



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación del Flavonoide Quercetina
obtenida a escala de laboratorio a partir de la
cáscara de naranja dulce (*Citrus Sinensis*)
para ser usada como agente antioxidante en
frutas y vegetales**

Autor

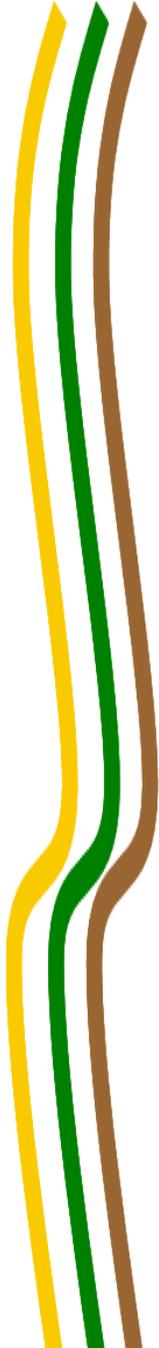
Br. Luisa Amanda Acevedo Norori

Asesor

MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández

Managua, Nicaragua

Junio, 2023





“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

**Evaluación del Flavonoide Quercetina
obtenida a escala de laboratorio a partir de la
cáscara de naranja dulce (*Citrus Sinensis*)
para ser usada como agente antioxidante en
frutas y vegetales**

Autor

Br. Luisa Amanda Acevedo Norori

Asesor

MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández

Presentado a la consideración del Honorable Comité
Evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero en agroindustria de alimentos

**Managua, Nicaragua
Junio, 2023**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del Comité Evaluador

Presidente (Grado académico y nombre)

Secretario (Grado académico y nombre)

Vocal (Grado académico y nombre)

Lugar y Fecha: _____ Managua, Nicaragua, _____

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo de investigación a **Dios** quien me ha dado la vida, me ha regalado discernimiento, sabiduría, fortaleza, para sobrellevar todos los obstáculos, me ha llevado de la mano y me ha permitido con su amor y misericordia culminar mis estudios en la universidad Nacional Agraria, Todo la Gloria y Honra a él, quien ha hecho maravillas en mi vida. Bendito sea Dios.

Este logro también es dedicado a mi madre **santa Virgen María**, Madre de Dios, quien cada día es una inspiración y ejemplo de perseverancia, amor, Fe para mí.

A mi Madre Martha Ofelia de socorro Norori Huete, a mi Padre Reyneris Ramon Acevedo Maltes, por darme su amor, confianza, paciencia, consejos, por ser los pilares en todo el transcurso de mi crecimiento, por llevarme de la mano y no soltarme, por sacarme delante con todo su esfuerzo, persistencia, por educarme en la Fe y valores, quienes me han dado su apoyo incondicional para lograr cumplir con mis metas.

A mis hermanas **Débora del Carmen Acevedo Norori, Judith de los Angeles Acevedo Norori, Elizabeth del socorro Acevedo Norori**, a mis hermanos **Jaime Tomas Acevedo Norori, Reynerio Ramon Acevedo Norori, Diego Miguel Acevedo Norori**, a mi sobrino **Dominick Rafael Canales Acevedo**, a mi tía **Angela María Norori**, a mis abuelas **Luisa Amanda Acevedo Maltes (Q.E.P.D), María Agustina Huete Cano (Q.E.P.D)**, quienes me han dado su apoyo incondicional para lograr cumplir con mis metas, por estar siempre pendiente de mí, por su amor y confianza.

A mi asesor **MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández**, quien me brindo su apoyo incondicional para el desarrollo de este trabajo. por su confianza, por compartir sus conocimientos, por formar parte de todo el transcurso de mi formación desde primer año hasta el final.

Br. Luisa Amanda Acevedo Norori.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** padre, toda la Gloria y Honra a él, Bendito sea **Dios**, le doy gracias por haberme permitido llegar hasta este punto, por darme discernimiento y haber me permitido culminar mis estudios, sueños y metas, dando me su divina protección y misericordia todos los días de mi vida.

Quiero agradecer a mis padres **Martha Ofelia del socorro Norori Huete y Reyneris Ramon Acevedo Maltes**, por educarme en la Fe y valores, por estar presente, apoyándome con todas sus fuerzas, a todos mis hermanos por sus consejos, a mor y ayuda incondicional, a mi ti **Angela Norori**, por su gran apoyo en mi formación profesional, amor, consejos, fortalezas.

Quiero agradecer a cada uno de los profesores que fueron parte de mi formación profesional, especialmente al profesor y asesor **MSc Claudio Pichardo Hernández**, por darme sus conocimientos, consejos, fortalezas y apoyo.

De manera personal quiero darles muchas gracias a las profesoras **Ing. María Nelly Salazar, Ing. Karla Dávila, Ing. Tomasa Hernández, Ing. Marilena Gutiérrez, Ing. Karol Paola Moreno Kuan**, por ser un pilar fundamental en mi desarrollo profesional, por ser fuentes de inspiración, apoyo, consejos, amor, para poder seguir adelante.

Quero darle gracias a mi **V comunidad** del camino Neocatecumenal por su apoyo, por sus consejos y fortalezas.

Quiero darle gracias a todo el personal de la Universidad Nacional Agraria por ser la casa de mi formación académica, por sus esfuerzos, confianza.

Quiero darle gracias a todos mis amigos y compañeros que me brindaron sus consejos, apoyo, confianza, conocimientos, especialmente a **Heidi Baltodano, Julio López, Ninoska Roa, Javier Aguilar**, por sus conocimientos, confianza y apoyo.

Br. Luisa Amanda Acevedo Norori

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Generalidades de la naranja dulce	4
3.1.2 Variedad de naranja en Nicaragua	4
3.1.3 Características de la naranja dulce piña Navel.....	4
3.1.4 Características de la Naranja valencia san carleña.....	5
3.2 Requisitos mínimos de calidad	5
3.3 Producción de naranja en Nicaragua.....	5
3.4 Generalidades de la cáscara de naranja.....	6
3.5 Los polifenoles	6
3.6 Los flavonoides	6
3.7 Quercetina	7
3.8 Estudios realizados	7
3.9 Pardeamiento enzimático.....	7
3.10 Enzimas	8
3.11 Antioxidantes	8
3.11.1 Clasificación de los antioxidantes.....	8

3.12	Extracción	9
3.12.1	Método de Maceración	9
3.12.2	Afinidad con el solvente	9
3.13	Utilización del método para la extracción de flavonoides.....	10
3.14	Reacción oxidativa de papa de la variedad criolla	11
3.15	Reacción oxidativa del aguacate de la variedad Hass	11
IV	MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1	Ubicación del estudio	12
4.2	Tipo de investigación	13
4.3	Diseño metodológico.....	13
4.4	Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las naranjas del estudio.....	13
4.5	Determinación del peso, longitud y diámetro de las naranjas del estudio	14
4.5.1	Procedimiento para medir las dimensiones del fruto	15
4.6	Análisis físico químico de determinación de solidos solubles (°Brix).....	15
4.6.1	Etapas del proceso para el análisis de solidos solubles	16
4.7	Determinación de pH en las naranjas de estudio.....	17
4.7.1	Etapas para el análisis de pH	18
4.8	Determinación de materia seca en la cáscara y pulpa de las naranjas del estudio	18
4.8.1	Etapas para el análisis de materia seca.....	19
4.9	Extracción del flavonoide Quercetina en la cáscara de la naranja del estudio	21
4.9.1	Etapas de la molienda	22
4.9.2	Etapas del proceso de extracción por el método maceración	22
4.10	Evaluación del antioxidante extraído en papa criolla y aguacate Hass	27
4.10.1	Etapas del proceso de la evaluación en la papa de la variedad criolla.....	27
4.11	Etapas de la evaluación del antioxidante en el aguacate de la variedad Hass	28
4.12	Recolección de datos	30
4.13	Diseño experimental.....	31
V	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
5.1	Descripción de los valores del peso de la naranja.....	33
5.2	Descripción de los valores del peso de las cáscaras de las variedades de naranja.....	34
5.3	Descripción de los valores del diámetro de la naranja	35
5.4	Descripción de los valores de la longitud de las dos variedades de naranja.....	36
5.5	Descripción de los resultados de los grados brix	37

5.6	Descripción de los valores de pH	37
5.7	Descripción de los valores del % de humedad y del % de materia seca.....	38
5.8	Descripción de los resultados del peso total de la Quercetina.....	39
5.9	Descripción de los resultados de la ANOVA.....	40
VI	CONCLUSIONES	47
VII	RECOMENDACIONES	48
VIII	LITERATURA CITADA.....	49
IX	ANEXOS	53

INDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
1. Peso, longitud y diámetro, de las variedades de naranja del estudio	14
2. Materiales utilizados para la caracterización de la materia prima	14
3. Materiales utilizados para el análisis de grados Brix	16
4. Materiales utilizados para el análisis de pH	17
5. Materiales utilizados para el análisis de materia seca en la cáscara.....	19
6. Materiales utilizados para la molienda de las cáscaras de naranja.....	22
7. Materiales utilizados en la extracción del flavonoide Quercetina.....	24
8. Material utilizado en la evaluación del antioxidante en papa de la variedad Criolla.....	28
9. Material utilizado en la evaluación del antioxidante en aguacate de la variedad Hass.....	28
10. Planteamiento del antioxidante de la naranja de la variedad Valencia san carleña	29
11. Planteamiento del antioxidante de la naranja de la variedad Navel piña	30
12. Representación de los tratamientos de las variedades del estudio	32
13. Representación de los testigos para la validación de los antioxidantes	32
14. Peso de las variedades evaluadas	34
15. Peso de las cáscaras de las dos variedades de naranja evaluadas.....	35
16. Diámetro de las variedades evaluadas.....	36
17. Longitud de las variedades evaluadas	36
18. Análisis de varianza (Sc tipo III).....	41
19. Análisis de varianza del aguacate variedad Hass y la papa variedad criolla.....	42
20. Concentraciones de mayor a menor capacidad antioxidante	43
21. Análisis de varianza de la concentración uno	43
22. Análisis de varianza de la concentración dos.....	43
23. Análisis de varianza de la concentración tres.....	43
24. Relación tiempo, concentración usando comparación de Fisher	45

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Laboratorio de fisiología vegetal, Universidad Nacional Agraria, 2022	12
2. Medición de la longitud y el diámetro de la naranja del estudio.....	15
3. Medición del análisis del pH en el jugo de la naranja.....	18
4. Diagrama de obtención de la cáscara de naranja en polvo.....	20
5. Muestras secas de cáscara de las dos variedades del estudio	21
7. Extracción de la Quercetina, fase de centrifugado	23
6. Muestra centrifugada de la variedad Valencia san carleña	23
8. Cristalería y equipos utilizados para la extracción de la Quercetina.....	25
9. Diagrama del proceso de extracción del flavonoide Quercetina.....	26
10. Grados brix de las variedades evaluadas.....	37
11. pH de las variedades evaluadas	38
12. Materia seca y humedad de las variedades evaluadas.....	39
13. Peso de la Quercetina por cada 200g de la cáscara húmeda	40
14. Resultados del tiempo de oxidación de las muestras	46

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Concentración uno, semana uno, dos y tres	53
2. Concentración dos, semana uno, dos y tres.....	53
4. Concentración uno, semana uno, dos y tres	54
7. Testigos uno ácido ascórbico con tres concentraciones y testigo dos, agua común	55
8. Proceso de pesado	55
9. Cáscara seca de las dos variedades del estudio	55
10. Proceso de agitación durante una hora.....	55
11. Mezclado del alcohol, cáscara.....	55
12. Proceso de centrifugado, 15 min	56
13. Cáscara de naranja centrifugada.....	56
15. Separación del alcohol y la Quercetina	56
16. Antioxidante extraído de las dos variedades del estudio.....	56

RESUMEN

Este estudio tuvo la finalidad de extraer el flavonoide Quercetina con capacidad antioxidante a partir de la cáscara de dos variedades de naranja dulce, para este estudio se utilizó 30 naranjas de la variedad Valencia san carleña y 30 naranjas de la variedad Navel piña, utilizadas en base al tiempo después de su cosecha, es decir, la primera muestra es de naranjas recién cosechadas, en la segunda muestra con siete días después de la cosecha y finalmente en la tercera muestra de 14 días después de la cosecha. Este estudio se realizó durante tres semanas, usando en la semana uno 10 muestras de naranja por cada verdad, se continuo el mismo proceso durante las semanas dos y tres las muestras de naranjas fueron sometidas a refrigeración controlada de 20 °C para su almacenamiento. Para el proceso de extracción se utilizó el método por maceración, se utilizó alcohol al 50% y HCl al 5 %, posterior se evaluó el tiempo de oxidación de la papa criolla y el aguacate Hass usando el antioxidante extraído de las dos variedades de naranja dulce, las muestras fueron sometidas a un proceso de inmersión durante 10 min, estas tenían dimensiones de dos cm de longitud, diámetro y grosor, fueron expuestas en una bandeja con una temperatura controlada de 23 °C. Para la evaluación se utilizaron los antioxidantes extraídos de las dos variedades de naranja dulce, ácido ascórbico y agua potable, con tres concentraciones diferentes, se realizó una comparación con el antioxidante ácido ascórbico como testigo uno y se utilizó agua potable con una dureza de 300 partes por millón como testigo dos. Se realizaron tres repeticiones por cada una de las muestras de aguacate Hass y papa criolla, a través de los ensayos se logró determinar el funcionamiento antioxidante de la Quercetina, obteniendo resultados provechosos. Lo que permitió brindar una nueva alternativa en usos de antioxidantes naturales, que inhiba parcialmente la oxidación de las frutas y vegetales generando un nuevo aprovechamiento a los residuos de la cáscara de la naranja dulce. Este estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, Zona norte.

Palabras Claves: cáscara de naranja, variedad, Quercitina, extracción, antioxidantes, pardeamiento enzimático, tratamientos.

ABSTRACT

This study had the purpose of extracting the flavonoid Quercetin with antioxidant capacity from the peel of two sweet orange varieties. For this study, 30 oranges of the Valencia San Carleña variety and 30 oranges of the Navel piña variety were used, used as a base. to the time after harvest, that is, the first sample is of freshly harvested oranges, in the second sample seven days after harvest and finally in the third sample 14 days after harvest. This study was carried out for three weeks, using 10 orange samples for each truth in week one, the same process was continued during weeks two and three, the orange samples were subjected to controlled refrigeration at 20 °C for storage. For the extraction process, the maceration method was used, 50% alcohol and 5% HCl were used, later the oxidation time of the criolla potato and the Hass avocado was evaluated using the antioxidant extracted from the two varieties of sweet orange, the samples were subjected to an immersion process for 10 min, these had dimensions of two cm in length, diameter and thickness, they were exposed in a tray with a controlled temperature of 23 °C. For the evaluation, the antioxidants extracted from the two varieties of sweet orange, ascorbic acid and drinking water were used, with three different concentrations, a comparison was made with the antioxidant ascorbic acid as control one and drinking water with a hardness of 300 parts was used. per million as witness two. Three repetitions were made for each of the Hass avocado and Creole potato samples, through the tests it was possible to determine the antioxidant function of Quercetin, obtaining beneficial results. This allowed us to provide a new alternative in the use of natural antioxidants, which partially inhibits the oxidation of fruits and vegetables, generating a new use of sweet orange peel residues. This study was carried out at the facilities of the National Agrarian University, North Zone.

