

**Parámetros y condiciones para la extracción y cuantificación de Vitamina C por espectrofotometría UV-VIS en guayaba roja (*Psidium guajava*)**

Bleydis Elena Tamara Galaraga

Directora  
Elizabeth Hernández Alarcón

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD  
Programa Ingeniería de Alimentos  
Escuela De Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería -  
ECBTI  
2022

Nota de Aceptación

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Director

2022

## **Dedicatoria**

Doy gracias a Dios por su misericordia, su amor, por llenarme de la fuerza del Espíritu Santo, de sabiduría y salud para poder estudiar y adquirir conocimiento de ciencia en la Ingeniería de Alimentos; así pude servirle a la sociedad, para Gloria de Dios uno y Trino, por medio de la Santísima Virgen María, por su intercesión, y mostrarme el camino a seguir a Jesucristo por medio de esta profesión.

A mi Tía y mi madre, por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia, honestidad, valentía y dedicación para superar toda adversidad.

A mis hermanos por su apoyo y comprensión, a mi madrina por sus oraciones y por fortalecer mi fe en Jesucristo, para creer que con la ayuda de Dios todo es posible, si le creemos y le somos fieles a su voluntad.

A toda mi familia espiritual en Jesucristo y familia biológica, por su apoyo y oraciones por siempre desearme lo mejor en la vida.

## **Agradecimiento**

A Dios por permitirme terminar esta meta, su proyecto de vida para mí, a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), por permitir realizarme profesionalmente, estudiar en la modalidad a distancia.

A todos los profesores, quienes desde el inicio hasta el final de los periodos académicos tuvieron paciencia, dedicación y empeño para enseñarnos, para mostrarnos la riqueza de esta profesión.

A todos los compañeros, equipos de estudio, en general con todos los que compartí la hermosa etapa de aprendizaje.

A las Ingenieras Elizabeth Hernández y Luz Helena Hernández, por su entrega para transmitir sus conocimientos de manera incondicional y por motivarme a realizar esta monografía. Por su asesoría, comprensión y afecto expresado en el apoyo para seguir adelante en la terminación de la monografía.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	9
Justificación .....	11
Objetivos .....	13
Objetivo General .....	13
Objetivos Específicos.....	13
Recolección de la Información.....	14
Resultados Esperados.....	17
Impacto .....	18
Síntesis .....	19
Capítulo 1: Estudios Sobre Espectrofotometría UV- VIS Aplicada Para la Extracción y Cuantificación de Vitamina C en Frutas. ....	20
Capítulo 2: Parámetros y Condiciones Para la Extracción y Cuantificación de Vitamina C Por Espectrofotometría UV-VIS en Guayaba Roja. ( <i>Psidium Guajava</i> ).....	29
La Vitamina C.....	29
Funciones de la Vitamina C en el Organismo .....	29
Fuentes de Vitamina C.....	30
Generalidades de la Guayaba ( <i>Psidium Guajava</i> ).....	30
Métodos de Extracción de Vitamina C en Guayaba Roja ( <i>Psidium guajav</i> ).....	32
Extracción en Medio Acido .....	32
<i>Extracción en agua</i> .....	32
<i>Criogenización</i> .....	33
Método Colorimétrico de Mohr .....	35
Cromatografía Líquida de Alta Eficacia en Fase Inversa. ....	37

Capítulo 3: Ventajas y Desventajas de la Espectrofotometría UV-VIS en la Extracción y Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. ( <i>Psidium guajava</i> ) .....	39
Ventajas Espectrofotometría UV –VIS en la Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. ( <i>Psidium guajava</i> ) .....	39
Desventajas de la Espectrofotometría UV-VIS en la Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. ( <i>Psidium guajava</i> ) .....	40
Recomendaciones .....	42
Bibliografía .....	43
Apéndice A .....	50
Apéndice B.....	58

**Lista de Figuras**

Figura 1. Reacción de la vitamina C con el 2,6-diclorofenolindofenol .....	33
Figura 2. Reacción de la vitamina C con el yodo. Tomado de: Métodos analíticos para la determinación de vitamina C .....	34
Figura 3. Reacción de la vitamina C con o-fenilenediamina. ....	36
Figura 4. Reacción generada de la espectofotometría indirecta.Tomado de metodos analíticos para determinar la vitamina .....	36
Figura 5. Porcentaje de referencias según el año de publicación.....	64

### **Lista De Tablas**

Tabla 1. Sumario de los estudios incluidos en la revisión .....	21
Tabla 2. Clasificación Taxonómica de la Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ).....	32
Tabla 3. <i>Tabulación de las referencias según año de publicación</i> .....	51



## Introducción

La complejidad de las matrices alimentarias y la inestabilidad de los compuestos bioactivos presentes en frutas y verduras como la vitamina C, proponen un trabajo arduo en cuanto a su estudio preciso y su cuantificación, dada su rápida oxidación y degradación en el procesamiento y almacenamiento dada su naturaleza lábil, esto pone en evidencia la necesidad de un manejo especial durante su análisis en el laboratorio para la extracción y cuantificación correcta de sus niveles que son indicadores de la calidad de productos, fuente de este micronutriente en la dieta (Bussines Bliss Consultants FZE, 2018).

Es relevante para el estudio de la vitamina C una cuantificación correcta, que sea confiable y efectiva sin perder su compuesto bioactivo, para lo cual se ha descrito en la literatura la técnica de espectrofotometría UV-VIS como método de cuantificación. Es ampliamente aplicada en investigación, producción y control de calidad para el estudio de sustancias fundamentadas en la absorción de luz por una muestra, obteniendo información clave como es la cantidad y la pureza de la muestra misma (Luftmann, 2018), así como la identificación de compuestos específicos, lo que hace de ella una herramienta útil en la medición de un compuesto tan importante y lábil como es la vitamina C. Adicionalmente, permite obtener altas cantidades de ácido ascórbico (AA) a través de un proceso de medición simple y rápido, estableciéndose como un método accesible y sensible en este tipo de análisis. (Bussines Bliss Consultants FZE, 2018)

La técnica de espectrofotometría UV-VIS también cuenta con una serie de ventajas y desventajas para su uso, por lo que se requiere una revisión bibliográfica detallada y en fuentes confiables que permitan determinar los parámetros y condiciones para la correcta extracción y cuantificación de este compuesto bioactivo en diferentes muestras de frutas similares a la de la

Matriz alimentaria en estudio. Por lo tanto, se genera la siguiente pregunta para el desarrollo de esta Monografía. ¿Cuáles son los parámetros y condiciones de la espectrofotometría UV-VIS para la extracción y cuantificación de Vitamina C en guayaba roja (*Psidium guajava*)? Por lo cual esta revisión se centra en la técnica de espectrofotometría UV-VIS en la cuantificación de la Vitamina C.

## Justificación

La Vitamina C o ácido ascórbico (AA) es una vitamina hidrosoluble que tiene función antioxidante, a nivel general anti inflamatoria. Es un compuesto de fácil oxidación, sensible, especialmente en presencia de calor, alcalinidad y por su gran solubilidad en agua, suele eliminarse en el agua de cocimiento, en exposición al aire y en los procesamientos de alimentos. En el ser humano cumple múltiples funciones frente a su crecimiento de células, el desarrollo y crecimiento normal del cuerpo. Por lo tanto, se requiere cuantificarla para evitar la mayor pérdida de este micronutriente, aplicar un método adaptado de reacción de acoplamiento para la extracción de la Vitamina C y método de cuantificación. (Luna et al., 2016)

Para darle una mejor utilidad a las frutas como alimento humano, es importante conocer su valor nutricional, así como también su contenido de Vitamina C (Rahman et al., 2007). Diversos estudios como el de León (2014), confirman el alto valor nutricional de la guayaba roja (*Psidium guajava*) porque es un fruto rico en vitamina C; para establecer el contenido de vitamina C, existen diferentes técnicas de extracción y cuantificación, por lo que es necesario determinar los parámetros y condiciones que eviten que se presenten alteraciones en este compuesto bioactivo en la matriz alimentaria a analizar.

Lo que se pretende con esta monografía, es que a través de una vigilancia tecnológica se presenten las metodologías más adecuadas para la extracción y cuantificación mediante el método de espectrometría UV-VIS en la Vitamina C en guayaba Roja (*Psidium guajava*), que corresponde a una técnica apta que permite conservar las características de la Vitamina C, a su vez, aportará información a las industrias como una base para la fabricación de alimentos funcionales enriquecidos con Vitamina C y así como la aplicación de este método en investigación en el área científica, porque garantiza confiabilidad, y uso frente a otros métodos.

Respecto a la medición en frutas, se encuentra en la literatura que la espectrofotometría es el resultado de la técnica de modernización de procesos en laboratorio para determinar los diferentes contenidos dentro de un producto, teniendo como ventaja, en primera instancia, que son métodos no destructivos que permiten la adquisición de parámetros de calidad interna de frutos, sin dañar su superficie, y en segundo lugar, permite procesos de medición simple y rápida al no requerir pretratamientos complejos ni reacciones químicas en las muestras de frutas (Bussines Bliss Consultants FZE, 2018)

A su vez, Marín (2020), afirma que la espectrofotometría es una de las técnicas analíticas más extendidas por su robustez, sencillez, fiabilidad e instrumentación de bajo costo, tanto para medidas directas como acopladas a otras técnicas o procesos como cromatografía y electroforesis (p. 23). Además, es una herramienta importante para determinar parámetros físico-químicos, como las constantes de equilibrio y velocidad de reacción. De igual forma, Quito (2016), sostiene que esta técnica es un método selectivo simple y ofrece la ventaja de la sensibilidad sin necesidad de extracción o calentamiento. Según, Mohammed et al. (2019) los métodos de ensayo de la espectrofotometría la cual no implica condiciones de reacción estrictas con sustancias asociadas en las formas en cómo se dosifican y se muestran resultados reales; la confiabilidad de este método se evidencia por el cálculo del porcentaje de la desviación estándar y se encontró que variaba dentro del rango de 0,29 a 1,98% y se confirman a partir de la consideración de la interferencia esperada siendo todos estos datos citados por este autor como componentes bases para la fundamentación de este documento.

## Objetivos

### Objetivo General

Identificar los parámetros y condiciones para la extracción y cuantificación de Vitamina C de guayaba roja (*Psidium guajava*) por espectrofotometría UV-VIS.

