina	
	Daiceína	

Figura 14: Compuestos fenólicos extraíbles y no extraíbles en los alimentos

Antocianidinas	Malvidina Cianidina Delfinidina Petunidina Glicósidos de antocianidinas	
Estilvenos	Resveratrol	
Proantocianidinas extraíbles	Dímeros A, B Oligómeros (GP 3-10) Polímeros	
Taninos hidrolizados	Oligómeros de ácidos benzoicos y ácidos hidroxicinámicos	

Fuente: (Arranz, 2010)

2.2.14 Capacidad antioxidante de la quinua

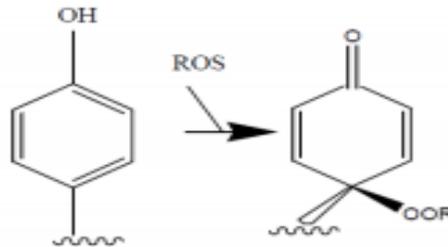
Estudios revelan que la quinua tiene compuestos lipofílicos que contribuyen a la actividad antioxidante. Diversos ensayos mencionan que la capacidad antioxidante de semillas de quinua se va incrementando mientras las plantas sean sometidas a bajos niveles de disponibilidad de agua (Fischer et al., 2013). Tang encontró que las semillas de quinua negras y rojas tienen mayor concentración de fenoles y actividad antioxidante. Los carotenoides se encuentran en diversas semillas de quinua, destacando la semilla negra con mayor concentración. (Tang et al., 2015).

2.2.15 Método de Folin - Ciocalteu

Un grupo de antioxidantes naturales son los polifenoles; estos, como su nombre lo indica, contienen dos o más radicales fenólicos. Se han realizado investigaciones dedicadas a la cuantificación de polifenoles, ya que su poder antioxidante es importante para ser utilizado en tratamientos o prevención de diferentes enfermedades. (García Martínez, Fernández Segovia, & Fuentes López, 2015). Como se muestra en la figura 15.

Figura 15: Los compuestos fenólicos son atrapadores de radicales libres

Fuente: (García Martínez, Fernández Segovia, & Fuentes López, 2015).

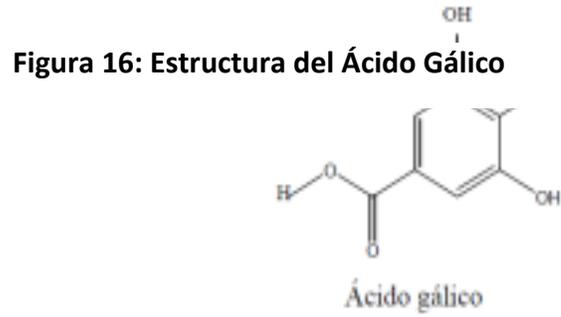


Folin-ciocalteu es un método colorimétrico que determina polifenoles totales contenidos en productos naturales y alimentos (Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, 2008). Este método se basa en que los compuestos fenólicos reaccionen con el reactivo de Folin Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul determinada a 765nm. El reactivo de Folin Ciocalteu contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico que reacciona con los compuestos fenólicos presentes en las proteínas como la tirosina y en compuestos como ácido gálico y sus derivados. (García Martínez, Fernández Segovia, & Fuentes López, 2015).

2.2.15.1 Acido Gálico

El ácido gálico es un compuesto fenólico presente en diferentes plantas y frutas, que posee capacidad antioxidante mediante la donación de átomos de H de los grupos fenólicos a las moléculas de radicales. El ácido gálico con la acción de la enzima deshidrogenasa, genera la molécula ácido 3- deshidroshikimico para producir después por medio de una reacción

redox al ácido gálico. Este ácido se encuentra dentro de las estructuras de las catequinas. (Roidoung, Dolan, & Muhammad, 2016). Como se muestra en la figura 16.



Fuente: (García Martínez, Fernández Segovia, & Fuentes López, 2015)

2.3 Definición de términos

Anfifílico: moléculas con fragmentos de diferente polaridad, debido a las excelentes propiedades químico-físicas que estos poseen, y que permiten la generación de nanosistemas solubles en agua con núcleos liposolubles. (Cristobal, 2015)

Antioxidante: es una sustancia que previene o retrasa la oxidación a pesar de estar presente en concentraciones más bajas. Las células y los órganos del cuerpo tienen sistemas antioxidantes, los cuales pueden ser enzimáticos, no enzimáticos o proteínas de unión. (Mariaca, 2015)

Carcinogénesis: Conjunto de fenómenos que determinan la aparición y desarrollo de un cáncer (Villarreal, 2018)

Dicotiledóneas: son aquellas plantas con flores cuyas semillas tienen dos cotiledones. Un cotiledón es una hoja embrionaria. (Zita, 2017)

Endógeno: se origina o nace en el interior de un organismo. En medicina, dicese del proceso patológico o enfermedad que se origina dentro del organismo. (Fernandez,2020)

Estrés Oxidativo: Ocurre cuando hay un desequilibrio celular debido a un aumento en los radicales libres o una disminución en los antioxidantes. (Tetteh, 2012)

Evaluación nutricional: Proporciona información actualizada de alta calidad y

basada evidencia, para establecer objetivos, la planificación y el seguimiento de la evaluación de los programas con el objetivo de erradicar la malnutrición (FAO, 2013).

Exógeno: órgano, el agente, la sustancia, el efecto o el estímulo que nace fuera del organismo. (FERNANDEZ, 2020)

Fenología: Es el estudio de los flujos de crecimiento vegetativo o de raíces, y de desarrollo floral y del fruto de diversas plantas (Salazar, 2018)

Homeostasis: Grupo de células interconectadas, que se encargan de mantener las propiedades del medio interno de las células para que el cuerpo se encuentre en un medio necesario y desarrolle sus funciones. (Merino, 2017)

La plántula: Término para nombrar las primeras etapas del desarrollo de la planta, comenzando con la germinación de la semilla hasta que adquiere sus primeras hojas. (Berrospe, 2015)

Lipofílico: no afín al agua o no polar de un surfactante. (Gómez M. , 2017)

Morfogenéticos: Es el proceso que controla la distribución espacial organizada a nivel celular, produciendo las características de una célula. (Medina, 2015)

Nutrientes: sustancias químicas contenidas en los alimentos que se necesitan para el normal funcionamiento del organismo, las principales fuentes son proteínas grasas hidratos de carbono, minerales y agua (FAO, 2016).