Keywords: orange peel, variety, Quercetin, extraction, antioxidants, enzymatic browning, treatments.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua es un país productor de frutas y vegetales García y Granillo (2017) afirman que: en Nicaragua la naranja es una de las frutas más explotadas en el comercio y procesado de cítricos, un porcentaje significativo es destinado a la industria alimenticia y microempresas en forma de zumos y mermeladas, donde se genera residuos orgánicos que deben ser gestionados y revalorizados. (p.3). Así mismo, Nicaragua tiene un desempeño en la producción de naranjas dulce, en Nicaragua los cítricos son considerados de importancia económica, dado que esta industria genera anualmente 24.5 millones de dólares. La producción está a cargo de 11 077 productores, en una superficie aproximada de 21,100 hectáreas, donde el cultivo de naranja dulce (*Citrus Sinensis* L.) ocupa el 80 % (16 880 ha) de la producción total, mientras que el 10 % (2 110 ha) corresponde a mandarina (*Citrus reticulata* L.) y un 7 % (1 477 ha) a limones (*Citrus* spp). (p.4).

La mayor parte de la industrialización y aprovechamiento de los cítricos, implica la extracción del jugo, (Marín et al., 2007) afirma que. "Es más del 60 % de la producción total de éstos, pero los desechos que se tienen de la obtención de jugos son cáscara y bagazo que representan aproximadamente el 50% de la masa total del fruto" (citado por Pérez et al. 2013, p.18).

Igualmente, uno de los principales problemas de la industria alimentaria es el pardeamiento enzimático Sierra (2021) menciona que:

El pardeamiento enzimático reduce la vida útil de las frutas y vegetales, que se produce en la superficie cortada. Este deterioro tiene un gran impacto visual que disminuye la calidad comercial, la aceptación organoléptica y el valor nutricional. (p.1)

Martínez et al., (2002) a través de investigaciones comenta que. "Los residuos industriales de frutas como la uva, mango, té, café, nueces, cítricos, etc. se caracterizan por presentar un contenido alto de compuestos fenólicos como son los flavonoides, los cuales se encuentran principalmente en semilla y cáscara de estos frutos" (citado por Cruz., 2011, p.1)

El investigador (Martínez, 2016) "realizo un estudio, el cual, evidenció que estos pueden inhibir el pardeamiento enzimático de la manzana mínimamente procesada, efecto reflejado en cambios de color y luminosidad, inferiores a los registrados cuando el producto se almacenaba sin adición del extracto" (p.55).

De las evidencias anteriores, Tenorio (2016) realizó el estudio de:

flavonoides extraídos de la cáscara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sachá inchi (*Plukenetia volubilis*), concluyo que los flavonoides presentes en la cáscara de naranja tangelo pueden ser utilizados como extractos crudos sin necesidad de purificaciones parciales o totales, para conseguir aumentar la vida útil del aceite de sachá inchi. (p.11)

Por tanto, este estudio tuvo la finalidad de extraer el flavonoide Quercetina con capacidad antioxidante a partir de la cáscara de dos variedades de naranja dulce, que permita inhibir parcialmente la oxidación de las frutas y vegetales. Al mismo tiempo con la extracción del antioxidante brindar un aprovechamiento a los residuos de cáscara de la naranja que no son utilizados y ofrecer una nueva alternativa en usos de antioxidantes naturales para el procesamiento de alimentos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

1. Evaluar el flavonoide Quercetina obtenida a escala de laboratorio a partir de la cáscara de naranja dulce (Citrus Sinensis) para ser usada como agente antioxidante en frutas y vegetales

2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de dos variedades de naranja dulce que permita su uso en la elaboración de un antioxidante natural.
2. Extraer el flavonoide Quercetina de la cáscara de la naranja dulce por el método de maceración para usarlo como antioxidante natural en papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass
3. Determinar el efecto inhibitor de la Quercetina en el pardeamiento enzimático de papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1 Generalidades de la naranja dulce

La naranja es una fruta cítrica obtenida del naranjo dulce (*Citrus × Sinensis*) según Hortalizas (2022) expresa. “La naranja es un fruto de forma redonda, color naranja, la pulpa del interior es anaranjada y está formada por pequeñas bolsitas llenas de zumo. La naranja se usa para consumo en fresco y para la industria, principalmente en zumo” (p.2).

3.1.2 Variedad de naranja en Nicaragua

En Nicaragua se cultivan muchas variedades de naranja, por año se ha cultivado esta fruta en diferente zona del país, entre estas se clasifican y se subdividen por ejemplo en: variedad Navel, variedad Blanca o Valencia.

Según investigadores de Infoagro (2021) la variedad Navel presenta frutos partenocárpicos de gran tamaño, muy precoces, se caracterizan por tener, buen vigor, la segunda son la variedad Blanca o Valencia, esta presenta frutos de buena calidad con una o muy pocas semillas y de buena conservación, es importante describir que todas las variedades son productivas, son variedades con brotaciones cortas y los impedimentos en la circulación de la savia dan lugar al endurecimiento de ramas. (p.1)

3.1.3 Características de la naranja dulce piña Navel

La naranja es una fruta con un alto valor nutricional, contenedora de minerales como potasio, magnesio, calcio y es una fuente de vitamina C (Martínez, 2022, p.1). La pulpa de esta fruta es dulce, muy jugosa, de color naranja brillante, hay pocas semillas dentro de la fruta, muchos libros de referencia atribuyen esta naranja a variedades de maduración temprana, su peso de 150 a 300 gramos. La forma es redonda, el color de la piel es naranja brillante, pero se ha notado que en condiciones de clima cálido húmedo se vuelve más pálido. Expresa (Naturelux 2022, p.1).

3.1.4 Características de la Naranja valencia san carleña

La Naranja valencia presenta características fundamentales para la conveniencia de las industrias alimentarias por tener piel fina, color pálido, la cantidad de semilla son reducida, esta no mayo a 4 semillas, (Color naranja 2021, p.3).

Así mismo la FAO, Nutrición humana en el mundo en desarrollo (2002) afirman que: el aporte nutricional de la naranja valencia por 100 g de porción comestible, aporta 47 kcal, 0.9 g de proteínas, 0.1 g de grasa, 0.10 mg de Hierro, Vitamina A, 0.09 mg de tiamina 0.04 mg de riboflavina (p.40)

3.2 Requisitos mínimos de calidad

La norma general del Codex para los aditivos alimentarios CODEX STAN 245 (2004) indica. “Para la utilización de la naranja. “deberá estar entera, sana, limpia y exenta de cualquier materia extraña visible, así mismo exenta de daños causados por plagas” (p. 1).

3.3 Producción de naranja en Nicaragua

Según el instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [(IICA en Nicaragua) 2007] menciona que en la zona de Río San Juan se encuentran más de cuatro mil quinientas hectáreas de árboles de naranjas de las variedades Piña y Valencia y en el norte de Nicaragua existen 15 mil hectáreas de cítricos, especialmente en Nueva Segovia y Estelí. (p.10), según Gómez (2010) refiere que en todo el país hay 23,430 mz de cítricos, el 80% son naranja, 3,500 hectáreas pertenecen a la Empresa Frutales del San Juan. (p.1)

Según investigadores de Wiki Farmer (2017) describe que el naranjo medio sano y maduro produce 200-350 naranjas. Sin embargo, los cultivadores de naranjas con experiencia después de años de práctica pueden cosechar entre 400 y 600 naranjas por árbol, bajo un sistema de siembra denso, en el que hay 400 árboles por hectárea, el rendimiento esperado de un agricultor experimentado sería de 40 a 50 toneladas por hectárea. (p.1)

3.4 Generalidades de la cáscara de naranja

Los residuos de los frutos cítricos simbolizan un porcentaje de 45% al 60% del peso de la fruta, de estos obtiene harinas cítricas, aceites esenciales, productos cítricos representativos (Rincón et al 2005, p.1). Según la investigadora Ibáñez (2022) afirma que la naranja grande tiene un peso promedio de 300-400 gr. / ud, la naranja mediana tiene un peso promedio de 200-300 gr. / ud, la naranja pequeña 120-200 gr. / ud.

Al respecto Hernández y Guemes (2010) indica que. “La cáscara de naranja ha demostrado ser un valioso ingrediente que puede aprovecharse debido a sus características funcionales (antioxidantes como flavonoides o polifenoles) y al alto contenido de fibra, la cual aumenta el rendimiento en productos cárnicos” (citado por Muñoz, 2020, p.7).

3.5 Los polifenoles

En los polifenoles existen dos tipos de compuestos estos son los flavonoides y los no flavonoides que son alcoholes mono-fenólicos, ácidos fenólicos y estilbenos, Monekebery (2022). Al respecto Ramírez (2020) afirma que. “Los compuestos fenólicos se dividen en dos grandes grupos que son no flavonoides (fenoles no carboxílicos, ácidos fenoles) y flavonoides antocianos flaonas, flavononas, flavanoles, taninos condensados (p.12).

3.6 Los flavonoides

Pérez (2003) afirma que:

los flavonoides se caracterizan por su potencial antioxidante alto, su mecanismo de acción se debe a sus propiedades quelantes de metales de transición y secuestradoras de radicales libres, en los frutos cítricos, la concentración más alta de flavonoides se presenta en la cáscara, los flavonoides poseen un gran número de grupos hidroxilos instituidos o azúcares, son considerados compuestos polares, por lo que son moderadamente solubles en solventes polares como: etanol, metanol, butanol, acetona, agua” (p. 10).

Tenorio, et al (2006) afirma que. “En función de sus sustituyentes químicos los flavonoides se clasifican en flavanoles, antocianidinas, flavonas, flavanonas y chalconas” (p.40).

3.7 Quercetina

Es de relevancia mencionar que el flavonoide Quercetina se considera un potencial antioxidante, teniendo en cuenta sus habilidades de protección, comprobada con el equivalente Trolox (en inglés equivalent antioxidant capacity) es de 4.7 mm, determinado un poder antioxidante 20 veces superior que la vitamina C y 5 veces mayor al de la vitamina E, contiene un porcentaje de inhibición de la oxidación de 61.4 % medidas por DPPH. (Cruz, 2011, p.14), por ende, menciona que. "El potencial antioxidante de Quercetina radica en la presencia de cinco grupos OH que pueden representar un sitio de ataque para el proceso de radicalización realizado por el radical peróxido lipídico.

3.8 Estudios realizados

De subproductos industriales se han desarrollado investigaciones de la actividad antioxidante con los polifenoles, así como la inhibición de oxidación de lípidos en pescados ha sido determinada en aceite, emulsión de aceite y agua, en especies grasas de pescado. Al respecto Cruz (2011) realizó un estudio donde evaluó la capacidad antioxidante de la Quercetina, la inhibición de la oxidación en músculo de pescado, alcanzando una máxima protección en los primeros 3 meses de almacenamiento. Esto se debió a la acción protectora de los polifenoles frente al deterioro oxidativo, así como su actividad quelante de metales de transición. Esto comprueba que el conjunto de polifenoles presenta un potencial antioxidante alto frente al deterioro oxidativo de los ácidos grasos insaturados. (p.16)

3.9 Pardeamiento enzimático

Podemos definir como pardeamiento enzimático la reacción de oxidación en la que interviene el oxígeno y la enzima que se puede encontrar prácticamente en la mayoría de las frutas y vegetales causando un cambio de coloración oscuro en las superficies expuestas con corte mecánico a consecuencia de la enzima polifenol oxidasa. Por su parte Gimferrer (2009) comenta que, como pardeamiento enzimático, a la alteración que se manifiesta con la formación de colores oscuros y la pérdida de sabor, pérdida del contenido nutricional de las frutas y vegetales, por este motivo, se convierte en un problema para productos como frutas y hortalizas, ya que produce alteraciones en el color que reducen su valor comercial o lo hacen inaceptable para el consumidor. (p.1)

3.10 Enzimas

Las enzimas son especialistas en catalizar reacciones de óxido-reducción y controlan todas las reacciones químicas de nuestro cuerpo, “Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores,” (Novozymes, 2020, p.1). Por su parte Coto (2022) menciona “Las enzimas son grandes proteínas que aceleran las reacciones químicas. En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan mediante una o más cadenas polipeptídicas” (p.145)

3.11 Antioxidantes

La utilización de antioxidantes permite una estabilidad a los productos alimenticios Echeverria (2020) afirma que:

Los antioxidantes son sustancias utilizadas en la conservación de los alimentos, provocando el retardo de la deterioración, rancidez y descoloración que resultan de la auto oxidación, contienen por lo menos un hidroxilo, que puede ser de origen sintético o Natural. (p.1)

3.11.1 Clasificación de los antioxidantes

Por su mecanismo de actuación se pueden considerar dos tipos principales de antioxidantes: antioxidantes primarios, son aquellos que rompen la reacción en cadena de la oxidación mediante la donación de hidrógeno y la generación de radicales más estables y los antioxidantes secundarios, son aquellos que retardan la oxidación mediante otros mecanismos, tales como la quelación de metales, la regeneración de antioxidantes primarios, la descomposición de hidroperóxidos y la eliminación de oxígeno. Describe ((BTSA 2022, p.4).

Según Gimferrer (2009) comenta que. “El mecanismo antioxidante de los flavonoides es el resultado de la combinación de sus propiedades quelantes de metales de transición y secuestradoras de radicales libres, inhibición de oxidasas y acción sobre otras enzimas” (p.1).

3.12 Extracción

Hay dos métodos de extracción los convencionales y los no convencionales (Ramírez 2020) comenta:

la extracción es la técnica empleada para separar un producto orgánico de una mezcla de reacción o para aislarlo de sus fuentes naturales. Puede definirse como la separación de un componente de una mezcla por medio de un disolvente, así mismo menciona que la selección del método de extracción de los compuestos fenólicos desempeña un papel muy importante debido al compromiso con el medio ambiente, en el cual se busca implementar la química verde con fines de minimizar el impacto ambiental y estas técnicas de extracción de flavonoides se dividen en métodos convencionales y métodos avanzados. (p.39-40)

3.12.1 Método de Maceración

Concepto definición (2021) afirma que:

El proceso de maceración no es más que un proceso de extracción entre materias de diferentes estados físicos de solido-liquido, en el cual los compuestos químicos de interés se encuentran en la materia sólido, ya que estos poseen solubilidad; se usa un líquido que permita su extracción. (p.1)

3.12.2 Afinidad con el solvente

La semejanza de los solventes con la muestra en investigación ocupa un lugar importante en la extracción ya que el método debe establecer una relación entre el solvente para obtener resultados satisfactorios, el investigador Ramírez (2020) afirma:

la afinidad del solvente es uno de los factores más relevantes del proceso de extracción ya que, además de que el solvente tenga afinidad con la muestra a extraer, también debe tenerla con el método de extracción de manera que establece una relación directa entre el solvente y el método a seleccionar, cabe destacar la polaridad puede variar dependiendo del tipo de flavonoide presente, llegando a encontrar flavonoides más polares que otros. (p.46-49).