### Objetivos Específicos.

Indagar sobre espectrofotometría UV-VIS aplicada para la extracción y cuantificación de Vitamina C en frutas.

Analizar los parámetros y condiciones para la extracción y cuantificación de Vitamina C por espectrofotometría UV-VIS en guayaba roja (*Psidium guajava*).

Describir las ventajas y desventajas de la espectrofotometría UV -VIS en la extracción y cuantificación de Vitamina C de guayaba roja (*Psidium guajava*).

## Recolección de la Información

El desarrollo de esta monografía está basado en una investigación mixta por su integración del enfoque cuantitativo y cualitativo, ubicada en el enfoque descriptivo y documental, debido a que se analizaran estudios realizados por otros investigadores y las metodologías utilizadas por ellos para describir los resultados obtenidos sobre la Extracción y cuantificación de la Vitamina C. (Sampieri, 2016)

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la extracción y cuantificación de Vitamina C, en un periodo principal del (2010 a 2021) a nivel nacional e internacional. Dicha consulta se llevó a cabo en su mayoría por medio de la revisión de bases de datos, revistas científicas y herramientas electrónicas como: ELSEVIER, *Scientific Electronic Library Online* SCIELO, Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal REDALYC, Google Académico, Dialnet, PUBMED, SCOPUS, EMBASE, Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico REDIB y La Red Federada de Repositorios Institucionales de Publicaciones Científicas.

Esta búsqueda respondió a preguntas enfocadas en: ¿Qué es la extracción y cuantificación de Vitamina C en guayaba roja (*Psidium guajava*)?, ¿Qué tipo de estudios se han realizado en este tema?, ¿Cuál es la mejor técnica de extracción y cuantificación de Vitamina C en guayaba roja?, ¿Es la espectrofotometría UV-VIS la mejor forma de extracción y cuantificación de Vitamina C en guayaba roja. La ecuación de búsqueda implementada fue: ("Cuantificación vitamina C Espectrofotometria") and ("Extracción guayaba roja "or "Extracción vitamina c" or "Determinación vitamina c") and ("Vitamin extraction parameters" or "Vitamin C extraction conditions") and ("spectrophotometry or Spectrophotometry method") and ("analytical methods vitamin c") and ("Analysis

quantification methods”)

Con relación a los documentos estudiados, prevalecen para el desarrollo de esta monografía, el estudio de los autores Anal P- y Shuchi, (2019). Este estudio se enfocó en el método espectroscópico ultravioleta para la determinación de la Vitamina C, a través del método 2,4 dinitrofenilhidrazina, en diferentes frutas de la región del sur de Gujarat, incluyendo la guayaba roja (*Psidium guajava*), en la que se cuantificaron 181,79 mg/100 g de Vitamina C, los investigadores, los autores demostraron que es un método simple y confiable.

En la investigación realizada por Hermaj et al. (2019), determinaron un análisis comparativo de la concentración de Vitamina C en zumos de frutas comerciales y frutos frescos de Nepal, junto con la determinación de la mejor temperatura de almacenamiento. La investigación fue dirigida, a través del método de extracción de acoplamiento 2,4 dinitrofenilhidrazina, para la cuantificación de vitamina C por espectrofotometría UV-VIS y realizó comparación con métodos trimétricos, donde concluyó que el método espectrofotométrico es un método rápido de analizar y de fácil interpretación. Así mismo, el estudio de Hasbi et al. (2017) demostró por medio del análisis de los niveles de Vitamina C (AA) en la fruta de Mangostán, con la técnica de extracción 2,6 diclorofenol indifenol, y confirmaron una vez más que la espectrofotometría UV-VIS es un método seguro, eficaz, para la cuantificación de la Vitamina C.

En la investigación realizada por Riscachyani et al. (2019) aplicaron pruebas similares a las implementadas en los estudios mencionados anteriormente, aquí, identificaron el contenido de AA en *carica papaya L.* por medio de la Yodimetría y espectrofotometría UV-VIS: dentro de la investigación se efectuaron comparaciones de estas dos técnicas, enfocándose en determinar los niveles de Vitamina C, en el método de titulación a una

muestra de papaya, añadieron el filtrado de la muestra con indicadores de almidón y titulación, luego, mediante la aplicación del método de espectrofotometría UV-VIS, llevaron a cabo la curva de calibración de AA, y dieron resultados mayores en la determinación de los niveles de Vitamina C con una desviación estándar del 0,1313%, concluyeron y demostraron, que el uso del método de espectrofotometría UV-VIS, es un método efectivo y seguro. De igual forma se resalta el artículo de Mussa, S, B. y Shara, Y, E. (2014). La investigación se enfocó en determinar la Vitamina C total (AA+ ácido deshidroascórbico) por Espectrofotometria UV-VIS y el método redox y titulación por retroceso yodimétrica, en varios jugos de frutas, utilizaron el mismo método de extracción en la reacción de acoplamiento de 2,4 di-nitrofenilhidrazina por la técnica aplicada, para comparar los valores del contenido de Vitamina C con el etiquetado en los jugos de frutas envasados, mostraron los resultados, las diferencias significativas del contenido de Vitamina C en los jugos y así afirmaron la efectividad de este método de extracción y cuantificación.

El compuesto bioactivo, su importancia y las principales características se especifican en una revisión del estudio de Fang. (2017). En donde se analizaron los métodos analíticos para la determinación de la vitamina C en alimentos, de la inestabilidad del compuesto y la aplicación de una técnica confiable para conservarla en los diferentes métodos analíticos, la importancia que tiene esta para el ser humano y la elección de un método idóneo para su cuantificación con el método espectrofotometría, para hacer una adecuada extracción y obtener óptimos resultados al momento de utilizarla. Así se concluye que los artículos científicos suministrados en todo el desarrollo de la monografía y dar cumplimiento a la información analizada en los artículos.



## Resultados Esperados

Se espera a partir del desarrollo de esta monografía presentar claridad respecto a los parámetros de la espectrofotometría UV-VIS que hace de esta técnica la más usada para la extracción y cuantificación de la Vitamina C, por lo que se requirió de una revisión bibliográfica detallada y en fuentes confiables que permitieron determinar los parámetros y condiciones para la correcta extracción y cuantificación de este compuesto bioactivo en diferentes muestras de frutas similares a la de la matriz alimentaria en el estudio guayaba Roja (*Psidium guajava*).

A partir de la revisión bibliográfica realizada en los estudios plasmados en los artículos científicos consultados, se identificaron las ventajas y desventajas de la espectrofotometría UV-VIS como técnica para la cuantificación de Vitamina C con el fin de tener claridad y así evitar pérdida de este compuesto bioactivo.

Por último, es importante resaltar que la espectrofotometría UV-VIS, es considerada una técnica valiosa para la industria alimentaria por cuanto este método resulta específico para determinar la concentración del analito en una muestra alimentaria como es la Vitamina C, compuesto bioactivo presente en la guayaba roja (*Psidium guajava*).

### **Impacto**

El desarrollo de esta monografía sobre los métodos de extracción y cuantificación de la Vitamina C, parte de un análisis conceptual del fruto, revisión en estudios realizados y plasmados en artículos científicos sobre extracción de compuestos bioactivos y la aplicación de la espectrofotometría UV-VIS como método para llevar a cabo la cuantificación de diferentes compuestos bioactivos, presentes principalmente en frutas, con el fin de contribuir a la disminución de errores que se puedan cometer al momento de aplicar esta técnica a partir de protocolos estandarizados y su aplicación en la cuantificación de Vitamina C en la guayaba Roja (*Psidium guajava*).

## Síntesis

En el capítulo 1: De los estudios de la espectrofotometría UV-VIS para la extracción y cuantificación de Vitamina C en frutas, tiene como finalidad realizar un análisis de las condiciones y covariables de los principales resultados esperados, en los artículos seleccionados para demostrar los resultados de los experimentos y la importancia de la técnica de espectrofotometría UV-VIS en la industria de los alimentos en algunas comparaciones con otras técnicas, para la cuantificación de compuestos bioactivos en frutas.

En el capítulo 2: Se revisan los parámetros y condiciones para la extracción y cuantificación de Vitamina C por espectrofotometría UV-VIS en guayaba roja (*Psidium guajava*). Se presenta en primer lugar las generalidades de la guayaba roja (*Psidium guajava*), posteriormente se reportan los métodos de extracción y por último un análisis del compuesto bioactivo.

En el capítulo 3: Se presentan las ventajas y desventajas de la técnica espectrofotometría UV-VIS para cuantificación de Vitamina C en guayaba roja (*Psidium guajava*).

## Capítulo 1: Estudios Sobre Espectrofotometría UV- VIS Aplicada Para la Extracción y Cuantificación de Vitamina C en Frutas.

El desarrollo de métodos analíticos, rápidos, simples y económicos es una de las áreas de crecimiento de interés, especialmente porque se necesita tomar decisiones rápidas en el campo medioambiental e industrial. Se han desarrollado actualmente diversos métodos analíticos para la determinación del AA incluyendo, espectrofotometría, titrimétrica y cromatografía titrimétrica, voltamperometría, fluorometría y potenciometría como técnica analítica. Del mismo modo, la electroforesis capilar por cromatografía y la cromatografía de gases también se usa para la determinación de AA de diferentes especies de cítricos (Anal P; & Shuchi, D. 2019), de esta manera, en la presente monografía se estudia la técnica de espectrofotometría UV-VIS, que se utiliza para determinar el AA en diferentes especies de frutas. En la tabla 1 se representan las principales características de los sumarios de los estudios revisados.

**Tabla 1.**

*Sumario de estudios de cuantificación de vitamina C*

Tipo	Metodología	Resultados principales	Referencias
Analítica	En este artículo procedieron de acuerdo con el método de espectrofotometría UV-VIS para la determinación de AA en diferentes frutas. Por medio del espectrofotómetro UV-Visible. Modelo Shimadzu 1800, para la determinación de la Vitamina C. Aplicaron las reacciones de acoplamiento de la	En la determinación de la Vitamina C por el método de la espectrofotometría UV-VIS. El ácido ascórbico se oxida a ácido deshidroascórbico, por la acción de la solución del bromo. El ácido dehidroascórbico reacciona con 2,4, DNP y dinitrofenilhidrazina y produce una osazona que al tratarse con ácido sulfúrico $H_2SO_4$ forma una solución de color Rojo. Identificaron	Anal P; & Shuchi, D. 2019 Método espectroscópico ultravioleta para determinación de Vitamina C (AA) en diferentes frutas en la región sur Gujarat.