Pregerminación: es una técnica por la cual reducimos el tiempo necesario para el establecimiento de las superficies a regenerar. (Bragado, 2017)

Pseudocereal: Frutos o semillas de plantas no gramíneas o no cereales que se consumen del mismo modo que los granos de cereales. Normalmente no contienen gluten y son ricos en proteínas y nutrientes (USDA, 2020)

Quinoa: La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) es una planta que ha sido reconocida como un cultivo alimenticio y sus granos con alto valor nutricional superando en valor biológico a los granos de cereales. (FAO, 2014)

Radicales libres: Es una molécula o fragmento molecular que contiene uno o más electrones (e-) no apareados. Una molécula puede convertirse en radical libre tanto por ganancia o por pérdida de electrones y también por fisión de enlaces homolíticos. (Coronado M, 2015)

Saponinas: son glucósidos (con uno o más azúcares) unidos con una aglicona (porción libre de glucósido generalmente denomina sapogenina) que puede ser de naturaleza esteroide o triterpénica ligada a través de enlaces glucosídicos que les confieren un carácter anfipáticas. (Ahumada, 2016)

Taxonomía: Ciencia que estudia los principios, métodos y fines de la clasificación, se usa en la biología, para ordenar jerarquizar y sistematizar con sus nombres. (RAE, Diccionario de la lengua española, 2021)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo analítico, comparativo, prospectivo y de enfoque cuantitativo.

3.2 Obtención de la materia prima

Se obtuvieron las semillas de ambos tipos de quinua de la tienda orgánica Tika Thani que se encuentra en la Av. Aviación 2808, San Borja 15036 de la marca Tiyapuy las cuales fueron cultivados y sembrado en Ayacucho, Perú.

3.3 Métodos:

Método de determinación de la capacidad antioxidante según la técnica DPPH* (2,2, difenil – 1 – picrilhidrazil)

3.4 Población

La población está conformada por semillas de quinua blanca y quinua roja (*Chenopodium quinoa* Willd)

3.5 Muestra

Se tomará 250 gr de germinado de quinua roja y otros 250 gr de germinado de quinua blanca los cuales serán distribuidos en 10 grupos cada uno de 25 gr.

3.6 Germinación

Materiales:

- 1 frasco de vidrio
- Semillas orgánicas de quinua rojo
- Semillas orgánicas de quinua blanca
- Agua potable
- Liga
- Rejilla o gasa

3.7 Método de germinación

1. Se remojaron las semillas de las dos variedades de quinua en un frasco de cristal. Se cubrieron los frascos de vidrio con una gasa sujeta por una goma elástica, remojando las semillas por 8 horas en un lugar oscuro.

2. Después de ser remojadas las semillas se les quitó el agua y se enjuagaron las semillas.

3. Se dejó el frasco inclinado para que pueda salir el exceso de agua.

4. Dos veces al día se enjuagaron las semillas escurriéndolos posteriormente y colocándolos en el depósito de vidrio de nuevo boca abajo. Esto se realizó por 3 días en esta etapa se comenzaron a verse los brotes.

5. Cuando los brotes tuvieron entre 2 y 3 cm. de largo se expusieron al sol durante unas 2 horas para que las hojas formen clorofila, favoreciendo el aumento de la vitamina C.

6. Terminado el proceso se guardaron en la heladera, bien secos, donde se conservaron sin problema durante una semana. Como se muestra en la figura 17 y 18. (VERÓNICA, 2021)

Figura 17: Fases de la germinación

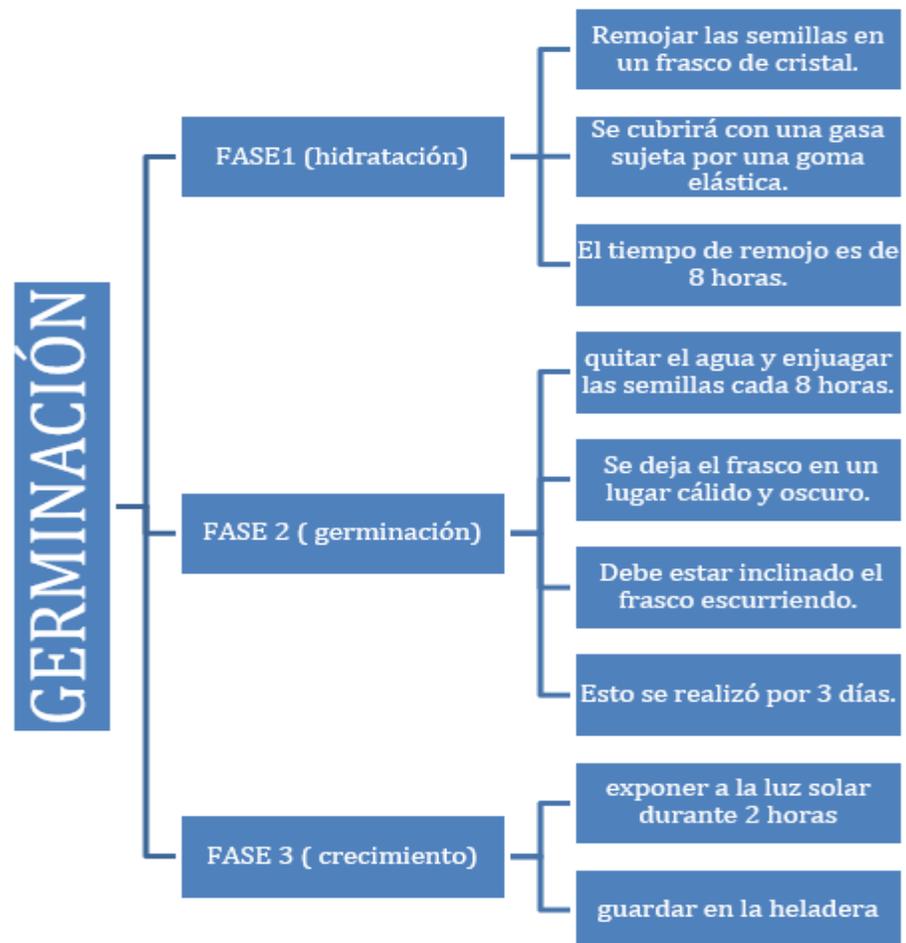
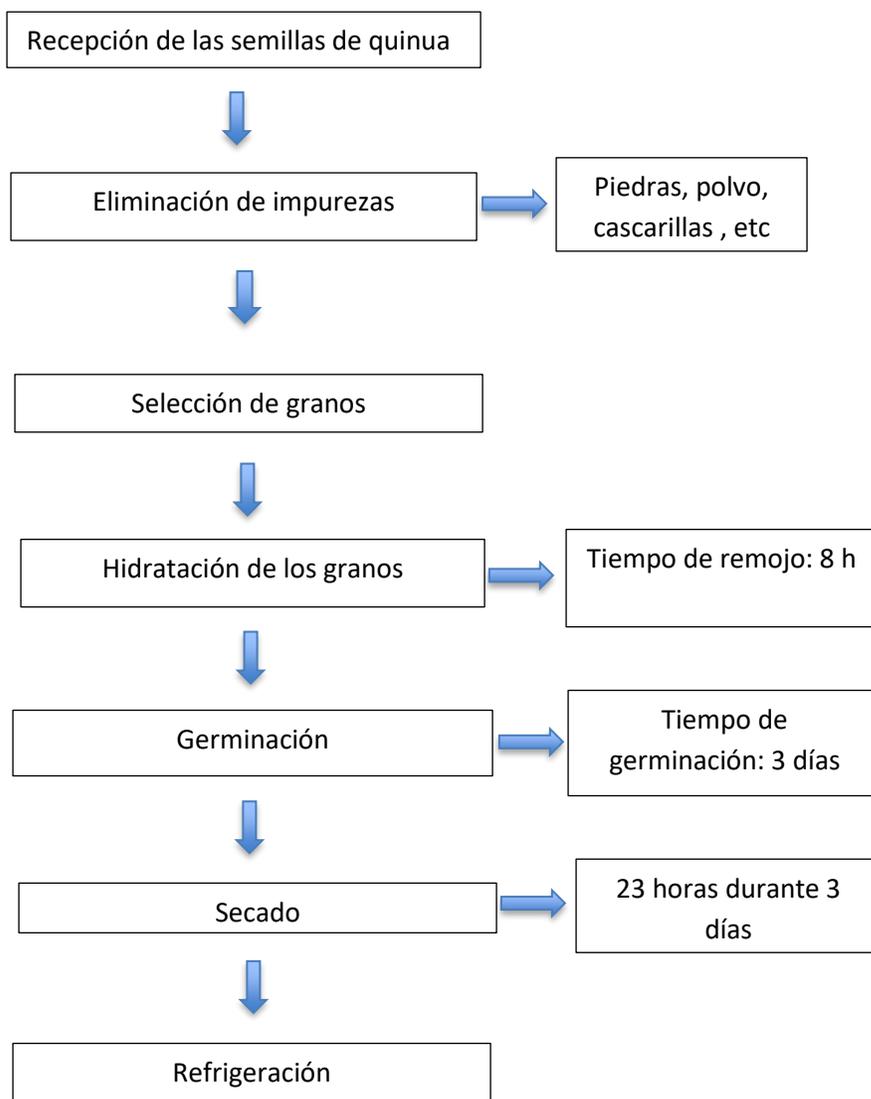