De acuerdo con Gioffre (2020) afirma que. “La polaridad requerida del solvente depende del tipo de flavonoide, la Quercetina es un flavonoide con características polar, para fracciones de flavonoides polares el solvente puede ser etanol, metanol, o una mezcla de etanol y agua” (p.1).

3.13 Utilización del método para la extracción de flavonoides

Durante muchos años se han realizado investigaciones con respecto al uso de antioxidantes naturales, extraídos de residuos de materias primas, el investigador Flores et al, (2017) afirma que: utilizó el método de maceración para optimizar las condiciones de extracción de antioxidantes “a partir del orégano mexicano (*Lippia graveolens* HBK). La extracción fue hecha por maceración agitada usando mezclas hidroetánolicas como solvente, donde desarrollo un estudio utilizando diferentes métodos de extracción de flavonoides entre esta maceración, extracción de antioxidantes de las bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. sub peruviana) con ultrasonido, microondas, enzimas y maceración para la obtención de zumos funcionales. (p.1)

Los investigadores Diaz y Heyzen (2006) realizaron un estudio con respecto al efecto de diferentes métodos de extracción (soxhlet, maceración, percolación, decocción y tisana) y la influencia del pH del medio de extracción en el perfil de flavonoides que se obtienen variaciones en el perfil de flavonoides y en la cantidad de Quercetina libre en diferentes extractos de *Achyrocline satureoides*” (p.1).

En esa misma línea (Martínez, 2016) “Realizo un estudio, el cual, evidenció que estos pueden inhibir el pardeamiento enzimático de la manzana mínimamente procesada, efecto reflejado en cambios de color y luminosidad, inferiores a los registrados cuando el producto se almacenaba sin adición del extracto” (p.55).

3.14 Reacción oxidativa de papa de la variedad criolla

Los investigadores del ministerio de ciencia e innovación (2021) describen que.

Las patatas adquieren ese tono pardo al pelarlas o cortarlas porque cuando se rompen sus tejidos se libera una enzima llamada polifenol oxidasa (PFO) que tiene la capacidad de oxidar a los polifenoles y desencadenar una serie de reacciones que acaban dando compuestos oscuros (melanoidinas). (p.1)

3.15 Reacción oxidativa del aguacate de la variedad Hass

El aguacate de la variedad Hass al retirar la cáscara se torna de color marrón de manera inmediata, esto sucede por la reacción del oxígeno con la enzima polifenol oxidasa que este contiene. Según (Frutas y hortalizas orgánicas de Michoacán [FRHOMIMEX], 2021) “La variedad Hass contienen una gran cantidad de una enzima, bautizada como polifenol oxidasa, este se torna de un color más oscuro, esto se debe a la oxidación, que no es más que la exposición al oxígeno del medio ambiente” (p.1).

IV MATERIALES Y MÉTODOS

En este espacio se realizó las diferentes actividades y procedimientos para la determinación de los parámetros requeridos que permita comprobar la efectividad del antioxidante Quercetina de las dos variedades de cáscara de naranja dulce en papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass usando los diferentes equipos del laboratorio tales, pesa analítica, agitadores de magneto, Horno electrónico, centrifuga, termómetro, refractómetro, venier y pH metro digital.

4.1 Ubicación del estudio

Este estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 y ½ carretera norte, del departamento de Managua. La caracterización de la naranja se realizó en el laboratorio de fisiología vegetal. La extracción de la Quercetina fue realizada en el laboratorio de química y la evaluación de efectividad del antioxidante fue realizada en el laboratorio de fisiología vegetal. Se recolecto las variedades de naranjas dulces de la finca frutales de San Juan del municipio de San Carlos para el desarrollo de la investigación.

Para la realización de los análisis físico químicos se utilizó un total de 60 naranjas, en el cual se usaron 30 muestras de naranjas de cada variedad del estudio, se distribuyeron por tres semanas, usando 10 muestras de naranja por cada variedad, haciendo un total de 20 muestras por cada semana.

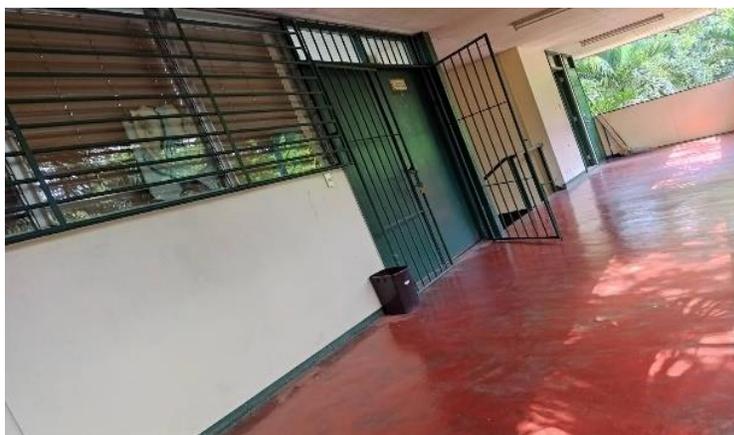


Figura 1. Laboratorio de fisiología vegetal, Universidad Nacional Agraria, 2022

Fuente propia

4.2 Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo mixto es decir cuantitativa y cualitativa, ya que evaluó las diferentes variables como tiempo, concentración, variedad, para el proceso de elaboración del antioxidante natural a base de la cáscara de la naranja dulce, con el objetivo de encontrar y establecer un análisis conciso de la efectividad del flavonoide en inhibir la oxidación enzimática en el aguacate de la variedad Hass y de la papa de la variedad Criolla. Esta investigación es de carácter experimental.

4.3 Diseño metodológico

Este estudio se realizó para comprobar la efectividad del antioxidante Quercetina de las dos variedades de cáscara de naranja dulce y comparar la efectividad en relación al ácido ascórbico y al agua potable, que permita inhibir temporalmente la oxidación de la papa de la variedad criolla y el aguacate de la variedad Hass. Estos analizados a través de ensayos de laboratorio. Esta investigación es de carácter experimental.

4.4 Caracterización de las propiedades fisicoquímicas de las naranjas del estudio

Para la caracterización de la Naranja del estudio se utilizó los parámetros de la tabla número uno, obtenidos de la norma (CODEX STAN 245-2004) e información recolectada de los investigadores Vázquez et al, (2005), que describen los datos teóricos de calidad de la naranja Navel piña y la naranja valencia san carleña, con la principal función de tener un conocimiento previo de los pesos y longitud, diámetro, grados brix, pH, materia seca, humedad, de la fruta del estudio para su respectivo procesamiento.

Cuadro 1. Peso, longitud y diámetro, de las variedades de naranja del estudio

Datos según la norma (CODEX STAN 245-2004)				
Numero de muestra	Peso teórico en bruto	Peso teórico de la cáscara	Longitud cm	Diámetro mm
1	362 gramos a 214 gramos	La cáscara representa aproximadamente del 45 al 60% del peso de la fruta	6,8 a 7,2 cm	53 mm a 110 mm

Fuente (CODEX STAN 245-2004)

4.5 Determinación del peso, longitud y diámetro de las naranjas del estudio

Para la realización del análisis de obtención de las medidas de longitud y diámetro se utilizó 10 unidades de muestras de las naranjas de la variedad Navel piña y 10 unidades de muestras de la naranja de la variedad Valencia san carleña.

Cuadro 2. Materiales utilizados para la caracterización de la materia prima

Para este análisis se utilizó los siguientes equipos y materiales	
Materiales	Cantidad
cuchillo	2 ud
tabla de cortar	2 ud
pana mediana	2 ud
bandeja	2 ud
agua destilada	1 L
rollo de papel toalla	1 ud
Pie de Rey	1 ud
pesa analítica	1 ud

Fuente propia.

4.5.1 Procedimiento para medir las dimensiones del fruto



Figura 2. Medición de la longitud y el diámetro de la naranja del estudio

Fuente propia

Para iniciar se realizó lavado y desinfección de las naranjas, en segundo lugar, se realizó el secado con papel toalla, posterior se midió las dimensiones de la naranja, longitud y el diámetro, para la toma de datos se utilizó un vernier. Se tomo el peso de cada una de las naranjas enteras usando una balanza analítica, seguidamente se cortó la cáscara de las naranjas y se tomó el peso de cada una de las muestras por separado.

4.6 Análisis físico químico de determinación de solidos solubles (°Brix)

Para el análisis de solidos solubles, se utilizó 10 unidades de muestras de las naranjas de la variedad Navel piña y 10 unidades de muestras de la naranja para la variedad Valencia san carleña.

El análisis de los °brix es fundamental, según (Chávez 1965) “Los °brix son uno de los factores más importantes en cuanto al sabor de las naranjas, este permite medir la cantidad de solidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa” (p.2). En este estudio estos se determinaron a través de un refractómetro análogo RHB-32 ATC con una temperatura integrada de 20°C. Es importante destacar que los °brix influye en el contenido de la Quercetina debido a que la “glicosilación de los flavonoides permite que estos sean menos reactivos y más solubles en agua” (Cartaya, 2001, p.6)

Para la caracterización del análisis de los °brix se tomó en cuenta los parámetros de determinaciones cuantitativas en naranja mediante tecnologías NIRS que significa Reflectancia del Infrarrojo Cercano (2013) donde describe que los °brix de la variedad Navel se encuentra en el rango de 12.5, los °brix de las naranjas Valencia san carleña se encuentra en el rango de 11, con el propósito de tener fundamentos para su procesamiento en la obtención del antioxidante.

Cuadro 3. Materiales utilizados para el análisis de grados Brix

Para este método se utilizó los siguientes materiales	
Equipos y cristalería	Cantidad
cuchillo	2 ud
tabla de cortar	2 ud
agua destilada	1lt
rollo de papel tolla	1 ud
Beaker de 250ml	2 ud
pipetas Pasteur	2 ud
pera de succión	1ud
refractómetro	1 ud
jabón líquido neutro	1L

Fuente propia.

4.6.1 Etapas del proceso para el análisis de sólidos solubles

- 1 La naranja se cortó en dos partes y se extrajo el jugo de cada una, posterior se depositó el jugo en un beaker de 50 ml.
- 2 Se tomó una muestra del jugo con la pipeta Pasteur y se depositó en forma de gota en el prisma del refractómetro.
- 3 Se cubrió el prisma con la tapa con cuidado, la muestra se distribuyó sobre la superficie del prisma.
- 4 Se midió a través del ocular, se ajustó la sombra en el punto medio de la cruz para leer la escala numerada superior, el índice de refracción, el valor se anotó en grados brix.
- 5 Se orientó el aparato hacia una fuente de luz, se miró con un ojo a través del campo visual.
- 6 La lectura siempre se acompañó de acuerdo a la temperatura a la que se realizó la medición al finalizar la lectura, se abrió la tapa y se limpió la superficie del prisma con agua destilada y papel toalla.
- 7 Se repitió el proceso con cada una de las muestras.

4.7 Determinación de pH en las naranjas de estudio

El análisis de pH es importante ya que mide cuantitativamente el nivel de acidez. Se utilizó un pH-metro digital de la marca extech 100 pH meter calibrándose antes de cada determinación, para esto se sometió a tres concentraciones de pH según las recomendaciones de calibración adecuado a la marca del dispositivo. Para cada repetición se enjuagó bien el electrodo con agua destilada. Para el análisis de pH, se utilizó 10 unidades de muestras de naranjas de la variedad Navel piña y 10 unidades de muestras de naranjas de la variedad Valencia san carleña.

Cuadro 4. Materiales utilizados para el análisis de pH

Para este método se utilizó los siguientes materiales de laboratorio	
Materiales	Cantidad
cuchillo	2 ud
tabla de cortar	2 ud
pana mediana	2 ud
rollo de papel toalla	2 ud
agua destilada	1 L
rollo de makentape	1 ud
marcador	1 ud
beaker de 100 ml	2 ud
pH-metro 100 meter	1 ud
jabón líquido neutro	1 L

Fuente propia.

4.7.1 Etapas para el análisis de pH

Este análisis se realizará por triplicado.

- 1 Para evitar errores en la medición del pH, se limpió la punta del electrodo con agua destilada.
- 2 Las naranjas se cortaron en dos partes y se extrajo el jugo, el jugo de las naranjas de la variedad Navel piña se depositó en un Beaker de 100 ml.
- 3 Se tomó la muestra del jugo y se colocó en el pH metro
- 4 Se anotó el valor de pH obtenido.
- 5 Se repitió el proceso con la variedad Valencia san carleña.



Figura 3. Medicion del análisis del pH en el jugo de la naranja

Fuente propia

4.8 Determinación de materia seca en la cáscara y pulpa de las naranjas del estudio

El análisis de materia seca se realizó en la cáscara de cada una de las dos variedades de naranja en estudio. Para el análisis de materia seca, se utilizó 10 unidades de muestras de las naranjas de la variedad Navel piña y 10 unidades de muestras de la naranja para la variedad Valencia San carleña.

Cuadro 5. Materiales utilizados para el análisis de materia seca en la cáscara

Para este método se utilizaron los siguientes materiales	
Materiales	Cantidad
cuchillo	2 ud
tabla de cortar	2 ud
bandeja	2 ud
pana mediana	2 ud
rollo de papel toalla	1ud
rollo de papel aluminio	1 ud
rollo de markentape	1 ud
marcador	1 ud
pesa electronic kitchen	1 ud
deshidratador industrial	1 ud
model lab 10 ovel	
jabón líquido neutro	1 L

Fuente propia.