	<p>solución 2,4, DNPH dinitrofenilhidrazina, Con la adición de la solución del agua de bromo, y le adicionaron <math>H_2SO_4</math> ácido sulfúrico, como método simple y confiable.</p>	<p>la solución de la solución coloreada de todos los estándares, con la siguiente ecuación de la curva de calibración: <math>y = 0,0067x + 0,0549</math>  <math>R^2 = 0,9881</math>. En el zumo de la guayaba (<i>Psidium guajava</i>) el resultado fue de 181,79(mg/100g).</p>	
Analítica	<p>En la investigación de este estudio realizaron comparación en zumos de frutas del contenido de Vitamina C entre zumos de frutas comerciales y zumos de frutas frescas, mediante el uso de la técnica de dinitrofenilhidrazina (DNPH) espectrofotometría UV-VIS, en el espectrofotométrico UV. Visual de doble haz LT-2100, con cubeta de cuarzo de 10mm.</p>	<p>Se realizó comparación de la técnica UV-VIS. Con la técnica de método Trimétrico donde involucro la reacción redox entre el yodo y la Vitamina C, al añadir el yodo en la titulación, el (AA) se oxidó a ácido deshidroascórbico, mientras que el yodo se redujo a iones de Yoduro. Los dos métodos arrojan resultados similares de contenido de Vitamina C, aunque el método de titulación es simple, la espectrofotometría UV-VIS, consume menos tiempo y fácil interpretar.</p> <p>Los investigadores obtuvieron la siguiente ecuación lineal de la curva de calibración.  <math>Y = 0,0005 + 0,128</math>  <math>R^2 = 0,994</math></p>	<p>Hermaj et al (2019). A comparative analysis of vitamin-c concentration in commercial fruit juices and fresh fruits of Nepal with effect of temperature. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 11(8).</p>
Descriptivo	<p>Determinaron los niveles de Vitamina C contenidos en la papaya, usando espectrofotometría UV-VIS y método de yodimetría, donde el</p>	<p>Para realizar la determinación de los niveles de la Vitamina C en papaya, usaron la muestra para el método de Espectrofotometría UV-VIS. La llevaron a cabo haciendo</p>	<p>Riscachyani et al., (2019). Identification of Ascorbic Acid Content in <i>Carica papaya</i> L. Using Iodimetry and UV-</p>

método y los materiales utilizados fueron, papaya de california, aquadest, solución de almidón, solución de yodo 0,01 N, solución de KI, solución de  $H_2SO_4$ , tiosulfato, de sodio, Ácido, ascórbico, ácido oxálico y molibdato de amonio.

una curva de calibración de AA, luego a la muestra filtrada le agregaron una solución de  $H_2SO_4$  al 5% y reactivo de molibdato de amonio para formar color y ser observadas en el espectro visible, luego midieron la absorbancia de la muestra a una longitud de onda de 494nm. El principio del método de yodimetría es la vitamina C (AA) como un fuerte agente reductor y puede ser titulado con solución estándar de yodo. El resultado de los niveles de Vitamina C, mediante el método de espectrofotometría UV-VIS fueron mayores a 0,1313% y los de yodimetría fueron menores de 0,0147%.

Resultados de absorbancia

$$Y = 0,015 + 0,0133$$

Utilizaron una corrección de error de  $R^2 = 0,9615$

Descriptivo	El artículo es sobre la determinación de Vitamina C, en el Mangostán, utilizaron espectrofotometría UV-VIS,	Se tomó una muestra de 10g, tuvo una absorbancia de 0,3190 y 0,0590 mg/g de vitamina C. El mangostán, contiene 7,2 mg/ g de vitamina C.	Hasbi et al, (2017) <i>Análisis Kadar vitamin C. Pada Buah Manggis y Ang Diperjualbelikan di pasar Terong Kota makassar</i>
Analítico	Los investigadores procedieron de acuerdo al método de espectrofotometría UV-VIS de doble haz (Modelo Gesey 10UV) con celda de	La Vitamina C Total (AA) fue determinada por espectrofotometría en varios zumos de fruta. En este método una muestra se homogeniza con un 3% de ácido metafosfórico- acético	Mussa, S, B. & shara, Y, E., (2014). <i>Analysis of Vitamin C (ascorbic acid) Contents packed fruit juice by UV-</i>

1cm, para el análisis del contenido de Vitamina C (AA) en zumo de fruta embasada.

al 10% Soluble. Luego, se adiciona agua con bromo y oxida el AA a ácido deshidroascórbico en presencia de ácido acético y el exceso de bromo se elimina con unas gotas del 10% tiourea. Después de acoplar con 2,4 dinitrofenilhidrazina a 37°C de temperatura durante tres horas, la solución se ha enfriado en baño de hielo y se trata con  $H_2SO_4$  al 85%enfriado para producir un complejo de color rojo y la absorbancia se mide espectrofotométricamente a 521 nm.

Ecuación de la recta de la curva de calibración:  
 $Y = 0,016x$   
 $R^2 = 0,995$

Hacen uso de la reacción por método de redox  
 Generation  $I_2$  (Eq1)  
 $KIO_{3(aq)} + 6H_{aq}^+ + 5I_{(aq)}^-$   
 $\rightarrow 3 I_{2(aq)}$   
 $+ 3 H_2O(l)$   
 $+ K + (aq)$

Oxidación de vitamina C (Eq.2)  
 $C_6H_8O_6(aq) + I_2(aq) \rightarrow C_6H_6O_6(aq) + 2I^-(aq) + 2H^+(aq)$

spectrophotometry and Redox Titration Methods

---

*Nota: Elaborado por el autor a partir de la revisión bibliográfica*

Según los estudios reportados en la tabla 1, el periodo de publicación de los artículos comprende los periodos entre 2014 – 2019. Las investigaciones reportadas en los artículos revisados fueron desarrolladas en distintos países. En la mayoría de los estudios los investigadores se enfocaron en la principal técnica de extracción y cuantificación de Vitamina C por espectrofotometría UV-VIS, seleccionada para la presente Monografía, lo que permite inferir que

es la técnica más eficiente para la extracción y cuantificación de Vitamina C. A continuación, se presenta la importancia de la técnica en los estudios analizados que dan soporte a la confiabilidad y seguridad de los resultados del uso del método de cuantificación por espectrofotometría UV-VIS.

En el estudio realizado por Anal P; & Shuchi, D. (2019) se determinó el contenido de ácido ascórbico (AA) en diferentes frutas con la técnica de espectrofotometría UV-VIS. Para la extracción de la Vitamina C, se hizo uso de una licuadora en medio ácido en presencia de ácido acético y ácido meta fosfórico para estabilizar el compuesto de interés y, para determinar el contenido del ácido ascórbico se aplicó el método espectrofotométrico de 2,4 DNPH. El método consiste en varias reacciones, inicialmente, el ácido ascórbico se oxida a ácido deshidroascórbico por la acción de la solución de bromo, y finalmente, el ácido L-deshidroascórbico reacciona con 2,4dinitrofenilhidrazina y produce una osazona que en el tratamiento con  $H_2SO_4$  forma una solución de color rojo. En general, el estudio concluyó que el método espectrofotométrico para la determinación de vitamina C es un método simple y confiable y proporciona un excelente resultado para la determinación de vitamina C, esta afirmación es soportada por la investigación desarrollada por Hermaj et al. (2019), pues afirman que la espectrofotometría UV-VIS es un método simple, confiable y requiere menos tiempo por lo que la técnica es fácil de interpretar, aquí, realizaron un análisis para comparar la concentración de Vitamina C entre zumos de frutas comerciales y zumos de frutas frescas de manzana, naranja, limón y uvas, mediante el uso de espectrofotometría UV-VIS y el método titrimétrico.

Para la cuantificación por titrimetría, a partir de una solución estandarizada de yoduro de potasio en presencia de almidón al 0,5% como indicador se realizó la titulación de la solución que contenía la vitamina C extraída de las frutas, en este procedimiento ocurre una reacción



óxido – reducción, en donde el yodo se reduce y el ácido ascórbico se oxida y a través de un cálculo por estequiometría se obtiene la cantidad de vitamina C en la muestra analizada, Mussa, S, B. y Shara, Y, E., (2014) señalan que en este proceso el yodo en medio acuoso oxida la vitamina C y para que esto suceda es requerido estar en una solución ácida por lo que usualmente se hace uso de un ácido fuerte para facilitar la reacción, Riscahyani et al. (2019) afirman que este procedimiento debe realizarse rápidamente ya que el ácido ascórbico reacciona fácilmente con el  $O_2$  del aire y termina convirtiéndose en ácido deshidroascórbico. Para la cuantificación por espectrofotometría, en la investigación hicieron uso de un espectrofotómetro LT-2100 UV-visual de doble haz en donde se utilizó una cubeta de cuarzo para registrar la absorbancia, al igual que en el estudio realizado por Anal P; & Shuchi, D. (2019) este método implicó la reacción de acoplamiento del 2,4 colorante de dinitrofenilhidrazina (DNPH) con vitamina C seguido de la determinación espectrofotométrica. En general, la investigación arrojó que los dos métodos de cuantificación implementados concordaron entre sí y con los valores reportados en la literatura, sin embargo, los autores afirman que la espectrofotometría requiere menos tiempo y es más fácil de interpretar puesto que en la titulación con yodo el punto de oxidación depende de la experiencia del investigador y puede verse afectada según quién los realice.