Figura 18: Proceso de la germinación de semillas de quinua

PROCESO DE GERMINACIÓN



3.8 Materiales

- Germinado de quinua blanca
- Germinado de quinua roja
- Tubo de ensayo
- Vaso precipitado
- Beaker
- Reactivo DPPH
- Reactivo Folin-Ciocalteau
- Agua destilada
- Espectrofotómetro
- Centrífuga
- Licuadora
- Cuchillos

3.9 Reactivo

- El DPPH* (2,2, difenil – 1 – picrilhidrazil) fue adquirido de Sigma – Aldrich (Dorset. UK). El Ácido acético y el Metanol fueron adquiridos en la Merck Darmstadt.

3.10 Equipo

Para la medición de la absorbancia se utilizó un Espectrofotómetro marca Gilford, modelo 240.

3.11 Unidad de análisis

- Extracto acuoso de la pulpa del germinado de quinua roja (*Chenopodium quinoa*), raíz y parte de semilla.
- Extracto acuoso de la pulpa del germinado de quinua blanca (*Chenopodium quinoa*), raíz y parte de semilla

3.12 PREPARACION DE LA MUESTRA PARA LAS DIFERENTES TÉCNICAS PARA LA SOLUCION DPPH:

La muestra se preparó pesando 25g de germinado de quinua blanca y quinua roja y se colocó en una probeta y se agregó agua destilada hasta llegar a un volumen de 100 ml, luego, se homogenizó usando una licuadora durante 1 minuto, en dos sesiones de 30 segundos cada una, se filtró con una gasa y se centrifugó a 1,200 rpm durante 20 minutos, se separó el sobrenadante que fue utilizado en las diversas determinaciones analíticas. (Quiroz. K., Troncoso. L., Guija. E. & Oliveira. G., 2015).

Preparación de la muestra para la solución DPPH*

Para la determinación de la capacidad antioxidante se utilizó DPPH*, se desarrollaron diluciones en metanol del sobrenadante obtenido en el paso anterior, se homogenizó y se centrifugó a 1200 rpm durante 20 minutos. Se separó el sobrenadante para la determinación de la capacidad antioxidante. (Quiroz. K., Troncoso. L., Guija. E. & Oliveira. G., 2015).

Medio de reacción para solución DPPH*

El DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo) es un radical libre estable que no necesita preparación, se diluyó en metanol y se guardó en oscuridad.

La solución de DPPH* es de color morado intenso que en contacto con un reductor disminuye la intensidad de su color.