4.8.1 Etapas para el análisis de materia seca

1. Se cortó el fruto de la naranja en dos partes, se retiró la semilla, se troceó por cada naranja muestras del abelo con pulpa en forma de rodajas pequeños.
2. Se pesó 20 g de pulpa con abelo por cada naranja y 20 g de cáscara por cada naranja, se obtuvo en total 200 g de cáscara y 200 g de abelo con pulpa.
3. Se depositó las muestras en las bandejas y se colocó en el deshidratador.
4. Se utilizó un tiempo de 15 horas para la deshidratación a una temperatura de 65°C, pasado esto, se tomó el peso de las muestras deshidratadas y se realizó el cálculo de humedad y materia seca, con las siguientes fórmulas.
5. Determinación del porcentaje de humedad en la pulpa de la naranja variedad Navel piña

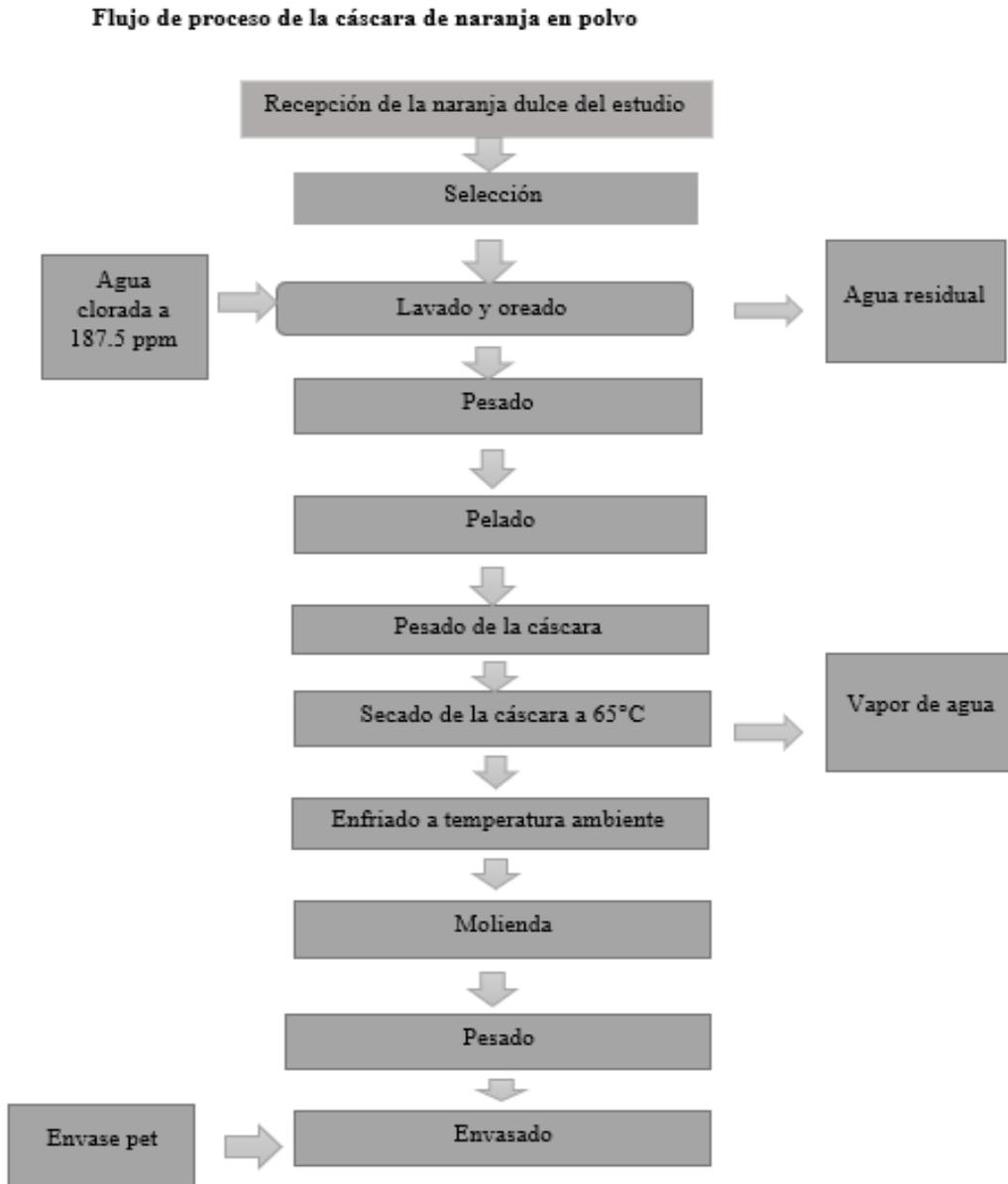
$$\% \text{ de humedad} = (M1-M2) \times 100 / M1$$

M1= Peso del crisol más muestra húmeda

M2= peso del crisol más muestra seca

6. Para determinar el porcentaje de materia seca es necesario aplicar la siguiente formula

MS: $100 - \% \text{ Humedad}$.



Fuente: Pérez Nájera V. C et al

Figura 4. Diagrama de obtención de la cáscara de naranja en polvo.

4.9 Extracción del flavonoide Quercetina en la cáscara de la naranja del estudio

El siguiente análisis, se realizó con cada una de las muestras recolectadas de los tres procesos de la caracterización de la materia prima, se utilizó 30 g de cáscara de naranja seca por cada variedad y se extrajo la Quercetina, para iniciar el proceso de extracción se realizó una reducción de tamaño (molienda) de las cáscaras secas con la ayuda de un molino manual.



Figura 5. Muestras secas de cáscara de las dos variedades del estudio

Fuente propia

Según (Universidad Politécnica de Chiapas, Velázquez, 2020) describe que la molienda es una operación unitaria que reduce el volumen promedio de las partículas de una muestra sólidas, es importante, ya que logra una distribución de tamaño de partícula apta para operación y procesos posteriores (p.2). Para aumentar el rendimiento de la extracción es necesario aumentar el área de contacto del soluto con el solvente, por consiguiente, la muestra debe ser sometida a un proceso de molienda en el cual se disminuirá el tamaño de partícula.

Cuadro 6. Materiales utilizados para la molienda de las cáscaras de naranja

Para este método se utilizaron los siguientes materiales de laboratorio	
Equipos y cristalería	Cantidad
molino manual	1 ud
balanza	1 ud
mesa de acero inoxidable	1 ud
bandeja	1 ud
pana mediana	6 ud
bolsa de aluminio	6 ud
jabón neutro líquido	1 L

Fuente propia.

4.9.1 Etapas de la molienda

1. Se introdujo en el molino los gramos de cáscara de naranja pesados.
2. Para la obtención de los gramos de naranja en polvo, se dio vuelta a la manecilla constantemente.
3. Se tomó el peso de la cáscara y se introdujo los gramos en polvo en una bolsa de aluminio.

4.9.2 Etapas del proceso de extracción por el método maceración

1. Se tomó el peso 30 g de cada muestra de cáscara de naranja molida y se midió 400 ml de solución acuosa de etanol (50 % v/v) seguidamente se midió cero puntos dos ml de HCl al 5 %.
2. Se agitó con magneto usando un Erlenmeyer durante una hora a temperatura ambiente.
3. Se fraccionó la alícuota de 400 ml en ocho partes (ocho tubos de 50 ml) por muestra.
4. Se centrifugó durante 15 minutos a 400 rpm. (El centrifugado por cada muestra debe dividirse en dos partes para mantener el equilibrio en la maquinaria, es decir centrifugar de cuatro en cuatro tubos).
5. Se realizó un segundo centrifugado a los 400 ml de muestras ya centrifugadas para potenciar el secado posterior.

6. El extracto obtenido se evaporó con calentamiento no superior a 50°C para evitar la desnaturalización de la enzima, este proceso fue realizado utilizando un horno industrial.
7. Se realizó una segunda molienda a cada muestra con un mortero para reducir el tamaño de la muestra en partículas finas.



Figura 6. Extracción de la Quercetina, fase de centrifugado

Fuente propia



Figura 7. Muestra centrifugada de la variedad Valencia san carleña

Fuente propia

Definiciones importantes

De acuerdo con investigadores de FRUMEN (2022) describieron que “el proceso de maceración consiste en la extracción de los compuestos químicos de un producto en estado sólido al sumergirlo en líquido durante un periodo de tiempo determinado” (p.1).

De acuerdo con investigadores de KALSTAIN (2022) describieron que “la centrifugación es una técnica de separación que se utiliza para aislar o concentrar partículas suspendidas en un líquido aprovechando la diferente velocidad de desplazamiento según su forma, tamaño o peso al ser sometidas a una fuerza centrífuga” (p.1).

Cuadro 7. Materiales utilizados en la extracción del flavonoide Quercetina

Para este método se utilizaron los siguientes materiales de laboratorio	
Equipo y cristalería	Cantidad
erlenmeyer de 500ml	6 ud
beaker de 400ml	6 ud
pipetas de 50ml volumétricas	6 ud
pera de succión	1 ud
probeta de 100ml	1 ud
probeta de 500ml	1 ud
balón volumétrico de 1L	1 ud
balón volumétrico de 100ml	1 ud
tubo falcón de 50ml	8 ud
espátula	1 ud
rollo de papel toalla	1 ud
marcador permanente	1 ud
lápiz de grafito	1 ud
cuaderno de anotaciones	1 ud
markentape	1 ud
pesa analítica	1 ud
agitador de magneto	2 ud
maquina centrifuga	1 ud
horno industrial	1 ud
jabón neutro liquido	1 ud
taza de plástico de cuatro onzas	6 ud

Fuente propia.

Reactivos utilizados

1. 2400 ml de etanol al 50%
2. Cero puntos dos ml de ácido HCl al 5% por cada 400ml de etanol al 50%, sumando un total de uno punto dos ml en total

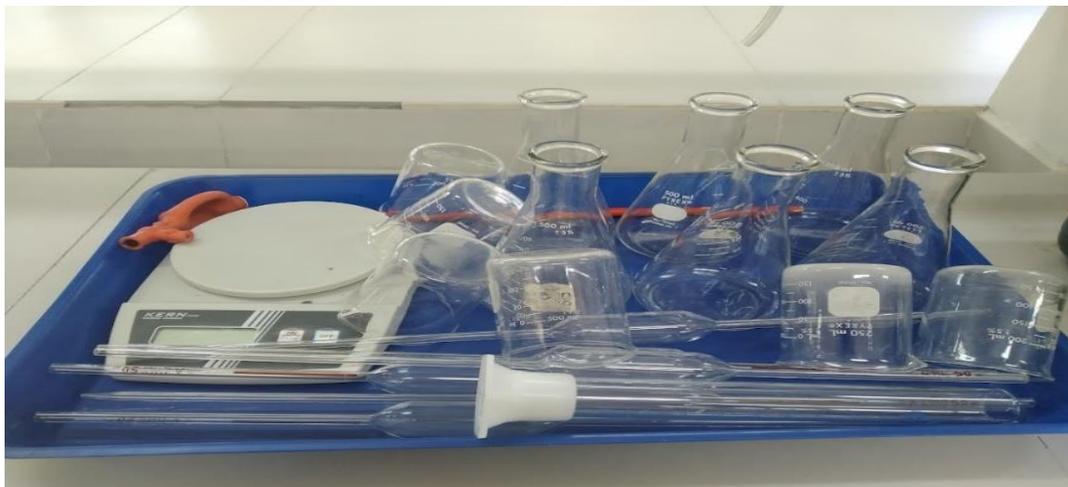
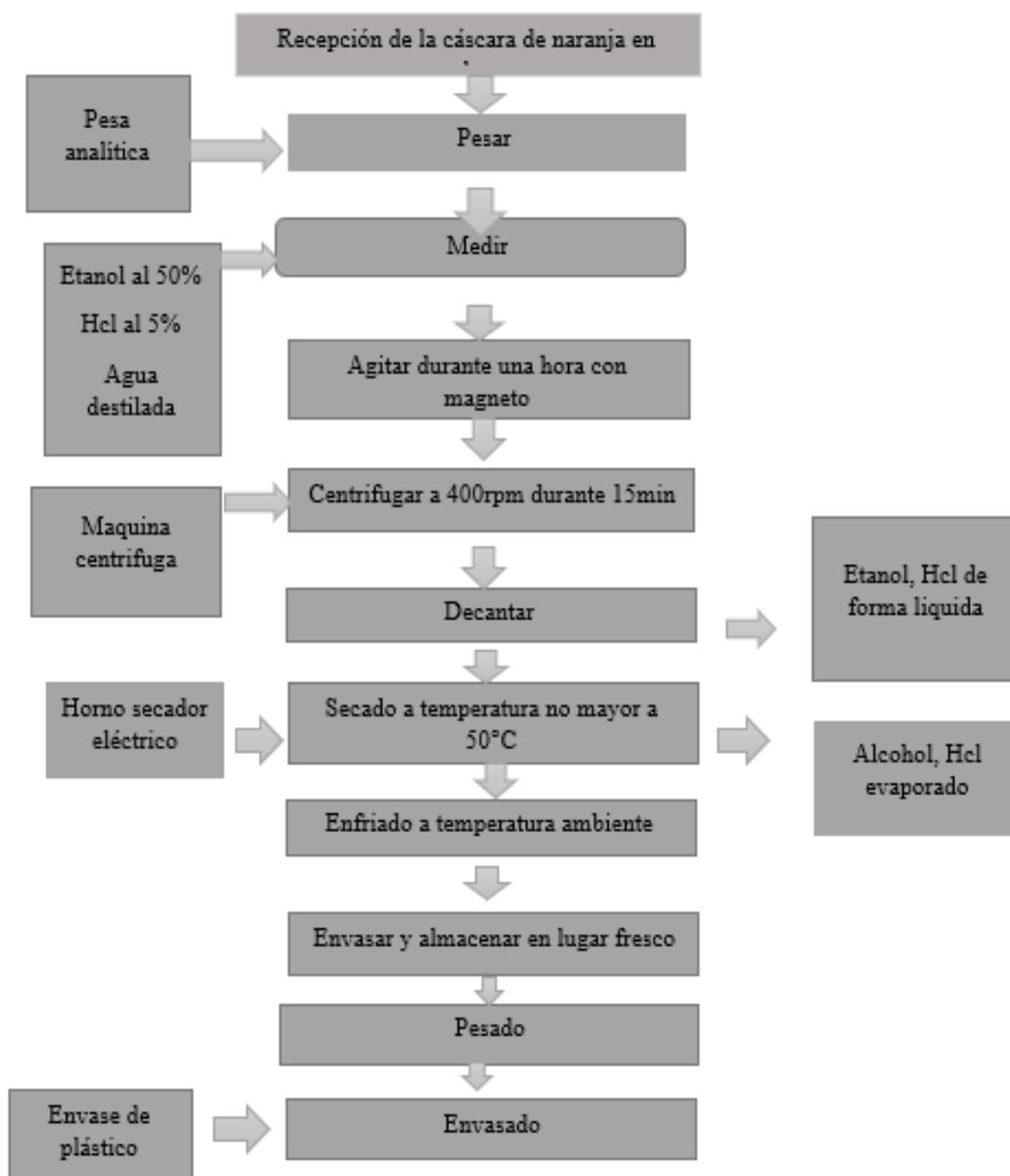


Figura 8. Cristalería y equipos utilizados para la extracción de la Quercetina

Fuente propia

Proceso de extracción del antioxidante Quercetina



Fuente propia.

Figura 9. Diagrama del proceso de extracción del flavonoide Quercetina

4.10 Evaluación del antioxidante extraído en papa criolla y aguacate Hass

Para la realización de las formulaciones del presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta estudios realizados según INTA (2020) describe que para cada litro de agua se utiliza de uno punto cinco a dos gramos de ácido ascórbico. (p.2), las muestras de papa de la variedad criolla y las muestras del aguacate de la variedad Hass se sometieron a un proceso de inmersión en agua con el antioxidante extraído, se evaluó el efecto inhibitor del antioxidante con la exposición de las muestras fuera de la concentración de agua y antioxidante. En este estudio, se evaluó en papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass que son muy vulnerables al pardeamiento enzimático al ser cortadas o ser reducidas de tamaño, debido a la enzima polifenol oxidasa que poseen.