Una metodología similar fue aplicada por Riscahyani et al. (2019) para la determinación de los niveles de vitamina C en la papaya, implementaron el método de titimetría siguiendo el un procedimiento parecido al implementado por Hermaj et al. (2019) con la variación de que se estandarizó una solución de tiosulfato de sodio que fue usado para la estandarización de la solución de yodo y se hizo uso de amilum como indicador. Para la cuantificación por medio del espectrofotómetro si hubo una mayor variación en la metodología utilizada, en esta investigación, los autores realizaron la curva de calibración del equipo en una solución de ácido

ascórbico de 10 ppm en presencia de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y molibdato de amonio para establecer la determinación de la longitud de onda máxima, esta solución se preparó varias veces variando el volumen del ácido ascórbico, para la extracción de la Vitamina C, los investigadores limpiaron la papaya quitándole la cáscara y las semillas y de manera similar a Hermaj et al. (2019) se obtuvo el extracto de fruta y se filtró, a esta solución se añadió 5% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  y 5% de molibdato de amonio para llevarlo al espectrofotómetro y obtener la longitud de onda y así obtener la concentración de ácido ascórbico en la muestra problema, adicionalmente agregaron ácido oxálico para mantener estable la vitamina C en la muestra. En esta investigación se ve una diferencia importante entre los dos métodos de determinación utilizados, una diferencia entre los resultados obtenidos por el estudio realizado por Hermaj et al. (2019), pues en los resultados encontraron que haciendo uso del método de tritimetria con yodo la concentración de ácido ascórbico fue de tan solo de un 0,0147% mientras que por espectrofotometría UV-vis fue de 0,1313% una diferencia de 0,1173%.

El trabajo realizado por Mussa, S, B. y Shara, Y, E., (2014) da soporte a la efectividad de la determinación del nivel de ácido ascórbico por espectrofotometría, pues en su investigación realizaron la comparación del contenido de vitamina C en zumos de frutas naturales y procesados por este método y a través de valoración redox, dado que el ácido ascórbico es un agente reductor débil acepta electrones, oxidándose en una reacción de oxido-reducción como ya se ha mencionado, el proceso sigue el esquema establecido por Riscahyani et al. (2019) se realiza la estandarización del tiosulfato para estandarizar la solución de la muestra a analizar, respecto a la implementación de la técnica de espectrofotometría el proceso también es similar a lo que ya se ha mencionado con la diferencia de que en la construcción de la curva de calibración se agrega bromo para oxidar el ácido ascórbico y obtener ácido deshidroascórbico, además se añaden gotas

de tiourea que eliminan el exceso de bromo, a los estándares se les añadió 2,4-DNPH y ácido acético, los autores mencionan que el proceso de análisis por espectrofotometría puede verse afectado por la presencia del ácido dicetogulónico debido a la hidrólisis de oxidación destructiva a un PH más alto que genera la apertura del anillo de lactona del ácido ascórbico y se pierde la actividad vitamínica, es por esto que se debe asegurar el medio ácido en la solución problema y en las muestras usadas para realizar la curva de calibración, señalan también que puede haber interferencia debida la presencia glucosa debido a la similitud en su estructura con la vitamina C reaccionando de manera similar con el DNPH, por ello se requiere añadir a la solución ácido acético y así asegurar la extracción de la glucosa. En general, en el estudio se encontró una pequeña diferencia entre el uso de las dos técnicas para la determinación de los niveles de ácido ascórbico en las muestras analizadas, sin embargo, los investigadores señalan la efectividad y simplicidad de hacer uso de la técnica de espectrofotometría. Hasbi et.al (2017), utilizaron un espectrofotómetro para identificar los niveles de vitamina C en mangostán, para la extracción se agregó ácido oxálico a la pulpa del mangostán y para comprobar la existencia de este se realizó un análisis cualitativo con 2,6 diclorofenol sódico en donde a través de una reacción de óxido reducción la solución toma un color rosa que afirma la presencia de ácido ascórbico, en el proceso de espectrofotometría se obtuvo que los niveles de Vitamina C fueron de 0,05909 mg/g una diferencia importante frente a lo que se relaciona en la base de datos de la USDA donde se reporta un contenido de 7,2 mg/g por lo que se infiere que en el proceso de extracción la vitamina tiene margen de mejora para evitar que se descomponga.

En general, las investigaciones revisadas dan soporte al uso de la técnica de espectrofotometría UV-VIS para determinar el contenido de Vitamina C en frutas, por ser un método sencillo, eficaz y adecuado en la industria de alimentos dada su precisión en la

determinación de compuestos bioactivos, y a la rapidez en que se puede aplicar.

Luna et al. (2016) menciona que la Vitamina C es un compuesto de fácil oxidación, sensible, especialmente en presencia de calor, alcalinidad y por su gran solubilidad en agua, que se destruye al exponerse a procesos de cocción y en presencia del aire, por lo tanto, se requiere aplicar un método adaptado de reacción de acoplamiento para la extracción de la Vitamina C. Es así que en los estudios revisados en donde se hace una comparación entre la técnica de espectrofotometría y titulación o valoración redox los resultados siempre son mejores al hacer uso de un espectrofotómetro con variación en las técnicas implementadas, pues en 3 de los 6 estudios que se relacionan en la tabla 1 de esta monografía destacan la adición de la solución 2,4 dinitrofenilhidrazina y en 3 de esos mismos estudios la adición de  $H_2SO_4$  en la solución para asegurar complejo coloreado lo que ofrece resultados satisfactorios.

## **Capítulo 2: Parámetros y Condiciones Para la Extracción y Cuantificación de Vitamina C Por Espectrofotometría UV-VIS en Guayaba Roja. (*Psidium Guajava*)**

### **La Vitamina C**

Aunque desde 1720 se haya observado una relación entre el escorbuto y la falta de consumo de alimentos vegetales frescos, la Vitamina C o ácido ascórbico permaneció desconocida hasta 1927, año en el que fue descubierta por Albert Szent-Györgyi (Carr & Maggini, 2017).

Está compuesta por 6 átomos de carbono de los cuales 4 forman un anillo con estructura de lactona y es una vitamina hidrosoluble que se sintetiza a partir de la glucosa en la mayoría de las plantas y animales. El ser humano es incapaz de sintetizar la Vitamina C por la falta de una enzima llamada L-gluconolactona oxidasa que cataliza el último paso de la glucosa a la Vitamina C, esto obliga a incorporar la vitamina a la dieta (Bolet Astoviza, 2004).

### **Funciones de la Vitamina C en el Organismo**

Es un antioxidante muy efectivo por su capacidad de donar electrones, lo que permite la protección de moléculas importantes que componen nuestro organismo como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Además, protege de la oxidación a otras vitaminas como la vitamina A, E y algunas de las vitaminas B, también, mantiene el estado reducido de los iones de hierro y cobre y potencia la absorción intestinal de hierro no ligado al grupo hemo. La deficiencia de esta vitamina se relaciona principalmente con la carencia de tejido conectivo, que en su mayor grado se refleja con el escorbuto. Los síntomas del escorbuto como el sangrado de la piel, nasal y de encías, la anemia y la demora en la cicatrización de heridas nos demuestra la importancia de la Vitamina C en el ser humano. Aparte es el cofactor de diversas enzimas como las hidroxilasas

necesarias para la biosíntesis de la carnitina que es una molécula encargada de transportar los ácidos grasos a la mitocondria para su metabolismo, y de la enzima hidroxilasa encargada de la síntesis de las catecolaminas (Nutricion.org, 2021).

### **Fuentes de Vitamina C**

Debido a la termolabilidad de la Vitamina C se recomienda consumir alimentos crudos o con métodos de cocción menos intensos como al vapor o microondas unos minutos. Para su conservación se recomienda mantenerlos en lugares frescos, secos y oscuros o donde no les pueda dar la luz de forma directa, ya que el ácido ascórbico es sensible a la luz y las radiaciones ultravioletas. La ingesta recomendada de Vitamina C diaria es de 20 a 60 mg en niños y de 80 a 100 mg en adultos, aconsejando el aumento en 35 mg en caso de fumadores. En mujeres en periodo de lactancia esta recomendación aumenta a 120 mg al día. Ya se sabía mucho antes de conocer la Vitamina C, que el consumo de alimentos vegetales frescos y frutas evitaba padecer la enfermedad del escorbuto, por lo que es justamente en esos alimentos donde se encuentra la mayor cantidad de esta vitamina (Zago G, et al, 2010). Dentro de los alimentos que poseen un mayor contenido de vitamina C se encuentra la moringa, el escaramujo, la acerola, los chiles y la guayaba (Heathline, 2022).

### **Generalidades de la Guayaba (Psidium Guajava)**

El árbol de guayaba es nativo de América del Norte, América Central, América del Sur y el Caribe. Se distribuye en el sur de Florida, México. Cuba, Centro América, Puerto Rico, Guatemala, Brasil, Perú, Las Antillas, Hawai y el Caribe. Este fruto pertenece a la familia de Mirtaceae, es decir que pertenece a la familia de plantas arbóreas o arbustivas, generalmente perennifolias y aromáticas (Revista Científica, 2015, cit. en Ortega & Madrigal, 2018, p. 9). El

nombre científico de la guayaba es, Guayaba Roja, (*Psidium guajava*). Etimológicamente viene del latín "*Psidium*", nombre genérico que significa "granada" (Celis, E.S., 2015). La clasificación taxonómica a la que obedece la Guayaba se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2.**

Clasificación Taxonómica de la Guayaba (*Psidium guajava*)

<b>Clasificación Taxonómica</b>	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta Plantas vasculares
División	Magnoliophyta
Superdivisión	Spermatophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Myrtales
Familia	Myrtaceae - Mirtáceas
Subfamilia	Myrtoideae
Tribu	Myrteae
Género	<i>Psidium</i>
Especie	<i>P. guajava</i>

Nota: Fuente Rodrigo Fernández, G. C., & Yanqui, Y. (2018).

La guayaba es un fruto carnoso, su sabor varía de ácido a dulce según la variedad. Su pulpa es de textura blanda y carnosa, se puede presentar también en color blanco, amarillo, rojo o rosado. Cuando el fruto está maduro, está listo para ser consumida. Esta puede ser consumida cruda, en rodajas como postre, con batidos, licuada, cocteles, brochetas de frutas o en ensaladas de frutas. También puede ser consumida cocinada en mermelada, compotas, salsas, dulces, tortas, yogurt (Ortega & Madrigal, 2018, p. 24).

Dado el nivel de vitamina C que posee la guayaba, a continuación, se presentarán algunas técnicas de extracción y determinación de los niveles de este compuesto que puede ser aplicado en este fruto.

## **Métodos de Extracción de Vitamina C en Guayaba Roja (*Psidium guajav*)**

El método de extracción de vitamina C en frutas depende de los siguientes criterios: (1) la información analítica requerida; (2) la naturaleza de la matriz alimentaria; (3) la forma en la que la vitamina se produce de forma natural o se añade (esto se debe en particular a que algunas vitaminas están unidas a otros nutrientes o constituyentes alimentarios, como carbohidratos y proteínas); (4) la naturaleza y cantidades relativas de sustancias potencialmente interferentes; (5) la estabilidad de la vitamina frente al calor y los extremos de pH; (6) la naturaleza lábil de las vitaminas (Bussines Bliss Consultants FZE, 2018). Estos criterios deben tenerse en cuenta para que el analito pueda separarse del alimento sin pérdida o degradación de su calidad y rendimiento (Bussines Bliss Consultants FZE, 2018).