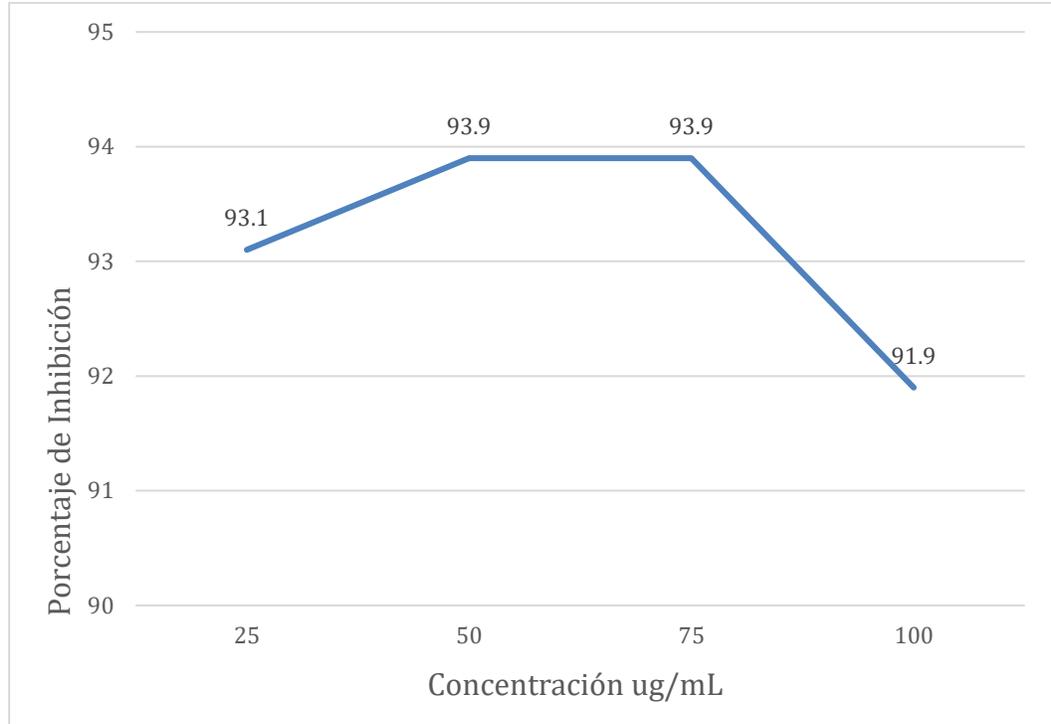
Para la determinación cuantitativa de la capacidad antioxidante se usó un sistema formado por: tampón acetato 0.1M pH 6.0, metanol, sobrenadante y solución DPPH* (50 uM en metanol). Luego se mezcló cada tubo utilizando un Vortex. Se dejó en reposo durante 30 minutos en oscuridad y después se leyó en un espectrofotómetro a 517 nm. Las sustancias antioxidantes de la muestra reaccionan con el DPPH* y la reducción del reactivo se midieron en absorbancia a 517 nm.

Los resultados se expresan como CI 50 en mg/mL (concentración de la muestra que reduce 50% la solución DPPH*). (Quiroz. K., Troncoso. L., Guija. E. & Oliveira. G., 2015).

IV. IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. 1 Resultados

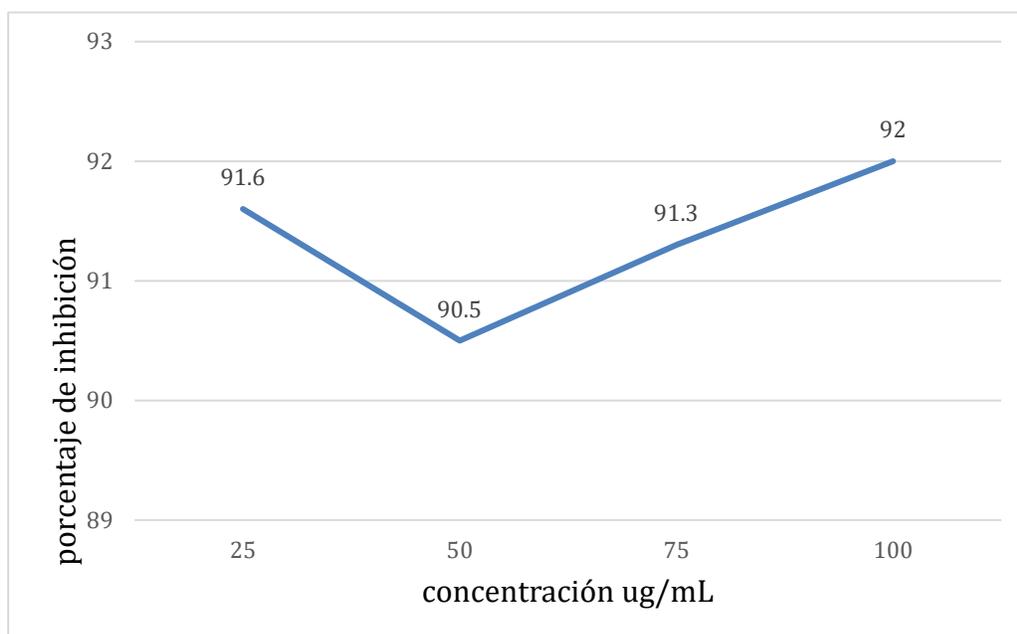
Gráfico 1: Relación entre la capacidad antioxidante y concentraciones del extracto de germinado de quinua blanca (Chenopodium quinoa Willd)



En el gráfico N°1 la capacidad antioxidante en la muestra de germinado de quinua blanca trabajadas en distintas concentraciones se observa que a mayor concentración de la muestra mayor capacidad antioxidante y por lo tanto mayor porcentaje de inhibición del radical DPPH. La muestra de germinado de quinua blanca presenta un porcentaje de inhibición de 93.1% a una concentración de 25 µl y de 91.9% a una concentración de 100 µl. Indicando que a mayor concentración de extracto acuoso existe menor

capacidad antioxidante en el caso del germinado de quinua blanca (*chenopodium quinoa* Willd). Según el estudio realizado por Navia en el año 2020, se determinó la capacidad antioxidante de 4 variedades de quinua, donde la quinua blanca proveniente de Bolivia mostro 69,89% de actividad antioxidante en nuestro estudio el germinado de quinua blanca peruana proveniente de Ayacucho, contienen una mayor capacidad antioxidante.

Gráfico 2: Relación entre la capacidad antioxidante y las concentraciones del extracto acuoso de germinado de quinua roja (*chenopodium quinoa* Willd)