Se utilizó una muestra testigo comercial (ácido ascórbico) y una muestra testigo al que no se le aplique ningún tratamiento, siendo este el agua sin ningún antioxidante.

4.10.1 Etapas del proceso de la evaluación en la papa de la variedad criolla

1. Se seleccionó las papas de la variedad criolla en buen estado para su procesamiento y se eliminó aquellos frutos dañados.
2. Se lavó y se desinfectó las frutas, en la desinfección se utilizó 15 mililitros de cloro comercial por cada cuatro litros de agua., con una concentración de 187.5 ppm. El alimento estuvo en contacto con la solución por 10 min.
3. Se corto las papas de la variedad criolla en forma de rectángulo con una medida de dos cm de longitud, dos cm de diámetro.
4. Se realizó un segundo lavado para eliminar el exceso de almidón de la papa criolla que se desprende durante el corte.
5. Se sometido a un proceso de inmersión con el tratamiento antipardeante, durante 10 min.

Cuadro 8. Material utilizado en la evaluación del antioxidante en papa de la variedad Criolla

Materiales y equipos	Cantidad
tabla para cortar	2 ud
cuchillo	2 ud
pana mediana	2 ud
rollo de papel toalla	1 ud
balanza	1 ud
ácido ascórbico	1 g

Fuete propio.

4.11 Etapas de la evaluación del antioxidante en el aguacate de la variedad Hass

1. Se seleccionó el aguacate en buen estado, se eliminó el material sobre madurado, defectuoso, dañado
2. Se lavó y desinfecto la fruta para la desinfección se utilizó 15 mililitros de cloro comercial por cada cuatro litros de agua, con una concentración de 187.5 ppm. El alimento estuvo en contacto con la solución por 10 minutos
3. Se peso el aguacate de la variedad Hass
4. Se troceo y se tomó una medida para cada muestra de aguacate de la variedad Hass en forma de rectángulo con dimensión de dos centímetros de longitud y dos centímetros de diámetro
5. Las muestras se sometieron a un proceso de inmersión durante 10 min en una solución de agua con el antioxidante extraído

Cuadro 9. Material utilizado en la evaluación del antioxidante en aguacate de la variedad Hass

Materiales y equipos	Cantidad
tabla para cortar	2 ud
cuchillo	2 ud
pana mediana	2 ud
rollo de papel toalla	1 ud
balanza	1 ud
ácido ascórbico	1 ud

Fuente propia.

En el siguiente cuadro se visualizó el planteamiento de los tratamientos para la evaluación de la oxidación en las frutas del estudio

Cuadro 10. Planteamiento del antioxidante de la naranja de la variedad Valencia san carleña

Antioxidante de la Cáscara de naranja de la Variedad Valencia san carleña		Antioxidante comercial		Testigo sin antioxidante	
MP	MA	TAA1 en MP	TAA1 en MA	TAP2 En MP	TAP2 en MA
t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión
T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	Testigo 2 Inmersión en AP con MP	Testigo 2 Inmersión en AP con MA
T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb		
T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb		

Tratamiento del antioxidante extraído de la variedad Valencia san carleña. Significado de las siglas: T1 tratamiento uno, MP muestra de papa, MA muestra de aguacate, t: tiempo, T1AA: testigo uno ácido ascórbico, T2AP2 testigo dos, agua potable, AP agua potable. Fuente elaboración propia

En el siguiente cuadro se visualizó el planteamiento de los tratamientos para la evaluación de la oxidación en las frutas del estudio

Cuadro 11. Planteamiento del antioxidante de la naranja de la variedad Navel piña

Antioxidante de la Cáscara de naranja de la Variedad Navel piña		Antioxidante comercial		Testigo sin antioxidante	
.MP	MA	TAA1	TAA1	TAP2	TAP2
		en MP	en MA	En MP	en MA
t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión	t 10 min en inmersión
T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	T1 = (1.5 g) /L AP /1 lb	Testigo 2 Inmersión en AP con MP	Testigo 2 Inmersión en AP con MA
T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb	T2 = (1.7 g) / L AP/1 lb		
T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb	T3= (2 g) / L AP / 1 lb		

Tratamiento del antioxidante extraído de la variedad Navel Piña, Significado de las siglas: T1 tratamiento uno, MP muestra de papa, MA muestra de aguacate, t: tiempo, T1AA: testigo uno ácido ascórbico, T2AP2 testigo dos, agua potable, AP agua potable. Fuente elaboración propia

4.12 Recolección de datos

Como parte del diseño metodológico se determinó el método de recolección de datos y tipos de técnicas que se utilizaron tomando en cuenta el objetivo y variable. Para la realización del proceso de búsqueda bibliográfica se utilizó tres tipos de fuentes primaria, secundaria, terciaria, siendo estas fuentes de información en revistas basadas en la evidencia de estudios realizados, se utilizó libros de texto digital, compendios de normas nicaragüenses e internacionales. Las bases de datos utilizadas fueron SCIELO con 12 resultados, GOOGLE académico 13,900 resultados de información, base de datos del CENIDA UNA EBCOhost 223,111 resultados de búsqueda sencilla, 866,934 resultados búsqueda de avanzada, La estrategia de búsqueda con ayuda de las palabras claves y lo operadores Boléanos.

4.13 Diseño experimental

Se utilizó un modelo de diseño unifactorial de efectos fijos basado en el modelo estadístico de análisis de la varianza de un factor o una vía. Esta técnica estadística, análisis de la varianza de un factor, se utiliza cuando se tienen que comparar más de dos grupos y la variable respuesta es una variable numérica. Se utilizó un modelo de Diseño unifactorial de efectos fijos con cuatro tratamientos y tres repeticiones por cada uno, donde se evaluó el efecto antioxidante de dos variedades de cáscara de naranja dulce, evaluada en la papa de la variedad criolla y en el aguacate de la variedad Hass, así mismo se utilizó como tratamiento testigo ácido ascórbico tomado en cuenta como testigo número uno y el agua sin antioxidante comercial como testigo número dos. Se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \mu_{ij}, \quad i=1, \dots, I; \quad j= 1, \dots, n_i$$

donde:

y_{ij} : es la variable aleatoria que representa la observación j -ésima del i -ésimo tratamiento (Variable respuesta).

μ : Es un efecto constante, común a todos los niveles del factor, denominado media global.

τ_i : es la parte de y_{ij} y debida a la acción del nivel i -ésimo, que será común a todos los elementos sometidos a ese nivel del factor, llamado efecto del tratamiento i -ésimo.

μ_{ij} : son variables aleatorias que engloban un conjunto de factores, cada uno de los cuales influye en la respuesta sólo en pequeña magnitud pero que de forma conjunta debe tenerse en cuenta. Es decir, se pueden interpretar como las variaciones causadas por todos los factores no analizados y que dentro del mismo tratamiento variarán de unos elementos a otros. Reciben el nombre de perturbaciones o error experimental. Las variables de estudio fueron, el tiempo como variable independiente y los tratamientos como variable dependiente.

En los cuadros número 10 y 11, se observó el diseño de los tratamientos y los testigos en función del tiempo, utilizados para la evaluación de los antioxidantes de las cáscaras de las naranjas de las dos variedades, estas evaluadas en papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass.

Representando como variedad uno (V1) la variedad Navel piña y variedad dos (V2) la variedad Valencia san carleña, en cuanto a los tratamientos, estos se representaron con la letra (T) llevando al lado una numeración del uno al tres, que simboliza las diferentes concentraciones aplicadas de

acuerdo al número de semana de recolección de la muestra influyendo desde recién cosechada, una semana después de la cosecha y dos semanas después de la cosecha.

Se represento la muestra de papa con las letras (MP), cada una, llevando una numeración del uno al tres (MP1, MP2, MP3) simbolizando el número de muestra y el tratamiento aplicado. Por otra parte, se representó la muestra de aguacate por la simbología (MA) teniendo de la misma manera la numeración que representa el número muestra y el tratamiento aplicado

En el cuadro 11 se observa los testigos utilizados para la evaluación, representando como testigo uno el Acido Ascórbico (T1AA) utilizado en la papa de la variedad criolla y el aguacate de la variedad Hass con las mismas concentraciones de los antioxidantes de las cáscara de naranja para realizar una comparación y validar el efecto inhibitor parcial de los antioxidantes en estudio, así mismo se utilizó un testigo dos representado por el agua potable (T2AP) para comparar el efecto inhibitor de los antioxidantes y la comparación al no usar antioxidantes para evitar la oxidación de los alimentos.

Cuadro 12. Representación de los tratamientos de las variedades del estudio

Variedades	Tratamientos					
	T1 (1.5g/ L) / t		T2(1.7g/ L) / t		T3(2g7L) /t	
V1	MP1	MA1	MP2	MA2	MP3	MA3
V2	MP1	MA1	MP2	MA2	MP3	MA3

Significado de las siglas, V1 variedad Navel piña, V2 variedad Valencia san carleña

T1 tratamiento uno, MP muestra de papa, MA muestra de aguacate, t tiempo. Fuente propia.

Cuadro 13. Representación de los testigos para la validación de los antioxidantes

Testigo 1						Testigo 2
T1AA (1.5g/L) /t		T1AA (1.7g/L) /t		T1AA (2g/L) /t		T2AP
MP1	MA1	MP2	MA2	MP3	MA3	MP
MP1	MA1	MP2	MA2	MP3	MA3	MA

Significado de las siglas, t tiempo, T1AA testigo uno ácido ascórbico

T2AP testigo dos, agua potable. Fuente propia.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Descripción de los valores del peso de la naranja

En el cuadro 14, se observó la media aritmética de la variable peso en bruto de las dos variedades de naranja del estudio, tomando en cuenta la recolección del peso para las muestras desde recién cosechada, una semana después de la cosecha y dos semanas después de la cosecha. Las siglas (VVS) simboliza a la naranja Valencia san carleña y las siglas (VNP) representa a la naranja Navel piña.

En el resultado de la semana uno, se observó que la naranja Valencia san carleña (VVS) tuvo un peso mayor en relación a la naranja de la variedad Navel piña (VNP), en la semana dos se observa que la naranja de la variedad Valencia san carleña va disminuyendo su peso en relación a la naranja de la variedad Navel piña, esta aumento su peso, en la semana tres se observó que la naranja de la variedad Valencia san carleña sigue disminuyendo su peso y la naranja de la variedad Navel piña sigue aumentado.

La naranja Valencia san carleña disminuye su peso en bruto debido a la humedad relativa en la que se encontraba. *Presentado en la figura 12 materia seca y humedad relativa de las variedades de naranja del estudio, (p.38).*, ya que, es la primera fase de degradación de la fruta. Este fenómeno, también llamado transpiración o pérdida de peso de la fruta, es el responsable de la pérdida de firmeza, en consecuencia, afecta a la calidad de la fruta, disminuyendo su apariencia, describe (Álvarez, 2019, p.9-10). *Presentado en el cuadro 14 peso de las variedades del estudio (p.33).*

Por otra parte, el investigador del (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2022), describen que la humedad relativa es otro parámetro muy importante para conservar frutas y hortalizas. En caso de los cítricos, la humedad debe ser elevada (90-95%) sin llegar a condensar, ya que la condensación de agua en la superficie de los frutos puede favorecer el desarrollo de podredumbres. Para obtener estos niveles, se debe humidificar el ambiente de las cámaras, ya que si no se aplica agua durante la conservación será la fruta quien aporte la humedad al aire. Cuando esto último sucede, la fruta pierde peso y pierde firmeza. (p.3) De acuerdo con los investigadores de naranjas amparo (2023) la naranja Navel tiene la característica de ser un hesperidio de cuerpo carnosos, con la pulpa compuesta por gajos repletos de jugo y cuenta con una piel endurecida y gruesa tiene un 90 % de agua. (p.1). De acuerdo con sheca (2022) describe que el porcentaje de agua de la naranja de la variedad Valencia es de 88 % (p.10)

En el caso de la naranja Navel piña, esto pudo ser influido por la temperatura de almacenamiento, la variedad de la naranja y el porcentaje de agua, por otra parte, por la utilización de diferentes tamaños de la naranja, creando así un cambio inesperado en los pesos.

Teniendo como resultado también que la naranja Valencia san carleña tiene un mayor peso en bruto que la naranja Navel piña, así mismo estas se encuentran dentro de lo aceptable entre (362 gramos a 214 gramos) según el (CODEX STAN 245-2004).

Cuadro 14. Peso de las variedades evaluadas

Variedad	Media ± DE
VVS1	306.50 ± 34.81
VVS2	285.00 ± 69.80
VVS3	243.50 ± 38.01
VNP1	257.00 ± 20.44
VNP2	264.50 ± 19.78
VNP3	281.00 ± 23.66

5.2 Descripción de los valores del peso de las cáscaras de las variedades de naranja

En el cuadro 15 se observa la media aritmética de la variable peso de la cáscara húmeda de las dos variedades de naranja del estudio, tomando en cuenta la recolección del peso para las muestras desde recién cosechada, una semana después de la cosecha y dos semanas después de la cosecha. Las siglas VVS simboliza a la Naranja valencia San carleña y las siglas VNP representa a la naranja Navel piña.

En el resultado de la semana uno, se observó que la naranja Valencia san carleña (VVS) tiene un peso alto a diferencia de la naranja Navel piña (VNP), en la semana dos se observa que la naranja Valencia san carleña va disminuyendo su peso y la naranja Navel piña aumentado su peso, en la semana tres se observa que la naranja Valencia san carleña sigue disminuyendo su peso y la naranja Navel piña sigue aumentado. Teniendo la misma secuencia que los resultados anteriores con la variable peso en bruto. *Presentado en el cuadro 15 peso de las cáscaras de las variedades evaluadas (p.34)*. La pérdida de peso en la variable cáscara húmeda por semana en la variedad Valencia san carleña es debido al factor humedad, temperatura y tiempo de cosecha.

Los investigadores del (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2022), describen que la humedad relativa es otro parámetro muy importante para conservar frutas y hortalizas. En caso de los cítricos, la humedad debe ser elevada (90-95%) sin llegar a condensar, ya que la condensación de agua en la superficie de los frutos puede favorecer el desarrollo de podredumbres. Para obtener estos niveles, se debe humidificar el ambiente de las cámaras, ya que si no se aplica agua durante la conservación será la fruta quien aporte la humedad al aire. Cuando esto último sucede, la fruta pierde peso y pierde firmeza. (p.3)

En el caso de la naranja Navel piña, como se explicó en el cuadro anterior en este pudo haber influido la utilización de diferentes tamaños de la naranja para la extracción de las muestras, que influyo en el valor del peso, haciendo que aumentara.