A continuación, se presentan algunas técnicas para llevar a cabo la extracción de Vitamina C, que permiten hacer un análisis confiable y seguro al aplicar el método para la extracción de Vitamina C de la guayaba roja (*Psidium guajava*.).

### **Extracción en Medio Acido**

Consiste en una extracción sólido-líquido con ácido sulfúrico o ácido fosfórico, que luego de un tiempo se centrifuga y se realiza la separación de la fase acuosa y la filtración (Chillagana & Veloz, 2019, p. 32).

### ***Extracción en agua***

La Vitamina C es soluble en agua, por lo tanto, es una alternativa posible triturar la fruta y luego agitarlo con agua. Un método común es triturar el material con un poco de arena limpia en un mortero. Luego, el material se puede filtrar o centrifugar para eliminar los residuos. La Vitamina C quedará en el agua (Turín, 2018, p. 39).



### ***Criogenización***

En donde se congela el fruto en nitrógeno líquido y se almacenan a una temperatura de  $-80^{\circ}\text{C}$  para pulverizarlo y realizar una extracción con ácido acético y Ácido oxálico y luego centrifugar para realizar filtración (Camelini et al., 2014, p. 146).

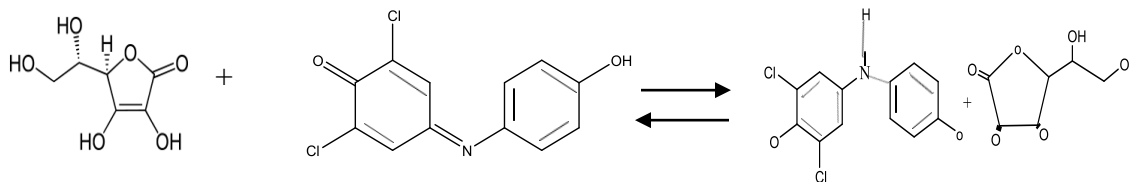
### **Métodos Analíticos Para Cuantificar la Vitamina C**

#### ***Titulación Con el Indicador Redox 2,6-diclorofenolindofenol***

En este método se aprovecha el poder reductor de ácido ascórbico, se hace uso de una solución a una concentración y volumen conocido de un compuesto que se reduce, mientras que el ácido ascórbico se oxida. Se agrega 2,6 – diclorofenolindofenol a la muestra que cuando llega al fin de la toma una tonalidad rojiza, por tanto, el método permitirá cuantificar la cantidad de vitamina C una vez se haya oxidado por completo y el proceso de titulación lleve al color señalado. En la figura 1 se muestra la reacción generada. (AOAC, 2021)

#### **Figura 1.**

*Reacción de la vitamina C con el 2,6-diclorofenolindofenol.*



*Nota: Tomado de Métodos analíticos para la determinación de vitamina C, Cynthia Campos*

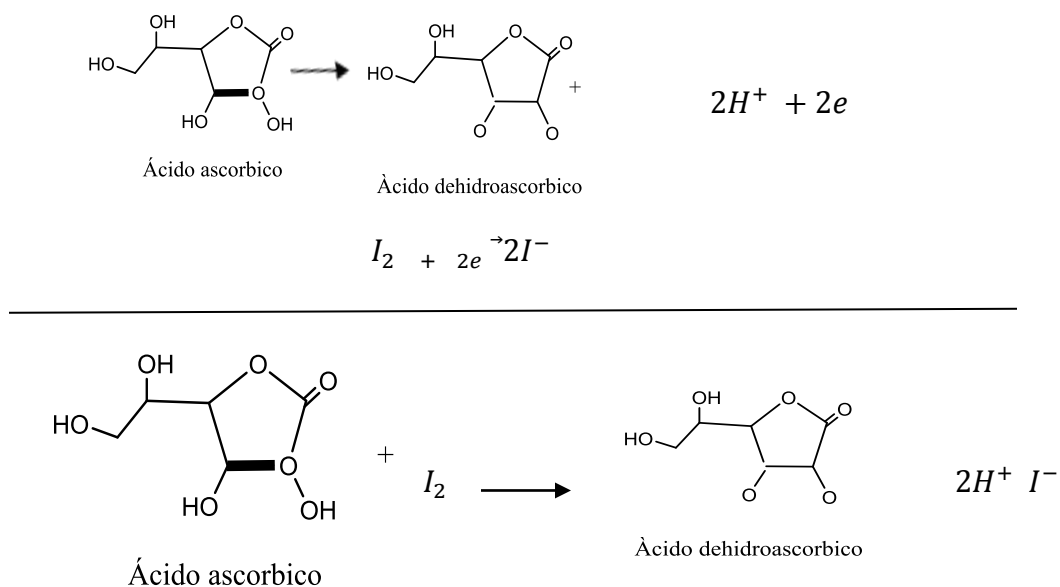
2021

## Método Yodométrico

Este método se basa en la reacción entre yodo y almidón y la interferencia de la vitamina C. El yodo forma un complejo azul con el almidón, al reaccionar con el ácido ascórbico AA se observa una disminución en la intensidad del color en la disolución, cuando el yodo se disuelve en una disolución de yoduro de potasio, se presentan polinucleares que se introducen en la hélice de amilosa formando un complejo coloreado (azul-negro). Al reaccionar el complejo yodo-amilosa con AA, la disolución indicadora pierde el color. Esto se debe a que AA es oxidado por un oxidante suave como la disolución de yodo para dar lugar a ácido dehidroascórbico y a iones yoduro; para cuantificar se preparan patrones de vitamina C teniendo en cuenta lo anterior y se lee la absorbancia a 521nm (Fang, 2017). En la figura 2 se presenta la reacción generada.

### Figura 2.

*Reacción de la vitamina C con el yodo.*



*Nota: Tomado de Métodos analíticos para la determinación de vitamina C, Cynthia Campos*

### **Método Colorimétrico de Mohr**

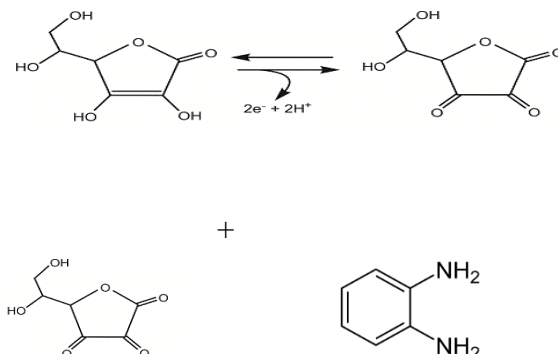
En este método el ácido ascórbico, por tratamiento con la 2- nitroanilina diazótada, da lugar al derivado 2-nitrofenilhidrazida del ácido oxálico, el cual, en presencia de un exceso de NaOH, forma una sal sódica de color violeta cuya absorbancia se mide a 540 nm. La presencia de otras vitaminas, compuestos sulfhídricos, ácido sulfuroso, etc., no influye en la determinación de ácido ascórbico por este método. El producto de la reacción entre el ácido ascórbico y la 2-nitroanilina se extrae con isobutanol y luego se trata con NaOH para obtener la formación del complejo rojizo violeta, la especificidad y sensibilidad se incrementan. Con tal modificación pueden analizarse cuantitativamente cantidades tan pequeñas como 0,5 mg de ácido ascórbico por centímetro cúbico. Por el contrario, si la reacción se realiza prescindiendo de la extracción con isobutanol, se necesita una concentración mínima del orden de los 10 mg/cm de ácido ascórbico. El método es adecuado para la determinación del ácido ascórbico en frutas, zumos, alimentos suplementados con la vitamina y en preparaciones farmacéuticas. Aunque el método de Mohr (extracción con isobutanol) tiene aplicación muy amplia, puede seguirse el método simplificado (sin extracción) en caso que las soluciones o extractos sean transparentes, incoloros o a lo sumo tengan color amarillo débil. Con este método se determina exclusivamente el contenido de ácido ascórbico (Bernal de Ramirez, 1998).

### **Método Fluorométrico**

Se basan en la medida de la fluorescencia a una longitud de onda a 430 nm tras la oxidación de ácido ascórbico y su posterior reacción con un marcador fluorogénico (o-fenilenediamina (PDA), formando un complejo fluorescente como se presenta en la figura 4. (Campos 2021.)

**Figura 3.**

Reacción de la vitamina C con *o*-fenilenediamina



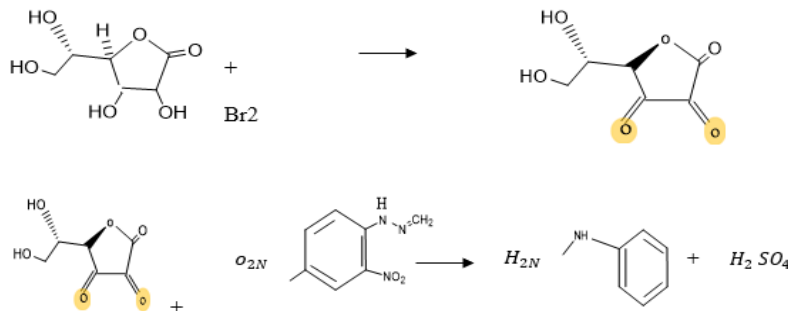
*Nota: Elaboración propia con moléculas tomadas de Métodos analíticos para la determinación de vitamina C, Cynthia Campos 2021.*

#### Método Colorimétrico 2,4-dinitrofenilhidrazina(DNPH)

El método se basa en dos reacciones, inicialmente en la oxidación del ácido ascórbico a ácido L-dehidroascórbico en presencia de una solución de bromo, posteriormente el ácido L-dehidroascórbico reacciona con DNPH produciendo una osazona que con ácido sulfúrico al 85% forma una disolución roja. La coloración depende de la concentración de Vitamina C presente en la mezcla (Fang, 2017). En la figura 4 se presenta la reacción generada.