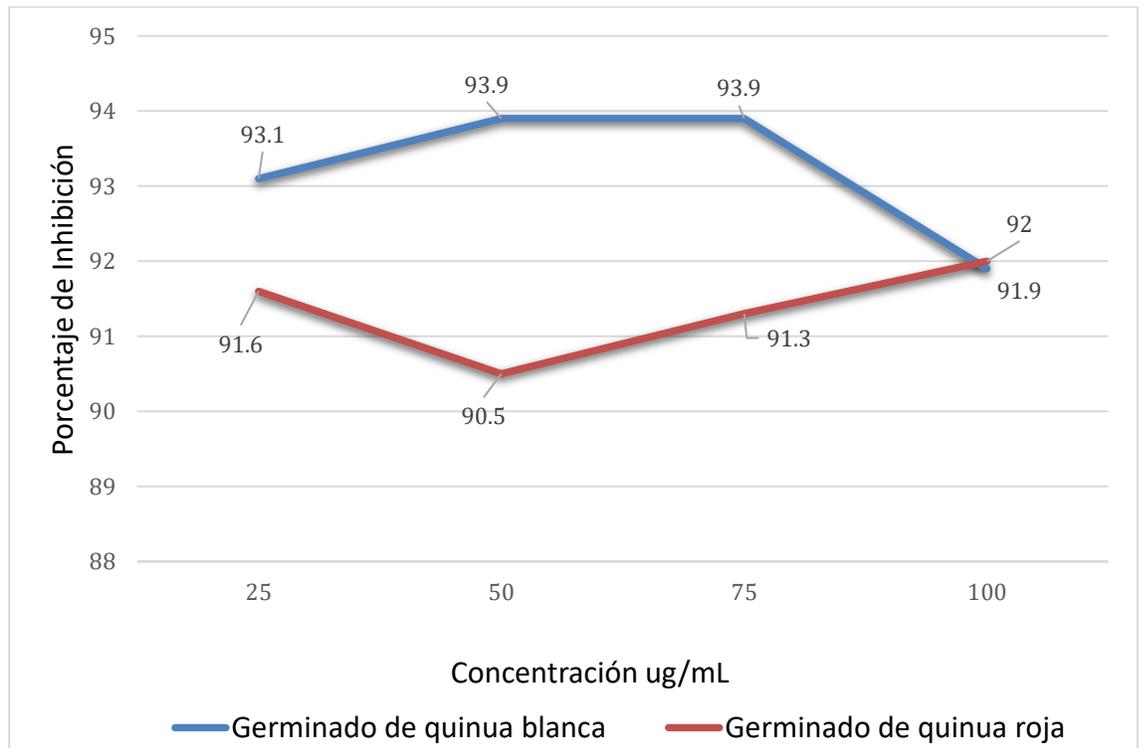


En el gráfico N°2, podemos apreciar que la capacidad antioxidante por parte de la muestra de germinado de quinua roja (*chenopodium quinoa* Willd); a medida que va aumentando la concentración de la muestra, existe

mayor capacidad de inhibición de radical DPPH que presenta la muestra por lo tanto mayor capacidad antioxidante.

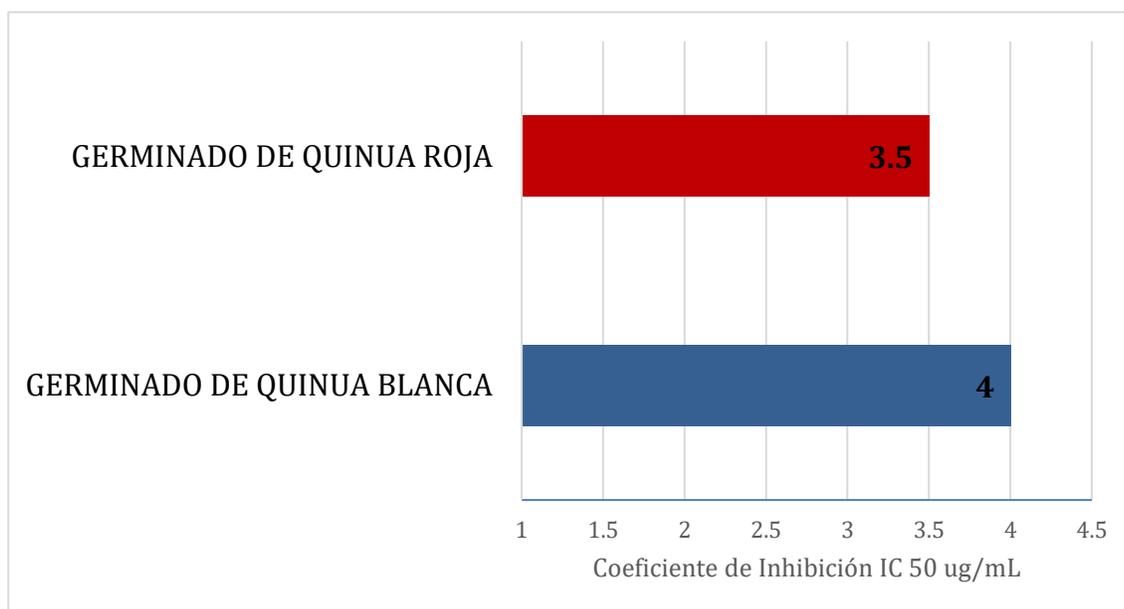
Las concentraciones trabajadas fueron de 25, 50, 75 y 100 μl , y se presentaron porcentajes de inhibición desde 91.6% hasta el 92%. Según el estudio de Huamán en el año 2016 determinó la capacidad antioxidante del extracto etanólico de 4 tipos de germinado de quinua, obteniendo 85.8% como resultado en germinado de quinua roja en una concentración de 100 $\mu\text{g}/\text{mL}$ en comparación con nuestro estudio el germinado de quinua roja tiene mayor capacidad antioxidante.

Gráfico 3: Comparación de la capacidad antioxidante de las concentraciones de extractos acuosos de los germinados de quinua blanca y roja (Chenopodium quinoa Willd)



En el Gráfico N°3, se presenta la comparación entre las capacidades antioxidantes de las muestras de germinado de quinua blanca y germinado de quinua roja y la concentración a la que fueron trabajadas, se observa que en el caso del germinado de quinua blanca va disminuyendo a mayor concentración y en el caso del germinado de quinua roja va aumentando a mayor concentración. Se observa también que la diferencia entre los porcentajes de inhibición es mínima. Según el estudio de Huamán en el año 2016 determino la capacidad antioxidante obteniendo 85.8 % en quinua roja y 84.9% en quinua blanca en concentraciones de 100 µg/mL y 45.5% y 31.7% en concentración de 10 µg/mL, resultando similar a nuestro estudio donde el germinado de quinua roja tiene mayor capacidad antioxidante que el germinado de quinua blanca.

Gráfico 4: Medición del parámetro IC 50 de la capacidad antioxidante de los germinados de quinua blanca y roja (Chenopodium Quinoa Willd)



En el grafico N° 4 se puede apreciar la medición de las muestras, bajo el parámetro denominado IC50 con el cual se puede determinar la capacidad antioxidante que poseen los germinados de quinua blanca y germinados de quinua roja. Mientras el resultado sea menor a 50 mejor es la capacidad antioxidante de la muestra.

