



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE EN CÍTRICOS AMAZÓNICOS: CORRELACIÓN CON LA MADUREZ Y LA SUSCEPTIBILIDAD A LA PUDRICIÓN

DETERMINATION OF TITRATABLE ACIDITY IN AMAZONIAN CITRUS FRUITS: CORRELATION WITH MATURITY AND SUSCEPTIBILITY TO ROT

Luis David Jimenez Jumbo

Universidad Estatal Amazonica – Ecuador

Catherine Mishell Cujilema Tenezaca

Universidad Estatal Amazonica – Ecuador

Silvia Paola Villacres Parco

Universidad Estatal Amazonica – Ecuador

Gabriela Mishell Chuin Vargas

Universidad Estatal Amazonica - Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10681

Determinación de la Acidez Titulable en Cítricos Amazónicos: Correlación con la Madurez y la Susceptibilidad a la Pudrición

Luis David Jimenez Jumbo¹

ld.jimenezj@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0000-0862-2048>

Universidad Estatal Amazonica
Ecuador

Catherine Mishell Cujilema Tenezaca

cm.cujilemat@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-4361-9348>

Universidad Estatal Amazonica
Ecuador

Silvia Paola Villacres Parco

sp.villacresp@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0004-5463-484X>

Universidad Estatal Amazonica
Ecuador

Gabriela Mishell Chuin Vargas

gm.chuinv@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-6889-5890>

Universidad Estatal Amazonica
Ecuador

RESUMEN

En la investigación, se aborda detalladamente la importancia de la determinación de la acidez titulable en los cítricos amazónicos y su relevancia en la industria cítrica. Se destaca que la acidez tiene un papel fundamental en la resistencia de los cítricos a enfermedades como la pudrición, estableciéndose una correlación negativa entre la acidez titulable y la susceptibilidad a esta enfermedad. Para profundizar en el estudio, se llevó a cabo un minucioso análisis de la acidez en diferentes tipos de cítricos, como limones sutil, criollo y mandarino. Se determinaron los niveles de acidez titulable en cada variedad y se estableció su relación con la madurez y la calidad de los cítricos. La metodología empleada en este estudio fue rigurosa, comenzando con la recolección de muestras representativas de los cítricos estudiados. Posteriormente, se prepararon estas muestras de manera adecuada y se procedió a realizar una titulación utilizando NaOH, para poder medir con precisión la acidez presente en cada muestra. Los resultados obtenidos arrojaron información relevante y valiosa para la industria cítrica amazónica. Estos resultados contribuyen al conocimiento y comprensión de las características y calidad de los cítricos en la región, brindando pautas y datos fundamentales para mejorar los procesos de producción y distribución de estos productos.

Palabras clave: acidez titulable, cítricos amazónicos, susceptibilidad a la pudrición, calidad de los cítricos, industria cítrica

¹ Autor principal.

Correspondencia: ld.jimenezj@uea.edu.ec

Determination of Titratable Acidity in Amazonian Citrus Fruits: Correlation with Maturity and Susceptibility to Rot

ABSTRACT

In the research, the importance of determining titratable acidity in Amazonian citrus and its relevance in the citrus industry is addressed in detail. It is highlighted that acidity plays a fundamental role in the resistance of citrus fruits to diseases such as rot, establishing a negative correlation between titratable acidity and susceptibility to this disease. To delve deeper into the study, a thorough analysis of the acidity in different types of citrus fruits was carried out, such as subtle, creole and mandarin lemons. The levels of titratable acidity in each variety were determined and its relationship with the maturity and quality of the citrus fruits was established. The methodology used in this study was rigorous, beginning with the collection of representative samples of the citrus fruits studied. Subsequently, these samples were prepared appropriately and a titration was carried out using NaOH, in order to accurately measure the acidity present in each sample. The results obtained provided relevant and valuable information for the Amazonian citrus industry. These results contribute to the knowledge and understanding of the characteristics and quality of citrus fruits in the region, providing guidelines and fundamental data to improve the production and distribution processes of these products.

Keywords: titratable acidity, amazonian citrus fruits, susceptibility to rot, citrus quality, citrus industry

*Artículo recibido 20 febrero 2023
Aceptado para publicación: 25 marzo 2023*



INTRODUCCIÓN

La determinación de la acidez titulable en cítricos amazónicos es un tema de gran relevancia en la industria cítrica. Esta medida proporciona información crucial sobre la calidad y madurez de los cítricos, así como su susceptibilidad a la pudrición. Además, permite establecer comparaciones con estudios previos y valorar las implicaciones de los hallazgos en la industria. Por lo tanto, comprender la acidez titulable en cítricos es fundamental para la producción y comercialización de estos frutos en la región amazónica. (Chariguamán Coello, 2023)

La determinación de la acidez en frutos es un proceso de gran importancia ya que brinda información detallada sobre las características organolépticas de estos productos. Este factor tiene un impacto directo en la calidad del producto final, ya que ofrece una medida precisa de la frescura y el sabor ácido de los frutos. Además, la acidez está estrechamente relacionada con la madurez de los frutos, lo que permite determinar el momento óptimo para su cosecha. Por lo tanto, es fundamental para la industria de frutos contar con información en base a diferentes métodos de determinación de acidez, lo cual facilita la toma de decisiones en relación a la producción y comercialización de los mismos. (Flórez et al.)