Cuadro 15. Peso de las cáscaras de las dos variedades de naranja evaluadas

Variedad	Media ± DE
VVS1	46.50 ± 6.26
VVS2	45.50 ± 12.57
VVS3	41.50 ± 12.70
VNP1	34.50 ± 4.38
VNP2	36.50 ± 5.80
VNP3	44.50 ± 5.50

5.3 Descripción de los valores del diámetro de la naranja

En el siguiente cuadro 16, se observa la media aritmética de la variable diámetro de las dos variedades de naranja del estudio, tomando cuenta la recolección de la muestra de naranja recién cosechada, una semana después de la cosecha y dos semanas después de la cosecha. Las siglas VVS simboliza a la naranja valencia san carleña y las siglas VNP representa a la naranja Navel piña.

Los resultados del diámetro obtenido de la variedad de naranja Valencia san carleña son mayores que el de la variedad de naranja Navel piña, sin embargo, ambas se encuentran dentro de los estándares aceptables para su procesamiento entre 53 mm a 110 mm según el (CODEX STAN 245-2004).

Cuadro 16. Diámetro de las variedades evaluadas

Variedad	Media ± DE
VVS1	83.20 ± 3.22
VVS2	80.50 ± 7.52
VVS3	77.00 ± 5.81
VNP1	77.10 ± 2.13
VNP2	79.90 ± 2.02
VNP3	81.30 ± 2.95

5.4 Descripción de los valores de la longitud de las dos variedades de naranja

En el siguiente cuadro 17, se observa la media aritmética de la variable longitud de las dos variedades de naranja del estudio, tomando en cuenta la recolección de la naranja para las muestras desde recién cosechada, una semana después de la cosecha y dos semanas después de la cosecha. Las siglas VVS simboliza a la naranja Valencia san carleña y las siglas VNP representa a la naranja Navel piña. En los resultados de la variable longitud se observa que la variedad de naranja Valencia san carleña tiene mayor longitud que la naranja Navel piña, no obstante, ambas se encuentran con una longitud mayor de los parámetros aceptables entre 68mm a 72 mm según el (CODEX STAN 245-2004). El incremento del tamaño, longitud y diámetro de la naranja corresponde a los factores climatológicos, estos intervienen en su desarrollo.

Cuadro 17. Longitud de las variedades evaluadas

Variedad	Media ± DE
VVS1	82.40 ± 4.55
VVS2	79.80 ± 8.20
VVS3	76.40 ± 5.36
VNP1	75.10 ± 2.73
VNP2	77.20 ± 2.86
VNP3	80.70 ± 3.86

5.5 Descripción de los resultados de los grados brix

En la figura 10, se observa la gráfica de los grados brix de las dos variedades de naranjas del estudio, simbolizado con las letras (VNP) a la variedad Navel piña y la variedad Valencia san carleña con las letras (VVS), cada una con una numeración a la par que significa la muestra de recolección por semana, estos datos fueron recolectados durante tres semanas, influyendo el tiempo desde recién cosechada, una semana después de cosechada y dos semanas después de cosechada. Se observa el descenso de los grados brix en ambas variedades en el transcurso de las tres semanas del estudio, esto debido a que, la naranja al ser cortada del árbol detiene el proceso de maduración, Según spanish fruit (2019), Los cítricos, en general, son frutas no climatéricas; es decir, una vez separadas del árbol interrumpen la maduración (p.1).

Los investigadores de Infoagro (2023) mencionan que. Las naranjas tienen, tres tipos de azúcar (sacarosa, glucosa y fructosa) siendo más alto el nivel de la primera y más bajo el de la última, la sacarosa (disacárido de fructosa y glucosa) es el azúcar que más incide en las propiedades organolépticas, esta sólo aumenta hasta el momento de la recolección. Una vez que el fruto es separado del árbol aumenta ligeramente para luego ir disminuyendo. Eso explica que la cantidad de azúcar en las naranjas cambie en función de su variedad, de sus condiciones de conservación sobre almacenamiento.

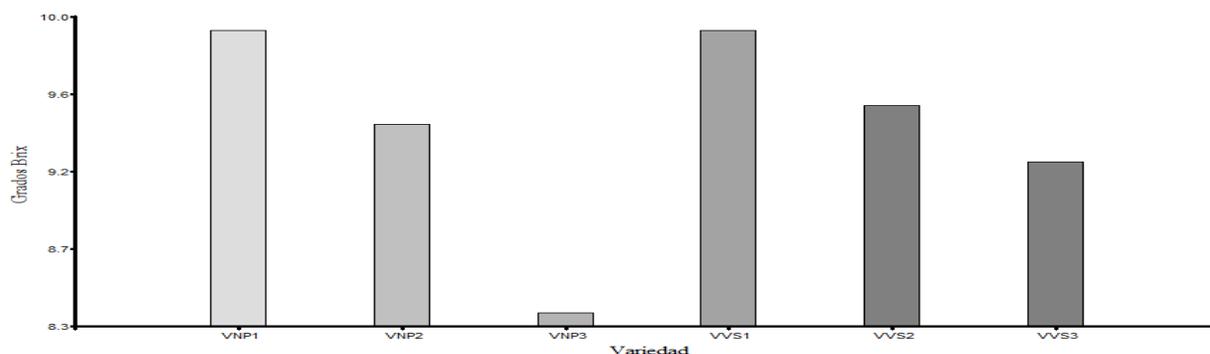


Figura 10. Grados brix de las variedades evaluadas

5.6 Descripción de los valores de pH

En la figura 11, se observa el pH de las dos variedades de naranjas del estudio, simbolizado con las letras (VNP) a la variedad Navel piña y la variedad Valencia san carleña con las letras (VVS), cada una con una numeración a la par que significa la muestra de recolección por semana, estos

datos fueron recolectados durante tres semanas, influyendo el tiempo desde recién cosechada, una semana después de cosechada y dos semanas después de cosechada.

En los resultados de análisis de pH se observa que en el caso de la naranja Navel Piña los niveles de pH van aumentando en comparación con la variedad de naranja Valencia san carleña, esta descende, según PETFIT (2018) la naranja de la variedad valencia contienen en su composición riqueza en minerales como el potasio, el magnesio y el calcio (p.1). Según MCL (2022) describe que a medida que la naranja madura el contenido de ácido disminuye. (p.2). por otra parte, según yara (2022) el potasio aumenta el contenido de ácidos en el jugo (p.2) esto pudo haber influido en el resultado, así mismos factores como la temperatura y grados brix.

En el mismo contexto según Hanna (2010) describe que “cuando hay un incremento en la temperatura, el pH disminuye, de igual forma una disminución de temperatura implica un aumento en el pH” (p.1)

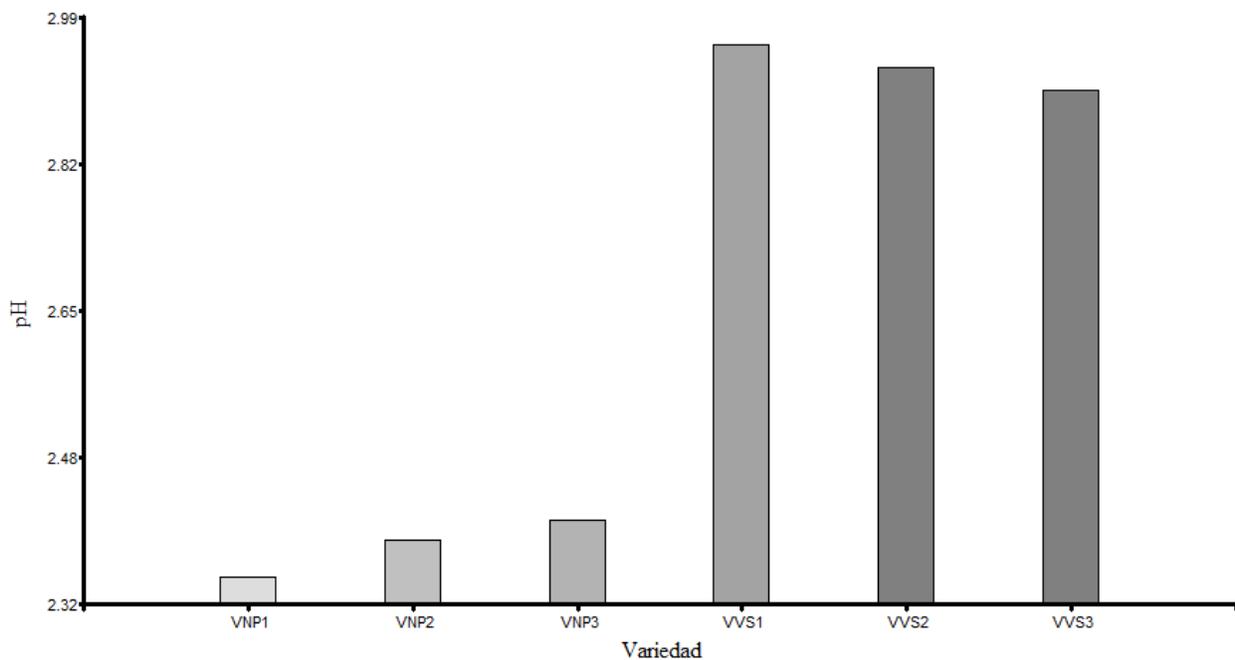


Figura 11. pH de las variedades evaluadas

5.7 Descripción de los valores del % de humedad y del % de materia seca

En la figura 12, se observa el % de humedad y el % de materia seca de las dos variedades de naranjas del estudio, simbolizado con las letras (VNP) a la variedad Navel piña y la variedad Valencia san carleña con las letras (VVS), cada una con una numeración a la par que significa la

muestra de recolección por semana, estos datos fueron recolectados durante tres semanas, influyendo el tiempo desde recién cosechada, una semana después de cosechada y dos semanas después de cosechada.

Se observa en la gráfica 12, % humedad incrementa conforme transcurren las semanas en ambas variedades en base al contenido de agua que poseen y el % de materia seca desciende en las dos variedades del estudio. Esto sucede ya que las frutas y las hortalizas están compuestas por grandes cantidades de agua. Según los datos que proporciona la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 2021), el 91% de la composición de las frutas es agua y en el caso de las hortalizas de hasta un 95%. (p.1)

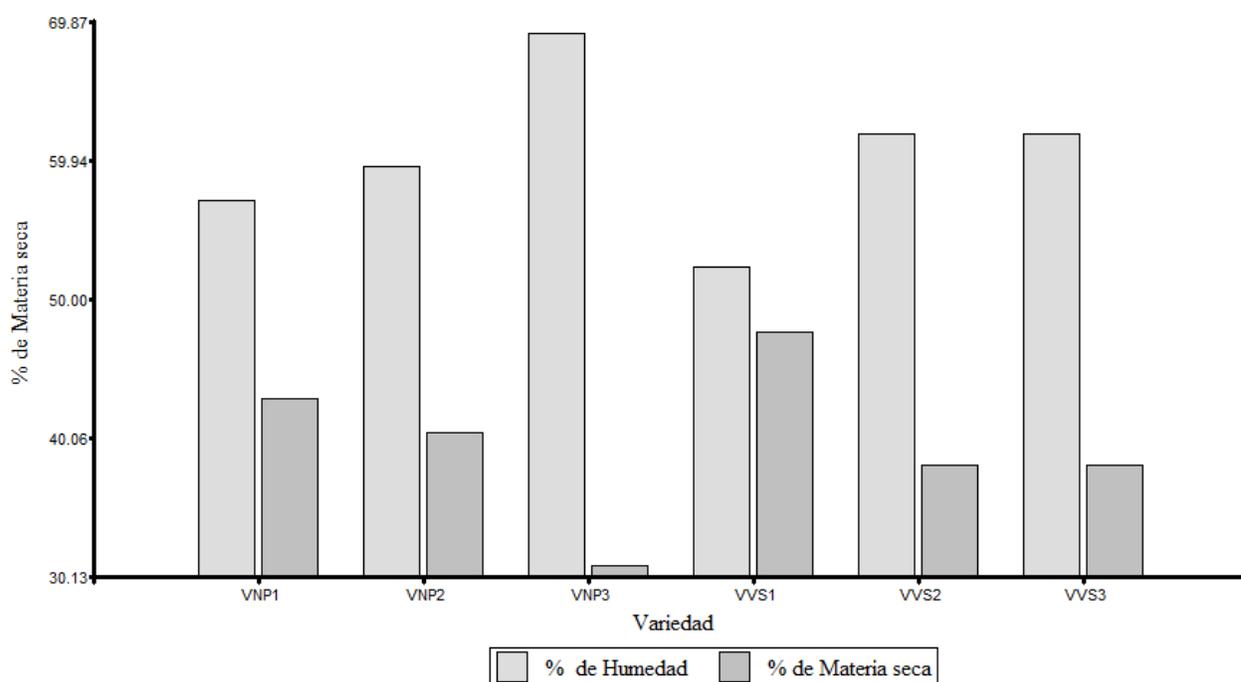


Figura 12. Materia seca y humedad de las variedades evaluadas

5.8 Descripción de los resultados del peso total de la Quercetina

En la figura 13, se observa el peso total del antioxidante extraído (Quercetina), por cada 200 gramos de cascara húmeda de las dos variedades de naranjas del estudio, simbolizado con las letras (VNP) a la naranja de la variedad Navel piña y a la naranja de la variedad Valencia san carleña con las letras (VVS), cada una con una numeración a la par que significa la muestra de recolección por semana, estos datos fueron recolectados durante tres semanas, influyendo el tiempo desde recién cosechada, una semana después de cosechada y dos semanas después de cosechada.

En la figura se observó que la naranja de la variedad Navel piña presentó un mayor contenido de gramaje de antioxidante y en el caso de la naranja de la variedad Valencia san carleña presento un menor contenido de gramaje.