En este gráfico de barras se puede determinar que la muestra de germinado de quinua roja tiene mayor capacidad antioxidante. Según el estudio de Damiano en el año 2016, determinó la capacidad antioxidante de los germinados de quinua obteniendo como resultado 5.48 $\mu\text{Mol Trolox Eq}^*/\text{g b.s.}$ para la quinua Salcedo INIA y 6.48 $\mu\text{Mol Trolox Eq}^*/\text{g b.s}$ para Pasankalla. La variedad pasankalla predomina en capacidad antioxidante, obteniendo resultados similares a nuestro estudio. Según el estudio de Quispe en el año 2016, determino la capacidad antioxidante de los germinados de quinua obteniendo como resultados de quinua orgánica Salcedo INIA fue 5.97 $\text{uMol Trolox eq. /g ms}$ mientras que de la Pasankalla 12.67 $\text{uMol Trolox eq./g ms}$, obteniendo resultados similares tanto con nuestro estudio como con el de Damiano.

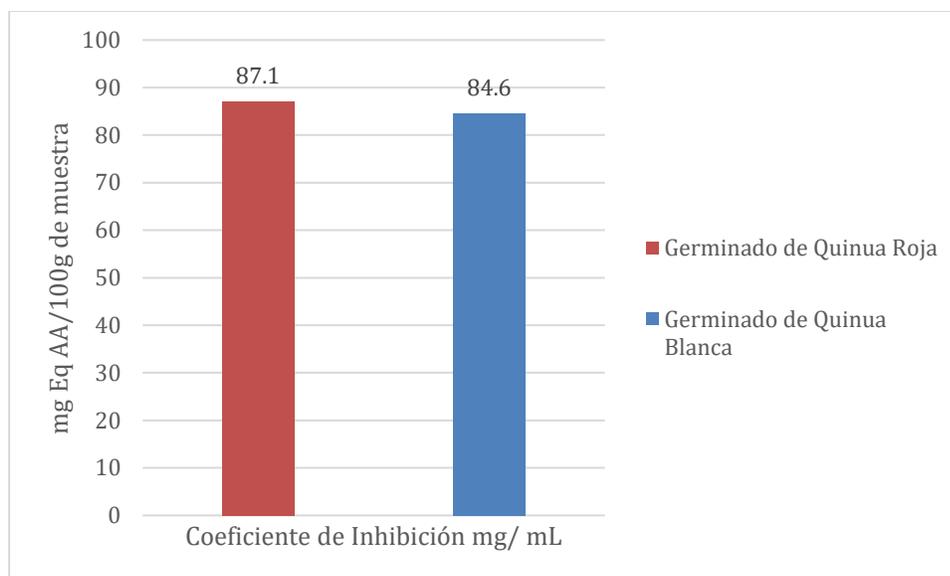


Gráfico 5: Contenido de ácido ascórbico en el germinado de quinua blanca y quinua roja (*Chenopodium quinoa Willd*)

En el gráfico N° 5 se puede visualizar la variación del contenido de ácido ascórbico en los germinados de quinua blanca y quinua roja, trabajadas con el reactivo de Folin Ciocalteu. En cuanto a la diferencia de la cantidad de ácido ascórbico es mínima, observándose que el germinado de quinua roja tiene 87.14 mg Eq AA/100 g de muestra y en el germinado de quinua blanca contiene 84.63 mg Eq AA/100g de muestra. Según el estudio de, Carciochi, R en el año 2014 diseñó un estudio con diferentes procesos tecnológicos dentro de los cuales se encontraba la germinación de los granos de quinua midiendo la capacidad antioxidante teniendo como resultado que durante la germinación del grano de quinua se incrementa el contenido de compuestos fenólicos, ácido ascórbico y α -tocoferol, este estudio coincide con los resultados encontrados en nuestra investigación; por lo tanto, se puede afirmar que la capacidad antioxidante incrementa mediante el proceso de germinación.

V. CONCLUSIONES

- La germinación aumentó la capacidad antioxidante de la semilla de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).
- La germinación modifica levemente su capacidad antioxidante dependiendo la variedad de quinua que sea germinada.
- La capacidad antioxidante del germinado de quinua blanca fue disminuyendo ligeramente mientras se incrementaba la concentración.
- La capacidad antioxidante del germinado de quinua roja fue aumentando ligeramente mientras incrementaba la concentración.
- Al comparar los resultados de CI50 se observó que ambos germinados de quinua presentan un alto poder antioxidante según la técnica DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo).

V. RECOMENDACIONES

- Para futuros investigadores se les recomienda que para mejorar sus resultados realicen un estudio de la germinación de otras variedades de semillas de quinua.
- Se sugiere a los futuros investigadores continuar con la línea de investigación de los antioxidantes pues los resultados obtenidos servirán de mucho a los estudiantes de nutrición que inician la carrera y para ir rompiendo mitos en cuanto a la conservación de los alimentos y la capacidad antioxidante que estos poseen.
- Realizar investigaciones comparando los distintos métodos de conservación para conocer cuál sería el más adecuado para conservar los germinados de quinua sin que pierdan sus nutrientes y así se puedan comercializar para que todos aprovechen sus propiedades.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Agudo A, E. A. (2017). *Fruit and vegetable intakes, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spanish*.
- Ahumada, E. a. (2016). *Saponinas de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.): un subproducto con alto potencial biológico*. Colombia: Colombiana de Ciencias QuímicoFarmacéuticas.
- Aliaga, S. (2017). Potencial alimenticio de los germinados de Cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica*, Apathapi 3(3): 634-638. Sep. – Dic. 2017.
- Armando, C. (2017). *La quinoa: producción y comercio Perú*. Lima: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.
- Arranz, S. (2010). *Recuperando de Compuestos polifenólicos extraíbles y no extraíbles en alimentos de la dieta española*. Madrid: tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Bromatología II.
- Berrospe, E. (2015). *Comportamiento agronómico de plántulas de poblaciones nativas de jitomatE (Solanum lycopersicum L.)*. Mexico: Fruticultura. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Estado de MEXICO.
- biología, g. d. (2016). alicante.
- Carciochi, R. (2014). *Obtención de ingredientes alimenticios con capacidad antioxidante*. Buenos Aires.
- César, W. (2016). *Actividad antioxidante del extracto etanólico del germinado de cuatro variedades de chenopodium quinoa willd*. Ayacucho: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGÁ.
- Chicama, N. (2017). *Evaluación de los estudios sobre la actividad antioxidante de semillas de chenopodium quinoa*. TRUJILLO.
- Coronado, M. (2015). *Antioxidantes: perspectiva actual*. Rev Chil Nutr Vol. 42, Nº2, Junio 2015.
- Corrales L, M. A. (2012). *Estrés oxidativo: origen, evolución y consecuencias de la toxicidad del oxígeno*. Brasil.
- Cristobal, P. (2015). *Síntesis de nanomateriales híbridos coloidales biocompatibles para sistemas avanzados de encapsulación y liberación de fármacos, y biosensores*. Madrid : (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).