**Figura 4.**

Reacción generada de la espectrofotometría



*Nota: Elaboración propia indirecta tomadas de Métodos analíticos para la determinación de vitamina C (Fango, 2017).*

### **Cromatografía Líquida de Alta Eficacia en Fase Inversa.**

Conocida como HPLC por su nombre en inglés “high performance liquid chromatography” se basa en la separación de componentes de una mezcla por diferentes interacciones tanto químicas como físicas entre la mezcla a analizar, la fase móvil, y la fase estacionaria. Para ello se dispone de una fase estacionaria que se coloca en una columna de cromatografía. Esta se ha de bañar previamente con la disolución de la fase móvil. Esto se hace para que la fase estacionaria se impregne bien con la fase móvil y no con la mezcla a analizar. Preparada la columna de cromatografía y el método de detección, se puede empezar a añadir la fase móvil con el analito. Como fase móvil se ha de usar una disolución cuyo pH esté por debajo del pKa de la vitamina C (4,17) para evitar la forma ionizada de la misma. Para conseguir este requisito se puede usar el ácido trifluoroacético, el ácido sulfúrico o el ácido fosfórico. Conviene añadir un disolvente orgánico a la fase móvil para evitar un colapso hidrofóbico de la fase estacionaria. Teniendo en cuenta que el pH ácido acelera la degradación del sílica gel, compuesto usado frecuentemente en la fase estacionaria, es aconsejable sustituir este por un compuesto híbrido de zirconia o un polímero de mayor estabilidad química. El método de detección que se usa con mayor frecuencia es el de la espectrofotometría de UV –VIS con una absorción máxima para la Vitamina C entre 244 y 165 nm de longitud de onda (AOAC, 2021).

### **Análisis de los Métodos de Cuantificación**

Existe una gran variedad de técnicas para la determinación analítica tanto cuantitativa como cualitativa de la Vitamina C, que abarca métodos tan simples, como puede ser una titulación y reacciones de reducción. En la determinación del ácido ascórbico con técnicas espectrofotométricas, el principal inconveniente en la pérdida del analito es la presencia de impurezas, que pueden enmascarar los resultados; en cuanto a métodos de titulación la

desventaja es, que la apreciación del color no es la misma con cada analista y en ambos casos la gran cantidad de solventes que se utiliza para la extracción es mayor (Montaño, 2011; p.13).

El AA es muy sensible a la temperatura y gran parte de esta se pierde en el procesamiento de alimentos a base de calor, es una Vitamina hidrosoluble cuyo contenido de agua es superior, se degrada fácilmente por cambios de temperatura, incidencia de la radiación y concentración de oxígeno, su extracción de fuentes naturales debe de realizarse en medio ácido y con la mínima cantidad de radiación (Fernández Montoya. L. 2016).

Despues de haber realizado un barrido en los resultados de las distintas investigaciones expuestas, se observa que el método idóneo de interés para la extracción de Vitamina C es la maceración en presencal de alcohol y para la determinación es el de Espectrofotometría UV-VIS para determinar el AA, porque es un método simple y la Vitamina C puede absorber los rayos ultravioletas y no compromete la integridad del AA. Es un método adecuado, para estudios con Vitamina C, en tabletas zumos de frutas frescas o envasados, frutas sólidas y verduras pues proporciona unos resultados fiables, agiles y de bajo costo. (Anal P; & Shuchi, D. 2019)

### **Capítulo 3: Ventajas y Desventajas de la Espectrofotometría UV-VIS en la Extracción y Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. (*Psidium guajava*)**

La espectrofotometría UV-VIS se basa en el principio de absorción de radiación electromagnética a determinada longitud de onda, cuyo efecto sobre la materia orgánica es producir transiciones electrónicas entre los orbitales atómicos o moleculares de la sustancia. La absorción molecular en la región ultravioleta y visible del espectro depende de la estructura electrónica de la molécula. La absorción de energía excita los electrones y permite el paso de electrones de niveles menos energéticos a niveles de mayor energía. (Díaz, et al. 2010)

#### **Ventajas Espectrofotometría UV –VIS en la Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. (*Psidium guajava*)**

La espectrofotometría se caracteriza por su precisión y sensibilidad para identificar la concentración de la Vitamina C (AA) presente en la guayaba Roja (*Psidium guajava*) (Medrano et al., 2019).

Permite cuantificar el AA por medio de la absorbancia en muestras de concentraciones desconocidas (Medrano et al., 2019).

La espectrofotometría presenta una sensibilidad de  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  Molar. y se utiliza como método directo o indirecto en reacciones colorimétricas. (Bernal de Ramirez, 1998).

Otra de las ventajas es que facilita al máximo, la transmisión de la información y se adapta con facilidad, a las diferentes funciones y con mucha eficiencia. Aunado a esto, los espectrofotómetros han sido constantemente mejorados para que faciliten los resultados.

Actualmente, estos instrumentos son indispensables en los laboratorios destinados a los estudios de química analítica de todas las áreas. (Suchi et al. 2019)

En el caso de las valoraciones o cuantificaciones, se requiere una comparación con una

solución de referencia o un estándar. Se recomienda emplear la longitud de onda máxima observada realmente en el instrumento utilizado, como se indicó anteriormente. La referencia se puede diluir a diferentes concentraciones para obtener una curva de calibración. (Medrano et al., 2019).

### **Desventajas de la Espectrofotometría UV-VIS en la Cuantificación de Vitamina C de Guayaba Roja. (*Psidium guajava*)**

Dentro de las desventajas que proporciona el uso del espectrofotómetro, se encuentran factores como el pH, concentración de la sal y los disolventes que pueden alterar la carga de las moléculas del compuesto bioactivo Vitamina C (AA) en la guayaba roja (*Psidium guajava*) provocando desplazamientos de los espectros UV-VIS(Díaz et al, 2010).

En las reacciones químicas y en la extracción del compuesto pueden generarse interferentes que afectan el resultado al leer la absorbancia en el espectrofotómetro.

Es importante revisar la instrumentación que se utilizará en el espectrofotómetro para la medición de la absorbancia de la luz visible y ultravioleta, dado que es posible el compartimiento donde se aloja el recipiente transparente que contiene la muestra para medir la UV se encuentre desgastado, esto influirá en el resultado. (Díaz et al 2010)

Frente al método de titulación, este presenta un mayor costo.

En comparación con la identificación mediante cromatografía líquida, es más lento y presenta menor sensibilidad.



## Conclusiones

Se evidencia a partir de la revisión bibliográfica, de la vigilancia tecnológica y del análisis del método de espectrofotometría UV-VIS que es una técnica eficiente para la cuantificación de Vitamina C, en diferentes especies de frutas.

En los estudios analizados en donde hubo comparación entre el método de espectrofotometría UV-VIS con otras técnicas como la titulación para la cuantificación de vitamina C, se obtuvo que hubo grandes diferencias entre ambos métodos y de manera general se recomendó el uso de espectrofotometría por su precisión y facilidad.

Los métodos de cuantificación colorimétricos con 2,4 dinitrofenilhidrazina, 2,6 diclorofenol indofenol, ácido oxalato y ácido sulfúrico aplicados, en la cuantificación de vitamina C han demostrado que a pesar que la vitamina C es un compuesto inestable, debido a su oxidación y que se hidroliza. Estos métodos suelen ser muy concretos, fáciles de utilizar, sencillos y ayudan a mantener la estabilidad del contenido de vitamina C sin degradarse.

La extracción de la Vitamina c debe realizarse en medio ácido, según los estudios revisados se utiliza principalmente la técnica de maceración en presencia de alcohol sin modificación de la temperatura o la presión.

### **Recomendaciones**

Como técnica alternativa para una detección de bajas concentraciones, la técnica HPLC, presenta una mayor precisión frente a otros métodos expuestos, Es un método que demuestra una alta eficacia, precisión y selectividad para la identificación y cuantificación de la Vitamina C en muestras frutales.

Debido a la inestabilidad de la Vitamina C y para evitar la pérdida del analito, es importante realizar y aplicar los parámetros establecidos de la extracción y cuantificación de Vitamina C, de una forma cuidadosa e inmediata en el manejo de la técnica de espectrofotometría UV, para evitar pérdidas significativas en la fruta.

## Bibliografía

- All Answers Ltd. (2021). Analysis of Vitamin C in Fruits and Beverages, *Ukdiss.com*.  
<https://ukdiss.com/examples/vitamin-c-analysis-fruits-beverages-1905.php>
- Anal -Parimal, D., & Shuchi, D. (2019) Método Espectroscópico UV para la determinación del contenido de vitamina C. (AA) en diferentes frutas en la región sur de *Gujarat (International Journal of environmental sciences & natural resource*.  
<https://juniperpublishers.com/ijesnr/IJESNR.MS.ID.556056.php>
- Álvarez- Pérez, J. D., & Pérez- Aldas, L.V. (2021). Determinación de clorofila como indicador de polución en los embalses de las hidroeléctricas Agoyán y Pisayambo por el método espectrofotométrico UV-VIS (Bachelor's thesis), *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos Y Biotecnología. Carrera de Ingeniería Bioquímica*.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32081>
- Bernal de Ramirez, I. (1998). Análisis de Alimentos. En *Análisis de Alimentos* (pág. 94). Bogotá D.C.: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Bolet Astoviza, M. (2004). Aspectos de la historia del descubrimiento de algunas vitaminas. *Rev cuba med gen integral*, 0-0.
- Campos Mangas, C. (2021). *Métodos analíticos para la determinación de vitamina C*. Tenerife: Universidad de La Laguna.
- Carr, A., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9-12.
- Nutricion.org. (13 de marzo de 2021). *Vitamina C*. Obtenido de <https://nutricion.org/portfolio-item/vitamina-c/>
- Camelini, CM, Rezzadori, K., Benedetti, S., Proner, M.C, Fogaça, L., Azambuja, A., & Petrus,