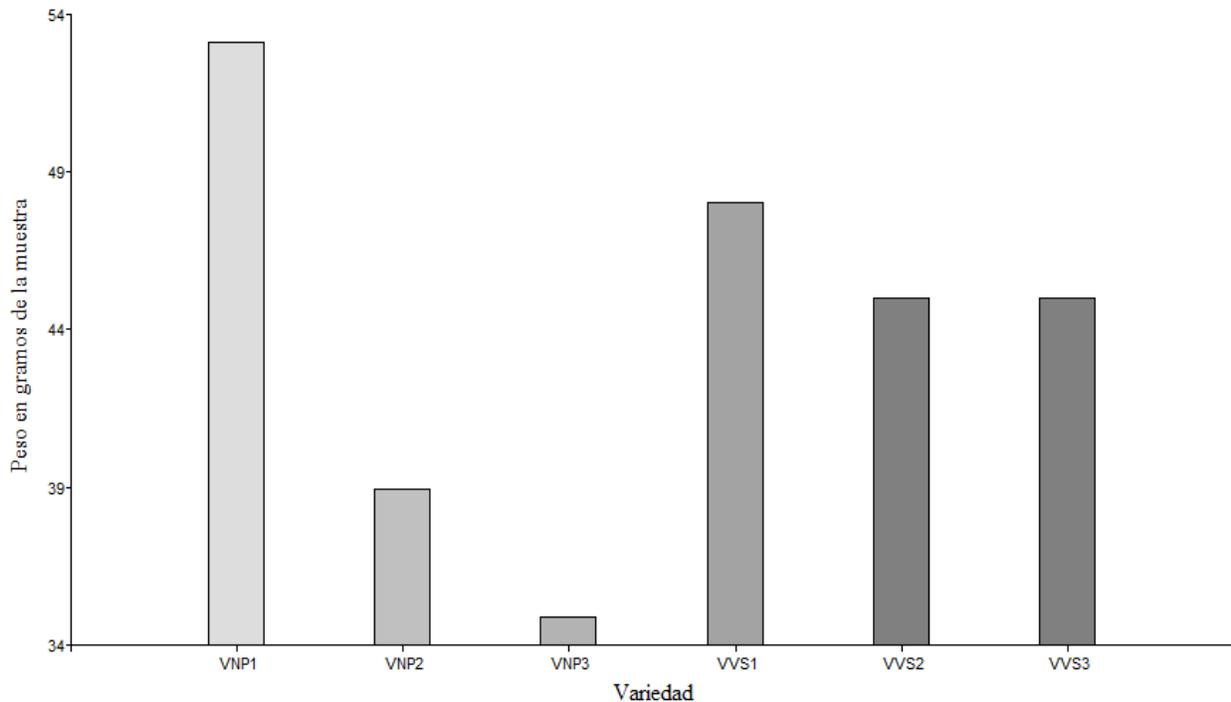


Figura 13. Peso de la Quercetina por cada 200g de la cáscara húmeda

5.9 Descripción de los resultados de la ANOVA

Mediante el análisis de varianza obtenido, la hipótesis nula planteada H_0 : El uso del flavonoide extraído de la cáscara de dos variedades de naranjas dulce no presenta inhibición de la oxidación enzimática en la papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass; es rechazada, ya que una de las variedades tiene potencial antioxidante similar al testigo uno, ácido ascórbico, entonces, la H_a : La utilización del flavonoide Quercetina extraído de la cáscara de naranja dulce de una de las variedades inhibe parcialmente la oxidación enzimática en la papa criolla y en el aguacate de la variedad Hass. Es aceptada. se llegó a la decisión: H_0 se rechaza ($p=0.0002$), a como describe Minitab (2019) si el valor P es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula ya que no existe diferencia entre las medias y se concluye que si existe diferencia significativa. Se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe diferencia significativa en función del tiempo y concentración en Quercetina de las variedades de naranja Valencia san carleña y Navel piña en

comparación de los testigos ácido ascórbico y agua común en la evaluación del antioxidante en la papa de la variedad criolla y el aguacate de la variedad Hass. De modo que se acepta la hipótesis alternativa.

Cuadro 18. Análisis de varianza (Sc tipo III)

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4211.46	11	382.86	10.50	0.0002
Variedad	4211.46	11	382.86	10.50	0.0002

El cuadro 19 describe el análisis de varianza del aguacate de la variedad Hass y de papa de la variedad criolla indicando desde la más alta a la más baja media con su desviación estándar y sus diferencias significativas representado por las letras **a, b**, en minúscula. Las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). entonces, el cuadro describe que existe diferencia en el tiempo de oxidación de las muestras entre la papa de la variedad criolla y Aguacate de la variedad Hass, la aplicación del antioxidante resultó con mayor efecto, en la **MP1** que tiene una media de **47.92** minutos con su desviación estándar **3.09**, es decir la distancia que tiene de la media y la letra (**a**) indica que es diferente a (**b**), así mismo en, **MP2 43.75** minutos ± 3.09 **ab**, en (**ab**) se refiere a que no son significativamente diferentes, en **MA1 41.25** minutos ± 3.09 **ab**, en la **MP3 40.83** minutos ± 3.09 **ab** en la **MA2 37.92** minutos ± 3.09 **b**, la letra (**b**) describe que es diferente a las variables (**a, ab**) y en la **MA3 35.42** minutos ± 3.09 **b**. entonces el antioxidante Quercetina es más efectivo en la papa criolla que en el aguacate Hass, ya que presenta mayor tiempo inhibitor de oxidación con el antioxidante de la semana uno y dos, con la muestra tres de antioxidante este presenta menor efecto en la papa seguidamente el antioxidante Quercetina extraído de la semana uno permitió un buen efecto inhibitor en el Aguacate de la variedad Hass, en las muestras dos y tres del antioxidante presentan menor efecto inhibitor. Cabe destacar que las medias fueron realizadas de manera general con las dos variedades del estudio.

El efecto inhibitor es mayor en la papa de la variedad criolla ya que esta presenta menor cantidad de lípidos, según los investigadores de la conferencia nacional de productores de papa de la república mexicana (2014) El porcentaje de lípidos o grasa cruda en la papa “en fresco” es muy bajo. No tienen importancia desde un punto de vista cuantitativo (0.1 %) y se encuentran mayoritariamente en la piel (p.1). mientras que, en el Aguacate de la variedad Hass el contenido

de lípidos es mayor por eso tiende a oxidarse con mayor velocidad. De acuerdo con los investigadores de Fruit today (2022). La clave está en la composición nutricional del aguacate, ya que es muy rico en grasas. El aguacate está formado en su mayoría por ácidos grasos monoinsaturados saludables. Del total de ácidos grasos que tiene el aguacate, aproximadamente un 75% son monoinsaturados. Por otro lado, las grasas no se llevan demasiado bien con el oxígeno, ya que tienden a enranciarse con bastante facilidad. Este enranciamiento u oxidación de las grasas provoca la aparición de sabores y aromas indeseables. (p.1)

Cuadro 19. Análisis de varianza del aguacate variedad Hass y la papa variedad criolla

Variedad	Muestras	Medias
Valencia y Navel	MP1	47.92 ± 3.09 a
Valencia y Navel	MP2	43.75 ± 3.09 ab
Valencia y Navel	MA1	41.25 ± 3.09 ab
Valencia y Navel	MP3	40.83 ± 3.09 ab
Valencia y Navel	MA2	37.92 ± 3.09 b
<u>Valencia y Navel</u>	<u>MA3</u>	35.42 ± 3.09 b

Significado de las siglas MP1: muestra de papa criolla con el antioxidante de la semana uno. MP2: muestra de papa criolla con el antioxidante de la semana dos. MA2: muestra de aguacate con el antioxidante de la semana dos. MA3: muestra de aguacate con el antioxidante de la semana tres. Es notorio destacar que se utilizó las mismas siglas para describir las muestras.

El cuadro 20 describe las medias de las concentraciones de mayor a menor tiempo en inhibición de la oxidación, las medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Es decir que la concentración tres, de manera general usando el antioxidante de las dos variedades de naranja en las muestras de papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass tiene mayor efecto quedando en primer lugar la concentración tres ya que su media es de **46.67** minutos con una desviación estándar de **1.80** y la letra **(a)** describe que hay diferencia significativa en relación a las concentraciones dos y tres. En segundo lugar, se encuentra la concentración dos con una media de **40.83** minutos con una desviación estándar de **1.80 b**, **(b)** indica que es diferente de **(a)** con la variedad de naranja Valencia san carleña, y en tercer lugar se encuentra la concentración uno con una media de **36.04** con una desviación estándar de **1.80 b**. perteneciente a la variedad de naranja Navel piña

Cuadro 20. Concentraciones de mayor a menor capacidad antioxidante

Variedad	Variable	Medias
Valencia	Concentración 3	46.67 ± 1.80 a
Valencia	Concentración 2	40.83 ± 1.80 b
Navel	Concentración 1	36.04 ± 1.80 b

En los cuadros 21, 22 y 23 se observó la probabilidad del efecto antioxidante de las tres concentraciones de manera general de la Quercetina con las dos variedades de naranja en las muestras de papa de la variedad Criolla y aguacate de la variedad Hass. La probabilidad de efecto antipardeante en la concentración uno es de **p-valor 0.0002**. La probabilidad de efecto antipardeante en la concentración dos es de **p-valor < 0.0001**. La probabilidad de efecto antipardeante es de en la concentración uno es de **p-valor < 0.0001**. De manera que el valor de la probabilidad es menor $p < 0.05$, se puede afirmar que existe diferencia en el efecto inhibidor del antioxidante de las dos variedades analizadas.

Cuadro 21. Análisis de varianza de la concentración uno

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4211.46	11	382.86	10.50	0.0002
Variedad	4211.46	11	382.86 10	10.50	0.0002

Cuadro 22. Análisis de varianza de la concentración dos

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6033.33	11	548.48	13.16	< 0.0001
Variedad	6033.33	11	548.48	13.16	< 0.0001

Cuadro 23. Análisis de varianza de la concentración tres

F. V	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8958.33	11	814.39	35.54	< 0.0001
Variedad	8958.33	11	814.39	35.54	< 0.0001

En el siguiente cuadro 24, se conservan los resultados de la evaluación del antioxidante extraído (Quercetina) y los testigos, en función de tiempo y concentración, comparando su eficiencia en evitar parcialmente la oxidación de las frutas, en este caso fue evaluado en la papa de la variedad criolla y en el aguacate de la variedad Hass. Las Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$). Se observa que, en relación con los testigos, el antioxidante uno ácido ascórbico comercial en los tres tratamientos y con las tres concentraciones en función de tiempo y concentración tuvo un mayor desempeño inhibitor en las frutas del estudio, siendo esta concentración uno de $55.00 \text{ min} \pm 4.27$ a, concentración dos de $60.00 \text{ min} \pm 4.56$ a, concentración tres de $70.00 \text{ min} \pm 3.39$ a.

De manera general se observó que el antioxidante de la variedad Valencia san carleña del tratamiento uno con la concentración tres brinda un resultado de 60.00 min con una desviación estándar de ± 3.39 ab significa que tiene una relación con a, tiene mayor potenciar antioxidante en función de tiempo y concentración. Así mismo el tratamiento uno con la concentración tres del antioxidante de la variedad Navel piña tiene un resultado de 52.50 min con una desviación estándar de 3.39 bc significa que tiene relación con b y c esta presenta un poder inhibitor similar con el tratamiento dos de la variedad Valencia san carleña, siendo este de $52.50 \text{ min} \pm 3.39$ bc. Se observo que el potencial antioxidante de la variedad Navel piña del tratamiento dos y tres en función de tiempo y concentración es menor, puede ser influido por la temperatura de almacenamiento en las que fueron sometidas las naranjas. Se observo que el testigo dos tiene menor capacidad para evitar el pardeamiento en las frutas del estudio, ya que una vez fuera del agua, su proceso de oxidación fue más rápido.

Por tanto, se observó que la variedad de naranja Valencia san carleña tiene capacidad antioxidante en función del tiempo de cosechada, concentración y maduras, en el caso de la variedad Navel piña tiene una menor capacidad, de acuerdo a los resultados obtenidos, la hipótesis nula planteada H_0 : El uso del flavonoide extraído de la cáscara de dos variedades de naranjas dulce no presenta inhibición de la oxidación enzimática en la papa criolla y aguacate Hass; esta es rechazada, ya que una de las variedades tiene potencial antioxidante similar al testigo uno, ácido ascórbico, entonces, la H_a : la utilización del flavonoide Quercetina extraído de la cáscara de naranja dulce de una de las variedades inhibe parcialmente la oxidación enzimática en la papa criolla y en el aguacate Hass. Es aceptada. Se observo que la naranja de la variedad Valencia recolectada de la semana uno, tiene

mayor capacidad antioxidante, seguida de la segunda semana con la variedad Valencia san carleña y en tercer lugar la variedad Navel piña de la semana uno, presenta inhibición antipardeante.

Cuadro 24. Relación tiempo, concentración usando comparación de Fisher

Tratamientos	Medias		
	Concentración 1 (1.5 g/L) /tiempo	Concentración 2 (1.7g/L) /tiempo	Concentración 3 (2 g/L) /tiempo
AA1	55.00 ± 4.27 a	60.00 ± 4.56 a	70.00 ±3.39 a
AA2	50.00 ± 4.27 ab	60.00 ± 4.56 a	70.00 ±3.39 a
AA3	50.00 ± 4.27 ab	60.00 ± 4.56 a	70.00 ±3.39 a
VVS1	47.50 ± 4.27 ab	52.50 ± 4.56 ab	60.00 ±3.39 ab
VVS2	42.50 ± 4.27 abc	47.50 ± 4.56 abc	52.50 ±3.39 bc
VNP1	40.00 ± 4.27 bc	45.50 ± 4.56 bcd	52.50 ±3.39 bc
VVS3	37.50 ± 4.27 bcd	42.50 ± 4.56 bcd	47.50 ±3.39 cd
VNP2	32.50 ± 4.27 cd	37.50 ± 4.56 cd	45.00 ±3.39 cd
VNP3	25.00 ± 4.27 de	32.50 ± 4.56 d	40.00 ±3.39 d
AC2	17.50 ± 4.27 e	17.50 ± 4.56 e	17.50 ±3.39 e
AC1	17.50 ± 4.27 e	17.50 ± 4.56 e	17.50 ±3.39 e
AC3	17.50 ± 4.27 e	17.50 ± 4.56 e	17.50 ±3.39 e

Significado de las siglas: AA1: ácido ascórbico uno, VVS1: variedad Valencia san carleña con una semana de cosechado, VNP1: variedad Navel piña con una semana de cosechado, AC1: agua común uno

En la figura 14 se observó los resultados gráficos del ANOVA, el cual describe de manera general usando la quercetina de las dos variedades de naranja la diferencia que existe entre los tratamientos aplicados sobre el tiempo, se observó que el tratamiento uno con la concentración tres, identificadas con la barra de color crema tiene mayor efecto, seguidamente del tratamiento uno con la concentración dos, identificada con la barra de color azul y el tratamiento uno con la concentración tres de la variedad Nave piña presenta resultados aceptables. Identificada con la barra de color crema.

Esto indica que el antioxidante de la variedad Valencia san carleña tiene un efecto inhibitor mayor que el de antioxidante de la variedad Navel piña ya que este es menor, a como se observa en la gráfica 14. así mismo se observa que hay diferencia con el testigo uno (ácido ascórbico), ya que con las tres concentraciones su capacidad antioxidante es mayor a los antioxidantes de las

variedades de naranja y con respecto al testigo dos, se observó que presenta un nivel bajo de capacidad antioxidante ante el testigo uno y los antioxidantes de las dos variedades de naranja comportamiento que ocurre en las tres concentraciones basadas en la evaluación.