- Damiano, S. (2018). *Compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y contenido proteico de tres variedades de quinua germinada*. APURIMAC - PERÚ: UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS.
- Espinoza, R. (2020). *Asistencia técnica en la producción y certificación de la quinua dado por el Minagri en el 2020*.
- FAO. (2014). *Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013*. Chile: FAO (Santiago de Chile) y CIRAD.
- FERNANDEZ, J. (2020). *Tiempo biológico. Cronobiología*. Cuba: Revista Cubana de Medicina, 23(5).
- Flores, E. (2014). *Determinación de la Actividad Antioxidante y su Relación con los Componentes Fenólicos Presentes en el Alpechín*. Arequipa: Universidad Católica Santa María.
- Fuentes, H. (2019). Estudio comparativo del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en inua roja, negra y amarilla (*Chenopodium quinoa willdenow*) cultivada en Ecuador. *universidad de guayaquil*.
- Galvez, H. (2013). *Determinación de Compuestos Fenólicos y Capacidad Antioxidante de Productos Comerciales A Base de Té Verde que se Comercializan en la Ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Católica Santa María.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2010). Determinación de polifenoles totales por método de folin ciocalteu. *ETSIAMN. Universitat Politècnica de València*.
- Gómez, M. (2017). *Evaluación del costo y propiedad fisicoquímica en el proceso de fabricación de cremas de uso capilar con diferentes tipos de emulsión a nivel laboratorio, en la empresa Contrasa*. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Gómez, S. (2018). *Anti-oxidantes o pro-oxidantes*. Valencia - España: Cuaderno de cultura científica.
- Hernández, J. (2017). Análisis Económico y Producción de la quinua. *Dirección general de políticas agrarias y MINAGRI*, 4-6.
- Huamán, C. &. (2016). *Actividad antioxidante del extracto etanólico del germinado de cuatro variedades de Chenopodium quinoa Willd, "quinua"*. Ayacucho.
- Huayllas, A. (2019). *valoración de las cualidades nutricionales de germinados de cinco variedades de quinua (Chenopodium quinoa willd) bajo condiciones atemperadas en centro experimental Cota Cota"*. cota.
- León-lobos, P. M. (2018). *Catálogo de variedades locales de quinua* .
- Mariaca, C. (2015). *oxidacion y antioxidantes controversia* . Rev Asoc Colomb Dermatol. 2016; 24: 3 (Julio-Septiembre), 162-173.

- Medina, V. (2015). *Procesos morfogenéticos en el diseño arquitectónico*. Bolivia: Universidad Católica Boliviana "San Pablo".
- Mendoza, R. (2018). *Análisis de la actividad de las principales enzimas antioxidantes en diferentes regiones cerebrales en un modelo de ratón de la enfermedad de parkinson*. Univercidad de la laguna.
- Merino, J. y. (2017). *MEDIO INTERNO Y HOMEOSTASIS. FISIOLÓGÍA GENERAL UNIVERSIDAD DE CATAMBRIA* .
- Mujica, A. (2019). El origen de la quinua y la historia de su domesticación . *Tierra adentro*, 15-17.
- Navia, A. (2020). *Determinación del contenido fenólico, y evaluación de la actividad Antitirosinasa, y de los índices antioxidantes de cuatro variedades de Quinoa Boliviana*. Cota Cota Bolivia: Rev. Bol. Quim vol.37 no.1 La Paz abr. 2020.
- Nayra, E. (2014). *Preliminar y Actividad Antioxidante de las Hojas de Achyrocline alata DC. (HUIRA-HUIRA) y su Relación Con su Contenido de Compuestos Fenólicos Totales*. Arequipa: Universidad Católica Santa María.
- Ochoa, S. P. (2008). *Fenología reproductiva de las especies arbóreas del bosque tropical de Tenosique*. Mexico : Revista de Biología Tropical, 56(2), 657-673.
- Onofre, C. (2018). *Efecto del Proceso de Fermentación Alcohólica de la Chicha de Quinoa (Chenopodium quinoa willd) sobre su contenido de Antioxidante, Vitaminas y Minerales*. Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA.
- Racines, A. (2011). *Investigación de los germinados de lenteja, quinuazanahoria, mostaza y su aplicación a la gastronomía*. Ecuador - Quito: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
- RAE. (2019). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*.
- RAE. (2021). *Diccionario de la lengua española*. 23.ª ed., [versión 23.4 en línea]. <<https://dle.rae.es>>.
- Ramos, J. (2020). *Microesferificación del extracto de las hojas de quinua (Chenopodium quinoa Willd), variedad INIAP Tunkahuan para mantener su bioaccesibilidad y actividad antioxidante*. . ECUADOR: Quito: UCE.
- Reyes García, M. G.-S. (2017). *Reyes García, M., Gómez-Sánchez Prieto, I., & Espinoza BarTablas peruanas de composición de alimentos*. Lima: Instituto Nacional de Salud.
- Rioja A Et. all. (2018). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL, FENOLES TOTALES, Y LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN UNA BEBIDA NO LÁCTEA EN BASE A GRANOS DE CHENOPODIUM QUINOA. *Revista Boliviana de Química*, vol. 35, núm. 5 Universidad Mayor de San Andrés.