J.C.C

- (2014). Concentración de poliesacáridas de las subrufescensas del hongo agaricus *Mediante nanofiltración*. *CIBIA*, 146. [revistas.ucv.edu.pe/index.php/CIENTIFIK/article/view/508/380](http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/CIENTIFIK/article/view/508/380)  
[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38245/CIBIA%209\\_CONGRESO%20IBEROAMERICANO%20DE%20INGENIER%20C3%8DA%20DE%20ALIMENTOS\\_LIBRO%20DE%20ACTAS\\_3.pdf?sequence=3#page=147](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38245/CIBIA%209_CONGRESO%20IBEROAMERICANO%20DE%20INGENIER%20C3%8DA%20DE%20ALIMENTOS_LIBRO%20DE%20ACTAS_3.pdf?sequence=3#page=147)
- Celis, E. S. (2015). Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características Físicoquímicas y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.) variedad criolla  
 Roja. Core. *Revista Científica de la Universidad César Vallejo (UCV)*  
<https://core.ac.uk/download/pdf/236061272.pdf>
- Concha Guaila, M. J. (2012). Estudio del Proceso de Rehidratación de la Guayaba (*Psidium guajava*) Deshidratada (Bachelor's thesis). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. 21-23 <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2020/1/56T00315.pdf>
- Cortes-Penagos, C., Cazares-Romero, A., Flores-Álvarez, L., Yahuaca-Juárez, B., & Padilla-Ramirez, J. S. (2016). *Actividad antioxidante en cinco variedades de Psidium guajava L.* AP. *Agroproductividad*, 9(4).  
<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/745>
- Chillagana Pumashunta, E. M., & Veloz Guacapiña, D. E. (2019). *Extracción acuosa y secado del Mucilago de Yausabara (Pavonia sepium A. St-Hil (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC))*.  
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6040>
- Díaz –Abril, N., Ruiz –Bárcena, A.J, Reyes-Fernández, E., Cejudo-Galván, A., Novo-Jorrín, J.,

- Peinado- Peinado, j., Valdés-Meléndez, T.F., & Fiñana-Túnez, I., (2010). Espectrometría: Espectros de absorción y cuantificación Colorimétrica de biomolecular. Academia.edu  
[https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf](https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol-mol/pdfs/08_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf)
- Fang, Z. (2017). Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos *Universidad Complutense Madrid; Repositorio Institucional de la UCM*  
<https://eprints.ucm.es/id/eprint/56373/>
- Fernández Montoya; L. (2016) Evaluación de la concentración de AA en Cocona ( *Solanum Sessiflorum dunnal*), por fotometría, *Universidad Nacional “Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/762>
- García I; & Reyes H. (2014). , Determinación Analítica y cuantitativa de antioxidantes presentes en el tomate chonto verdura típica del Quindío. *Universidad Católica de Pereira. Entre Ciencias e Ingeniería*.  
<https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/article/view/641>
- Hasbi, H., Dwiyana, A., & Mustafa, M. (2017). Análisis Kadar Vitamin C Pada Buah Manggis y Ang Diperjualbelikan Di Pasar Terong Kota Makassar; *Jurnal Medi Laboran*.  
<https://uit.e-journal.id/MedLAB/article/view/508>
- Hermaj, S., Hari –Prasad, S., Ashish, K., Omraj, D., & Rupa, G., (2019). A comparative analysis of vitamin-C. Concentration in commercial fruit juices and fresh fruits of Nepal with effect of temperature. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 11(8)  
<https://innovareacademics.in/journals/index.php/ijpps/article/view/33408>
- Quito Pinta, M. A. (2016). Validación de método Analítico de cuantificación de Pregabalina 150 mg cápsulas, por cromatografía de alta resolución (HPLC) en Laboratorio Farmacéutico QUALIPHARM (*Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de*

*Chimborazo*). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5042>

Luftmann, M (2018). Introduction to UV/VIS Spectrophotometry: Using Spectrophotometer To Determine Concentración. *Proanalytics. Proveedores de equipos de laboratorios y Bioprocesos*:<https://pro-analytics.net/using-spectrophotometer-to-determine-concentration/#:~:text=Introduction%20to%20UV%2FVIS%20Spectrophotometry%3A%20Using%20Spectrophotometer%20To%20Determine%20Concentration&text=Ultraviolet%20and%20visible%20light%20range,of%20light%20by%20a%20sample>.

Luna, J; Sánchez, T; & Montenegro, M (2016). Desarrollo de un modelo matemático que permita predecir el cambio del contenido de vitamina C en una Matriz Alimenticia sometida a tratamientos térmicos con diferentes condiciones., *Revista Alimentos hoy. De la asociación colombiana de ciencia y tecnología de alimento*, 24(39)  
<https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/409/339>

León Ramírez; C, Z. (2014). Determinación de compuestos Bioactivos en Guayaba (*Psidium guajava*).  
*Universidad Nacional Callao. Repositorio Institucional Digital*  
<http://209.45.55.171/handle/20,500,12952/883>

Marín García, J. (2020). Nuevos retos de la microextracción en fase líquida acoplada a cromatografía líquida para determinación de compuestos orgánicos. *Proyecto de investigación: Universidad de Murcia del área de química analítica*:  
<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/95863>

Sampieri Hernández, R, Collado Fernández, C & Baptista Lucio, M.P (2014). Metodología de

la investigación. UCA.

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Mohammed, Q.Y, Hamad, W.M & Mohammed, E.K (2009). Determinación espectrofotométrica de vitamina C total en algunas frutas y verduras en el área de Koya-región del Kurdistán / Irak. Revista de estudios científicos de la Universidad de Kirkuk, 4, 46-54.

[https://iraqjournals.com/article\\_39913\\_0a8c1f2b021cb45f3bd6b309af5cfd24.pdf](https://iraqjournals.com/article_39913_0a8c1f2b021cb45f3bd6b309af5cfd24.pdf)

Montaño Alarcón, M. F. (2011). Determinación, cuantificación y comparación de la concentración de vitamina C en naranja (*citrus aurantium*), limón (*citrus aurantifolia*) y mandarina (*citrus reticulata*) Por HPLC (Bachelor's thesis, QUITO/PUCE/2011). Pontificia Universidad Católica del Ecuador

<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5354>

Medrano- Orozco, I. M., López- Delgado, B.M., & Escoto-Martínez, F.J., (2013).

*Determinación del contenido de vitaminas A Y C en Zanahoria fresca y deshidratada.*

Repositorio institucional Unan-L Universidad autónoma de Nicaragua:

<http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/6222>

Mussa, S, B'shara, Y, E., (2014). Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents packed fruit juice by uv-spectrophotometry and redox titration methods. *Journal of applied physics.*

6(5),

<https://www.iosrjournals.org/iosr-jap/papers/Vol6-issue5/Version-2/F06524652.pdf>

Ortega Pérez, J. A., & Madrigal Vera, J. A. (2018). *Evaluación de la actividad antimicrobiano del extracto alcohólico de la hoja de guayaba (Psidium guajava)* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/27926>

- Rahman, M. M., Khan-Rahman, M. M., & Hosain, M. M. (2007). Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents in various fruits and vegetables by UV-spectrophotometry. *Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research*, 42(4), 417-424.  
<https://www.banglajol.info/index.php/BJSIR/article/view/749>
- Rodrigo Fernández, G. C., & Yanqui, Y. (2018). *Efecto del extracto de guayaba (Psidium guajava L.) sobre los triglicéridos totales y los niveles séricos de colesterol total, HDL, LDL, en ratas hipercolesterolemicas inducidas experimentalmente, Arequipa-(2017) Repositorio institucional Unas*. [http://190,119.145.154/handle/UNSA/5341](http://190.119.145.154/handle/UNSA/5341)
- Riscachyani, N. M., Ekawati., E. R., & Ngibad., K. (2019). Identification of Ascorbic Acid Content in Carica papaya L. Using Iodimetry and UV-Vis Spectrophotometry; *Indonesian Journal of Medical Laboratory Science and Technology*. 1(2)  
<https://journal2.unusa.ac.id/index.php/IJMLST/article/view/1291>
- Turín Villegas, H. K. (2018) Evaluación de la estabilidad química del fruto de Camu (Myrciaria dubia HBK Mc Vaugh) obtenido en un Deshidratador Dual. Repositorio Institucional Escuela Profesional de química. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2533>
- Zago G, K., Garcia F, M., Di Bernardo , M., Vit, P., Luna, J., & Gualtieri, M. (2010). Determinacion del contenido de vitamina C en miel de abejas venezolanas por volumetria de oxido-reduccion. *Rev inst nac hig*, 25-30.
- Zanini, D. J., Silva, M. H., Silva, M. E., Oliveira, E. A., Mazalli, M. R., Kamimura, E. S., & Maldonado, R. R. (2018). Spectrophotometric analysis of vitamin C in different matrices utilizing potassium permanganate. *European International Journal of Science Technology*, 7(1), 70-84.  
<https://www.researchgate.net/profile/rafael-maldonado>



8/publication/322888847\_spectrophotometric\_analysis\_of\_vitamin\_c\_in\_different\_matrices\_utilizing\_potassium\_permanganate/links/5a745032aca2720bc0dcf4cb/spectrophotometric-analysis-of-vitamin-c-in-different-matrices-utilizing-potassium-permanganate.pdf.

## Apéndice A

### Vigilancia Tecnológica

Para realizar el análisis y la selección de artículos para el desarrollo de la monografía, de acuerdo al criterio y enfoque en los criterios de inclusión en la búsqueda enfocada de la actividad de extracción y cuantificación de Vitamina C en guayaba roja; publicados a partir del año 2010 hasta 2020, Teniendo en cuenta los descriptores de búsqueda.

(Extraction of vitamin C from red guava \* OR Quantification of vitamin C) and UV – VIS spectrophotometry.

(parameters for the extraction and quantification of Vitamin C \*) AND (conditions for the extraction and quantification of Vitamin C).

(advantages of UV-VIS spectrophotometry \*) AND (disadvantages of UV-VIS spectrophotometry).

En las publicaciones seleccionadas electrónicamente en las bases de datos en los criterios de Inclusión como los estudios potencialmente relevantes seleccionados para la valoración del resumen, en la evaluación detallada del texto completo, pero también teniendo en cuenta el criterio de selección para excluirlos con respecto al título o tipo de diseño metodológico al no Relacionarse con el objetivo. En los estudios excluidos por el año de publicación, Repeticiones de datos y diseño diferentes al interés.