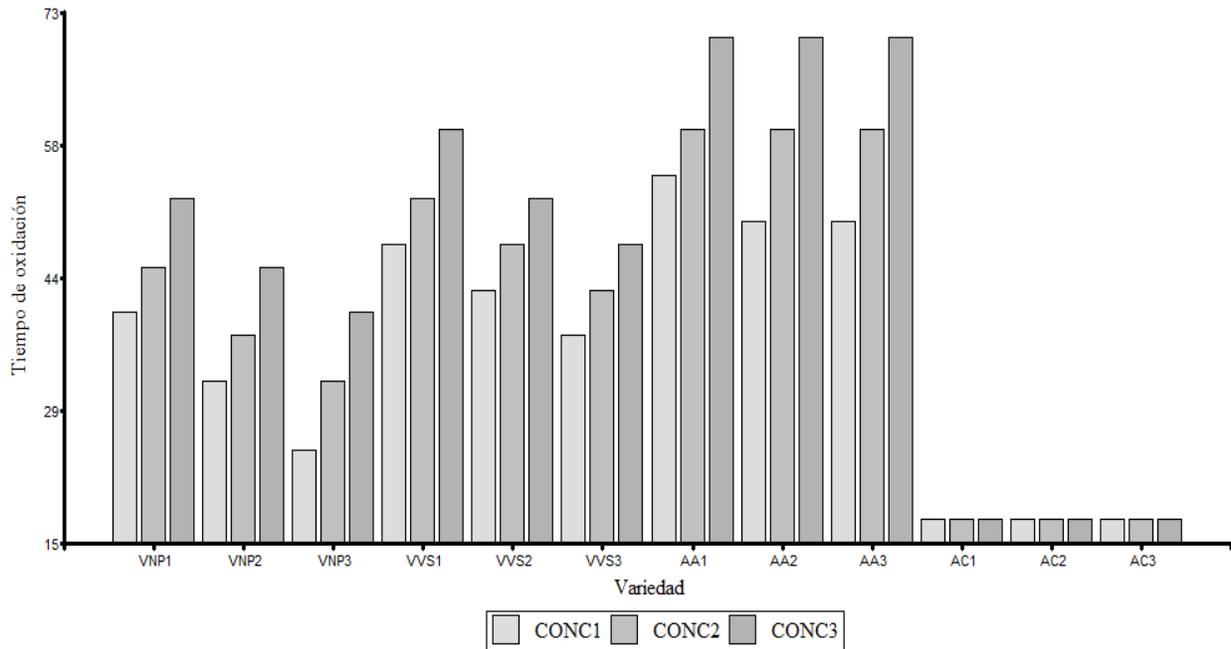


Figura 14 Resultados del tiempo de oxidación de las muestras

VI CONCLUSIONES

De acuerdo con de los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que el antioxidante extraído de las variedades de naranja dulce Valencia san carleña y Navel piña permiten inhibir parcialmente la oxidación de las frutas y vegetales.

En relación con los tratamientos y las concentraciones y en función del tiempo de cosechado el antioxidante de la variedad Valencia san carleña de la semana uno con la concentración tres presento mayor efectividad en inhibir la oxidación de las frutas y vegetales en relación con el antioxidante de la variedad Navel piña de la semana uno con la concentración tres presento resultados satisfactorios en inhibir la oxidación.

Por consiguiente, el antioxidante de la variedad valencia de la semana dos con la concentración tres presento inhibición antioxidante en las muestras de papa de la variedad criolla y aguacate de la variedad Hass en relación con el antioxidante de la variedad Navel piña la inhibición fue menor.

En virtud de los resultados la variedad de naranja con mayor capacidad antioxidante es la variedad Valencia san carleña teniendo en cuenta que para mayor efectividad la Quercitina se debe extraer desde recién cosechada las naranjas.

VII RECOMENDACIONES

Se recomienda extraer el flavonoide Quercetina usando las naranjas en su estado de madurez completa y recién cosechadas ya que es cuando presenta mayor potencial en evitar la oxidación de las frutas.

Es conveniente realizar en la extracción de la quercetina, un segundo centrifugado para reducir el tiempo de secado.

Se recomienda durante el secado después de la extracción de la Quercetina mantener la temperatura no mayor a 50°C para evitar la desnaturalización del Flavonoide.

Evaluar diferentes frutas y vegetales que tiendan a la oxidación, en muestras pequeñas para determinar cómo influye el efecto inhibidor.

Se recomienda realizar análisis cromatográficos para corroborar en la sustentación con el contenido de la investigación.

Realizar un análisis de beneficio y costo de la elaboración del antioxidante.

Mantener el antioxidante en lugares secos, para evitar que adquieran humedad y el desarrollo de mohos.

Aumentar el número de repeticiones de evolución del tiempo de oxidación que permita reducir el error del análisis de los datos estadísticos.

Utilizar otro método de extracción del antioxidante que permita recupera mayor contenido de antioxidante Quercetina.

Realizar análisis de humedad al antioxidante de las dos variedades.

VIII LITERATURA CITADA

- Astudillo, C., & Rodríguez Fonseca, P. E. (2019). Protocolo para la determinación de materia seca de frutos de aguacate (*Persea americana* Mill. cv. Hass) con horno microondas. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <http://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/79/66/689-1?inline=1>
- BBC (14 agosto 2019), Qué son los flavonoides, por qué son buenos y en qué alimentos los puedes encontrar, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49347782>
- Citrus gourmet (2020). La acidez del zumo de naranja. Índice de madurez. <https://www.citrusgourmet.com/es/blog/noticias-y-novedades/acidez-zumo-naranja-indice-madurez#:~:text=En%20la%20maduraci%C3%B3n%20la%20concentraci%C3%B3n,fruto%20y%20de%20la%20metabolizaci%C3%B3n.>
- Codex stand, (2004). Norma para la naranja, (CODEX STAN 245-2004). https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B245-2004%252FCXS_245s.pdf
- Conferencia nacional de productores de papa de la república mexicana, (2014, 10 de abril) Descripción de los principales componentes de la papa. <https://www.conpapa.org.mx/index.php/blog/item/4-descripcion-de-los-principales-componentes-de-la-papa#:~:text=El%20porcentaje%20de%20la%20piel.>
- Cuello Sierra, A. (2021, 1 de febrero). Generalidades de la Inhibición del pardeamiento enzimático [Video] You Tube. <https://www.youtube.com/watch?v=W0Av1aJU7ZE&t=56s>
- Cruz Zúñiga M, (2011). Difusión de rutina y sus productos de descomposición en una película de ácido poliláctico (pla) hacia simulantes de alimentos). [Tesis de Maestría, Centro de investigación en alimentación y desarrollo, a.c]. Archivo digital. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/301/1/CRUZ-ZU%C3%91IGA-JM11.pdf>
- Echeverría (2020, 7 de mayo). Antioxidantes: naturales vs sintéticos [https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/antioxidantes-naturales-vs-sinteticos/.](https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/antioxidantes-naturales-vs-sinteticos/)

- Flores Martínez H, León Campos C, Estarrón Espinosa M, Orozco Ávila I, (2016), Optimización del proceso de extracción de sustancias antioxidantes a partir del orégano mexicano (*Lippia graveolens* hbk) utilizando la metodología de superficie de respuesta msr/. *Ingeniería Química* Vol. 15, No. 3 (2016) 773-785.
<https://www.redalyc.org/pdf/620/62048168009.pdf>
- Flores, E., (febrero, 2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. *peruviana*) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. En Arequipa, Perú, scielo analytics, Vol. 28(1), 121-132. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v28n1/art12.pdf> Frutas en Nicaragua. (1990). Ciencias Sociales, Managua, Nicaragua. <https://vianica.com/sp/go/specials/14-frutas-de-nicaragua.html>
- Fruit today (2022, 10 de febrero). Porque se pone negro el aguacate. Fruit today.
<https://fruittoday.com/por-que-se-pone-negro-el-aguacate/#:~:text=El%20proceso%20mediante%20el%20cual,una%20enzima%20denominada%20polifenol%20oxidasa>
- García López, R, A, Granillo Oporta, Y, A (2016), Evaluación de las condiciones operacionales en el proceso de preparación de carbón activo de cáscara de naranja valencia (*Citrus sinensis* linn osbeck), laboratorios de química unan-managua, ii semestre 2016. [Tesis de grado, universidad UNAN Managua], Repositorio institucional
<https://repositorio.unan.edu.ni/4275/1/96798.pdf>
- Gil padilla, J, I., (2019). Actividad antioxidante y contenido de polifenoles del extracto metanólico de las hojas de piper aduncum l (matico). [Tesis de grado, universidad de Perú]. archivo digital. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/301/1/CRUZ-ZU%C3%91IGA-JM11.pdf>
- Hortalizas, (2021), Naranja, *Citrus sinensis* / rutaceae. <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Naranja.html>
- INATEC, (2021), Manual del protagonista cultivos frutales.
https://www.tecnacional.edu.ni/media/Cultivos_de_frutales.compressed.pdf
- INFOAGRO, (2021), El cultivo de las naranjas (1ª parte). <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm>
- Martínez, Valverde I, Periago, M, J. (marzo, 2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Murcia, España, scielo analytics, n.1
https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001

- Muñoz Alcívar M, A, (2020), Desarrollo de una galleta a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja (*Citrus × sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota*). [Tesis de grado, universidad católica de Santiago de guayaquil], Repositorio institucional <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15267/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-64.pdf>
- Net inter lab. S.A. (2020) Qué es determinación de humedad en alimentos. <https://net-interlab.es/determinacion-de-humedad-en-alimentos/>.
- Nutrición deportiva (27 de abril, 2020), Bioflavonoides, ¿qué son y para qué sirven? <https://www.efadeporte.com/blog/nutricion-deportiva/bioflavonoides-que-son-y-para-que-sirven>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2022) Manual para el curso sobre procesamiento de frutas y hortalizas a pequeña escala en Perú, archivo digital. <http://www.fao.org/3/x5063s/x5063S04.htm>
- Pérez-Nájera V, Cervantes, L, Gutiérrez-Lomelí y Del-Toro-Sánchez, (enero, 2013). Extraction of phenolic compounds from lime peel (*Citrus limetta* risso) and antioxidant activity determination. En Guadalajara Mexico, Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Volumen XV, Número 3. <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/153/145>.
- Quiñones M, Miguel M, Aleixandre A, (2012), Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular, Nutr Hosp. ;27(1), pp76-89. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf
- Sarmiento J, (12 de enero, 2010), Citricultores y jornaleros afectados por el frío, CONCITVER. http://www.concitver.com/notas_2010_Enero.html
- Spanish Fruits & Delicacies (2020, 20 enero), Componentes de la naranja de la naranja. <https://www.spanishfruitsanddelicacies.com/blogs/news/bienvenidos-a-spanish-fruits-delicacies>
- Tenorio Domínguez M, (noviembre 2016), Flavonoides extraídos de la cascara de naranja tangelo (*Citrus reticulata* x *Citrus paradisi*) y su aplicación como antioxidante natural en el aceite vegetal sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) Scientia Agropecuaria volumen VII, Numero 4. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7n4/a07v7n4.pdf>; <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/153/145>

- Universidad politécnica de Chiapas. (2020). Operaciones unitarias. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-politecnica-de-chiapas/operaciones-unitarias/cuestionario/10905029>
- VIANICA, (23 de Jun del 2021), Frutas de Nicaragua. <https://vianica.com/sp/go/specials/14-frutas-de-nicaragua.html>
- Yuc M. (2017), efecto del ultrasonido en la extracción y nanoencapsulación de polifenoles de limón persa (citrus latifolio) [Tesis de grado, universidad de CONACIT], Repositorio institucional.<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/447/1/Nelly%20Carolina%20Medina.pdf>

IX ANEXOS

Figuras del aguacate con antioxidante Valencia san carleña



Anexo 1. Concentración uno, semana uno, dos y tres



Anexo 2. Concentración dos, semana uno, dos y tres



Anexo 3. Concentración tres, semana uno, dos y tres

Figuras del aguacate con antioxidante Navel piña



Anexo 3. Concentración uno, semana uno, dos y tres

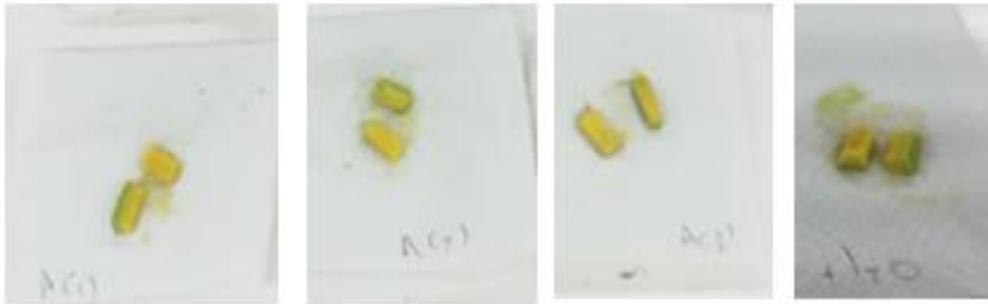


Anexo 5. Concentración dos, semana uno, dos y tres



Anexo 6. Concentración tres, semana uno, dos y tres

Figuras del aguacate con el testigo antioxidante ácido ascórbico y agua común

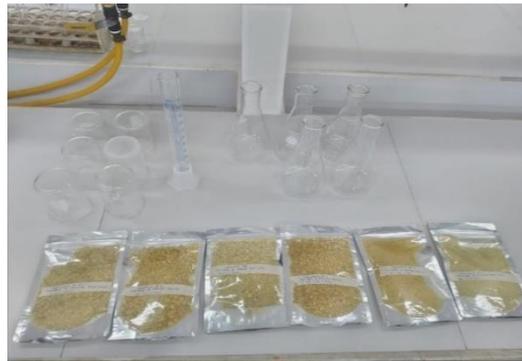


Anexo 4. Testigos uno ácido ascórbico con tres concentraciones y testigo dos, agua común

Anexos ilustrativos de la Extracción de la Quercetina



Anexo 5. Proceso de pesado



Anexo 6. Cáscara seca de las dos variedades del estudio



Anexo 8. Mezclado del alcohol, cáscara



Anexo 7. Proceso de agitación durante una hora



Anexo 9. Proceso de centrifugado, 15 min



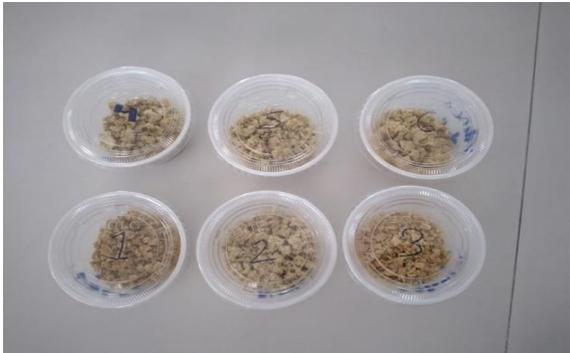
Anexo 10. Cáscara de naranja centrifugada



Anexo 11. Separación del alcohol y la Quercetina



Anexo 14. Secado número dos, temperatura no mayor a 50°C



Anexo 12. Antioxidante extraído de las dos variedades del estudio