- Salazar, S. I. (2018). *Fenología del aguacate 'Méndez' en el sur de Jalisco, México*. Mexico : Agrocienza, 52(7), 991-1003.
- Sanchez, M. (2013). *Consumo de Antioxidantes Naturales en Adultos Mayores de Entre 65 y 75 años con Dislidemia*. Argentina: Universidad Abietta Interamericana.
- Sánchez, V., & Juárez, J. (2019). *"El ciclo celular durante la germinación*. Mexico: Un viaje alrededor de la semilla. Prensas de Ciencias, pp. 153.
- Soleil, D. (2017). *Soleil D. Brotes y germinados caseros. 3 ed. España: Ediciones obelisco*;. española: Ediciones obelisco.
- Suárez, D. y. (2020). *BIOLOGÍA Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS*. Colombia : Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Universidad Nacional de Colombi.
- Tang A, T. A. (2017). Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. Genotypes. *Food Chem*.
- Tetteh, M. (2012). *¿Qué es el Estrés Oxidativo?* Environmental Health Fact Sheet .
- Torres, K. (2016). *"efecto del acido láctico y acido cítrico, . arequipa- Perú"*: facultad de ingeniería de procesos.
- Ugartondo, V. (2009). *Caracterización de derivados polifenólicos obtenidos de fuentes naturales. cototoxicidad y capacidad antioxidante frente a estres oxidativo en modelos celulares*. Barcelona: univercidad de Barcelona.
- USDA. (2020). *NAL Agricultural Glossary*. . National Agricultural Library.
- Valenzuela, R. (2015). *Valoración de las cualidades nutricionales de germinados de cinco variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) bajo condiciones atemperadas en el Centro Experimental Cota Cota*. Bolivia: Revista Investigaciones Altoandinas, ISSN 2306-8582, ISSN-e 313-2957, Vol. 17, Nº. 2, 2015 (Ejemplar dedicado a: Revista Investigaciones Altoandinas), págs. 169-172.
- Vargas, P. (2019). Análisis bibliográfico sobre el potencial nutricional de la quinua (*Chenopodium quinoa*) como alimento funcional. *centro azucar*, cen. az. vol.46 no.4 Santa Clara oct.-dic. 2019 Epub 01-Dic-2019.
- VERÓNICA, A. M. (2021). *Evaluación de procedimientos en la conservación y germinación in vitro de semillas de la orquídea epidendrum nocturnum (jacq) (doctoral dissertation, universidad agraria del ecuador)*. ECUADOR: UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR.
- VIDAL, A. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. LIMA: Primera edición. Noviembre, 2013.

- Vidaurre, A., Días, G., Mendoza, E., & Solano, M. (2017). Variación del contenido de Betalaínas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante durante el procesamiento de la quinua (*Chenopodium quinoa* W.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol.83 no.3.
- Vilcacundo, R. (2017). *Liberación de péptidos multifuncionales durante la digestión gastrointestinal simulada de proteínas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) Y AMARANTO (Amaranthus caudatus)*. España: CSIC-UAM - Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CIAL).
- Villarreal, F. (2018). *El tema del cáncer en los escritos de Elena de White*.
- Zanhy Valencia, F. C. (2017). Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de semillas de quinua peruana (*Chenopodium quinoa* W.). *Sociedad Química del Perú*, vol.83.
- Zita, A. (2017). *Monocotiledóneas y Dicotiledóneas*. Venezuela: Doctora en Bioquímica por el Instituto Venezolano de Bioanálisis de la Universidad Central de Venezuela.

ANEXOS

FOTOS

ANEXOS 1: FOTOS DE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE QUINUA

Germinación de la quinua blanca	Germinación de la quinua roja
 <p data-bbox="560 1045 865 1234">Semilla orgánica de quinua blanca origen Ayacuchano</p>	 <p data-bbox="1040 978 1346 1167">Semilla orgánica de quinua roja origen Ayacuchano</p>
 <p data-bbox="560 1745 865 1854">25 gr de semilla de quinua blanca</p>	 <p data-bbox="1040 1745 1346 1854">25 gr de semilla de quinua roja</p>



Remojo de 8 horas



Remojo de 8 horas



1er

enjuague



1er

enjuague



2do enjuague



2do enjuague



3er enjuague



3er enjuague



4to enjuague



4to enjuague



Producto final



Producto final

ANEXOS 2: FOTOS DEL METODO DE DPPH





ANEXOS 3: TABLAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE (DPPH).

FRUTA	Fecha	B	C	X₁	X₂	X₃	X₄
Germinado de quinua roja							
Germinado de quinua blanca							

DETERMINACIÓN DE VITAMINA C (FOLIN CIOCALTEU).

FRUTA	Fecha	B	C	X₁	X₂	X₃
Germinado de quinua blanca						
Germinado de quinua roja						

ANEXOS 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el efecto del germinado sobre la capacidad antioxidante de la variación de quinua roja y quinua blanca (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)?</p>	<p>Objetivo general: - Determinar el efecto del germinado sobre la capacidad antioxidante de la quinua roja y quinua blanca (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd). objetivos específicos: -Cuantificar el efecto del germinado, sobre la capacidad antioxidante de la quinua roja. -Cuantificar el efecto del germinado, sobre la capacidad antioxidante de la quinua blanca. -Comparar la capacidad antioxidante de los germinados de quinua roja y quinua blanca</p>	<p>La germinación modificará la capacidad antioxidante de la quinua roja y quinua blanca (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd).</p>	<p>Variable dependiente: Capacidad antioxidante</p> <hr/> <p>Variable independiente: Germinado de quinua</p>	<p>Tipo de investigación: Este proyecto es de método experimental y comparativo Diseño de investigación: Método deductivo, observacional. Población: La población está conformada por semillas de quinua blanca y quinua roja (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd) Muestra seleccionada: Se tomará aproximadamente 250 gr de germinado de quinua roja y otros 250 gr de germinado de quinua blanca.</p>

ANEXOS 5: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIONES OPERACIONALES	INDICADOR
-Capacidad antioxidante	<p>Los antioxidantes son compuestos que retrasan la oxidación de otras moléculas inhibiendo la propagación oxidativa.</p> <p>El antioxidante al reaccionar con el radical libre cede un electrón, se oxida y se transforma en un radical libre no tóxico.</p>	<p>-Método DPPH es un indicador para medir la capacidad de secuestro de cualquier compuesto con actividad antioxidante.</p> <p>-Método <u>Folin-Ciocalteu</u> es una mezcla de <u>fosfomolibdato</u> y <u>fosfotungstato</u>, usado para la determinación de antioxidantes <u>polifenólicos</u>.</p>	<p>concentración de la muestra que reduce 50% la solución DPPH CI 50 en <u>ug/ml</u></p> <p>Concentración de polifenoles Mg <u>Eq</u>. AA/100 g</p>
-Germinado de quinua	<p>La germinación es el proceso mediante el cual una semilla colocada en un ambiente adecuado, se convierte en una planta.</p>	<p>Método de germinación</p> <p>La germinación tiene tres etapas el proceso de absorción de agua.</p> <p>Activación enzimática y Crecimiento.</p>	<p>-Tiempo de remojo 8h</p> <p>-Temperatura del agua potable 30°</p> <p>-Recambio de agua 3 días.</p>