**Tabla 3.***Tabulación de las referencias según año de publicación*

<b>Nombre</b>	<b>Publicación</b>	<b>Año</b>	<b>Tipo</b>	<b>Autor</b>
Analysis of vitamin c in fruits and beverages	All answers ltd. ukdiss.com	2021	Articulo	All Answers Ltd.
Metodo espectroscopico ultravioleta para determinacion de vitamina c (acido ascorbico) en diferentes frutas en la region	International Journal of environmental sciences & natural resources	2019	Articulo	Anal -Parimal, D., & Shuchi, D
Determinación de clorofila a como indicador de polución en los embalses de las hidroeléctricas agoyán y pisayambo por el método espectrofotométrico uv visible (bachelor's thesis)	Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. carrera de Ingeniería Bioquímica	2021	Articulo	Álvarez- Pérez, J. D., & Pérez- Aldas, L.V.
Concentración de poliesacáridas de las subrufescensas del hongo agaricus mediante nanofiltración	Revistas. Cientifik universidad Politécnica de valencia	2014	Articulo	Camelini, CM, Rezzadori, K., Benedetti, S., Proner, M.C, Fogaça, L., Azambuja, A., & Petrus, J.C.C

Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en las características Fisicoquímicas Y capacidad antioxidante de pulpa de guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ) Variedad Criolla Roja.	Core. Revista. Científica de la universidad César Vallejo (UCV)	2015	Articulo	Celis, E. S.
Estudio del proceso de rehidratación de la guayaba ( <i>psidium guajava</i> ) deshidratada.	Escuela superior Politécnica de Chimborazo. 21-23	2012	Articulo	Concha Guaila, M. J.
Actividad antioxidante en cinco variedades de <i>psidium guajava</i> l	Agroproductivida d, 9(4).	2016	Articulo	Cortes-Penagos, C., Cazares-Romero, A., Flores-Álvarez, L., Yahuaca-Juárez, B., & Padilla-Ramirez, J. S.
Extracción acuosa y secado del mucilago de yausabara ( <i>pavonia</i> ) <i>sepium a. st-hil</i>	Bachelor's thesis, Ecuador, Iatacunga, universidad técnica de cotopaxi (utc)	2019	Articulo	Chillagana Pumashunta, E. M., & Veloz Guacapiña, D. E.
Espectrometría: espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomolecular.	Academia.edu	2010	Articulo	Díaz –Abril, N., Ruiz –Bárcena, A.J, Reyes-Fernández, E., Cejudo-Galván, A., Novo-Jorrín, J., Peinado- Peinado,

				j., Valdés- Meléndez, T.F., Fiñana-Túnez, I.,
Métodos analíticos para la determinación de Vitamina C en alimentos	Eprints complutense repositorio institucional de la ucm	2017	Articulo	Fang, z.
Evaluación de la concentración de AA en cocona (solanum sessiflorum dunnal), por fometría	Universidad Nacional “Toribio Rodríguez de Mendoza” de Amazonas	2016	Artículo	Fernández Montoya; l
Determinación Analítica y Cuantitativa de antioxidantes Presentes en el tomate chonto verdura típica del Quindío	Universidad Católica de Pereira Entre Ciencias e Ingeniería	2014	Articulo	Garcia I; & Reyes H.
Análisis Kadar Vitamina C Pada Buah Manggis y Ang Diperjualbelikan Di pasar Terong Kota Makassar	Jurnal Media Laboran. 7(2) 2017	2017	Articulo	Hasbi, H., Dwiyana. A., & y Mustafa, M.,
A comparative analysis of vitamin-C Concentration in commercial fruit juices and fresh fruits of Nepal with effect of temperature	International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 11(8	2019	Articulo	Hermaj, S., Hari – Prasad, S., Ashish, K., Omraj, D., & Rupa, G.,

Validación de método analítico de cuantificación de pregabalina 150 mg cápsulas, por cromatografía de alta resolución (HPLC) en laboratorio farmacéutico Qualipharm	Qualipharm (bach elor's thesis, escuela superior politécnica de chimborazo	2016	Articulo	Quito Pinta, M. A
Introduction to uv/vis spectrophotometry: using spectrophotometer to determine concentration	Proanalytics. Proveedores de equipos de laboratorios y Bioprocesos	2018	Articulo	Luftmann.M.
Desarrollo de un modelo matemático que permita predecir el cambio del contenido de Vitamina C en una matriz alimenticia sometida a tratamientos termicos con diferentes condiciones	Rrevista de la asociación colombiana de ciencia y tecnología de alimentos. Alimentos hoy. Universidad del Quindío 24(39)	2016	Articulo	Luna, J; Sánchez, T; & Montenegro, M
Determinación de compuestos Bioactivos en Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ).	Universidad Nacional Callao. Repositorio Institucional Digital	2014	Articulo	León Ramírez; C, Z

Nuevos retos de la micro extracción en fase líquida acoplada a cromatografía líquida para determinación de compuestos orgánicos.	Digitun.um.es Universidad de Murcia	2020	Articulo	Marín García, J
Determinación espectrofotométrica de Vitamina C total en algunas frutas y verduras en el área de koya-región del Kurdistán	Revista de estudios científicos de la Universidad de Kirkuk	2009	Articulo	Mohammed, Q.Y, Hamad, W.M & Mohammed, E.K
Determinación cuantificación y comparación de la concentración de Vitamina C, en naranja (citrus aurantium) limón (citrus aurantifolia) y mandarina (citrus reticulata) Por HPLC, (Bachelor's tesis. QUITO/PUCE/2011).	Pontificia Universidad Católica del Ecuador	2011	Articulo	Montaño Alarcón, M. F
Determinación del contenido de Vitaminas A Y C en Zanahoria fresca y deshidratada	Repositorio institucional Unan-L Universidad autónoma de Nicaragua	2013	Articulo	Medrano- Orozco, I. M., López- Delgado, B.M., & Escoto-Martínez, F.J

Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents packed fruit juice by uv-spectrophotometry and redox titration methods	Journal of applied physics. 6(5),	2014	Articulo	Mussa, S, B., Sharaa, Y, E
Evaluación de la actividad antimicrobiano del extracto alcohólico de la hoja de guayaba ( <i>Psidium guajava</i> ) (Bachelor's thesis,	Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas).	2018	Articulo	Ortega Pérez, A., & Madrigal Vera, J. A.
Analysis of vitamin C (ascorbic acid) contents in various fruits and vegetables by UV-spectrophotometr	Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research, 42(4), 417-424	2007	Articulo	Rahman, M. M., Khan-Rahman, M. M., & Hosain, M. M
Efecto del extracto de guayaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) sobre los triglicéridos totales y los niveles séricos de colesterol total HDL, LDL, en ratas hipercolesterolemicas inducidas experimentalmente, Arequipa	Arequipa-(2017) Repositorio Institucional	2018	Articulo	Rodrigo Fernández G. C., & Yanqui, Y
Identification of Ascorbic Acid Content in Carica papaya L. Using Iodimetry and UV-Vis Spectrophotometry	Indonesian Journal of Medical Laboratory Science And	2019	Articulo	Riscachyani, N. M., Ekawati., E. R., Ngibad., K



---

Evaluación de la estabilidad química del fruto de camu (myrciaria dubia hbk mc vaugh) obtenido en un deshidratador dual	Repositorio institucional escuela profesional de química.	2018	Articulo	Turín Villegas, H. K.
Spectrophotometric analysis of vitamin c in different matrices utilizing potassium permanganate	European int j sci technol, 7(1), 70-84.	2018	Articulo	Zanini, D. J., Silva, M. H., Oliveira, E. A., Mazalli, M. R., Kamimura, E. S., & Maldonado, R. R

---

*Nota: Elaboración propia*

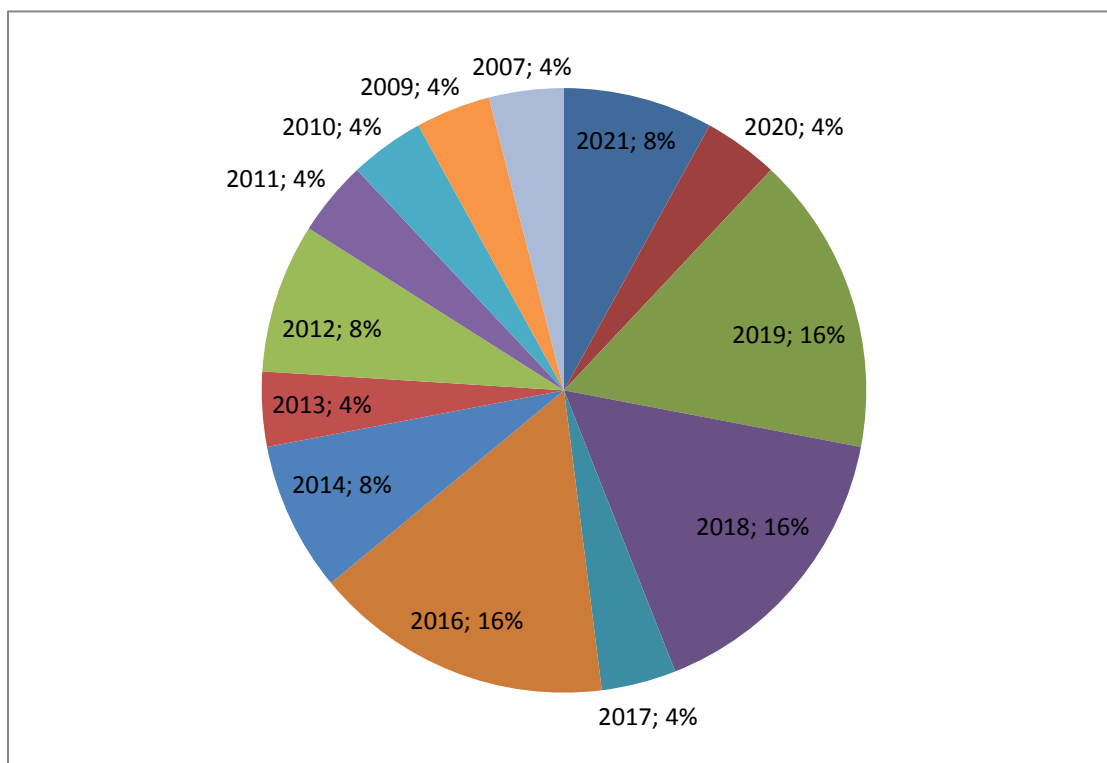
## Apéndice B

### Fuentes de Referencias Empleadas Según el Año de Publicación

En el desarrollo de esta monografía son artículos publicados del (2010 al 2021) y se utilizaron 2 referencias anteriores, una del año 2009 y una del 2007. En el siguiente grafico se muestra el porcentaje de referencias según el año de publicación.

**Figura 4.**

*Porcentaje de referencias según el año de publicación.*



*Nota: Fuente elaboración propia*