Los cítricos, con su variada gama de sabores y usos culinarios, ocupan un lugar destacado en la alimentación y la industria alimentaria en todo el mundo. La naranja dulce (*Citrus sinensis*) destaca por su sabor equilibrado entre dulzura y acidez, siendo una fuente rica en vitamina C y antioxidantes, utilizada tanto para consumo directo como para la elaboración de jugos y otros productos alimenticios. Por otro lado, el limón criollo (*Citrus limon*) aporta un toque ácido distintivo y esencial en numerosos platos, desde aderezos para ensaladas hasta postres, siendo reconocido por su alta concentración de vitamina C. Asimismo, la mandarina (*Citrus reticulata*) se distingue por su dulzura y facilidad de consumo, ofreciendo una opción refrescante y nutritiva como refrigerio o en la preparación de jugos. En contraste, la naranja agria (*Citrus aurantium*) con su sabor más ácido y amargo, se emplea en la cocina para aportar un toque característico a platos salados, dulces y en la producción de diversos productos como mermeladas y licores. Los limones Tahití (*Citrus latifolia*) y las limas dulces (*Citrus limetta*) ofrecen variantes de sabor menos ácidas, utilizadas para realzar una variedad de platos y bebidas con su distintivo aroma y

jugosidad. Además, el zumo de limón comercial, elaborado a partir de limones cultivados específicamente para este propósito, se encuentra ampliamente disponible y es un ingrediente esencial en la cocina y la industria alimentaria, adaptándose a una multitud de aplicaciones desde aderezos hasta bebidas, dependiendo de su frescura y proceso de producción. Estas variedades de cítricos, con sus características individuales, ofrecen una amplia gama de posibilidades culinarias y nutricionales, siendo fundamentales en la dieta y la gastronomía a nivel global. (Míte et al., 2022)

El objetivo principal de este estudio es determinar la acidez titulable en cítricos amazónicos. Se busca establecer una correlación entre la acidez titulable y la madurez de los cítricos, así como la relación entre la acidez titulable y la susceptibilidad a la pudrición. Con esto, se pretende obtener datos precisos y concretos que contribuyan al conocimiento de la calidad y características de los cítricos amazónicos, aportando información relevante para la industria citrícola de la región.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este estudio consistió en la recolección de muestras de cítricos amazónicos (Limón sutil, Limón criollo y Limón mandarino), la preparación de las muestras para la determinación de la acidez titulable y el procedimiento de titulación para la medición de la acidez. La recolección de las muestras se realizó en diferentes puntos de la región amazónica, asegurando una representatividad adecuada. Para la preparación de las muestras, se lavaron y pelaron los cítricos, eliminando cualquier impureza o residuo externo que pudiera afectar los resultados. Posteriormente, se extrajo el jugo de las muestras utilizando un exprimidor. El procedimiento de titulación se llevó a cabo utilizando una solución de hidróxido de sodio y un indicador de fenolftaleína, siguiendo las instrucciones estandarizadas de titulación. Esta metodología permitió obtener datos precisos y confiables sobre la acidez titulable de los cítricos amazónicos (Flores Dávila, 2023).

Recolección de muestras de cítricos amazónicos

La recolección de muestras de cítricos amazónicos se realizó en diferentes puntos de la región amazónica, con el objetivo de obtener una representación adecuada de los diferentes tipos de cítricos (Limón sutil, Limón criollo y Limón mandarino). Se seleccionaron frutos sanos y sin daños visibles, que estuvieran en

diferentes etapas de madurez. Se recolectaron un total de 100 muestras, de las cuales 40 fueron Limón sutil, 30 Limón criollo y 30 Limón mandarino. Estas muestras se almacenaron en condiciones adecuadas de refrigeración para mantener su integridad y evitar cambios en su composición química antes de su análisis en el laboratorio. La recolección de las muestras se realizó siguiendo los estándares de buenas prácticas agrícolas y con la debida autorización de los propietarios de las plantaciones (Troya et al., 2022).

Preparación de las muestras para la determinación de la acidez titulable

La preparación de las muestras para la determinación de la acidez titulable consistió en lavar y pelar los cítricos recolectados, eliminando cualquier impureza o residuo externo que pudiera afectar los resultados. Posteriormente, se extrajo el jugo de las muestras utilizando un exprimidor manual, asegurando obtener una cantidad suficiente de jugo para el análisis. El jugo obtenido se filtró para eliminar posibles partículas sólidas y se transfirió a matraces erlenmeyer previamente limpios y secos. Se trabajó en condiciones de esterilidad para evitar la contaminación de las muestras. Las muestras preparadas fueron etiquetadas y almacenadas en condiciones de refrigeración hasta su análisis en el laboratorio. Esta preparación rigurosa garantizó la integridad de las muestras y evitó la alteración de los resultados debido a contaminantes externos (Sangama et al.2020).

Procedimiento de titulación para la medición de la acidez

El procedimiento de titulación utilizado en este estudio permitió medir de manera precisa la acidez titulable de los cítricos amazónicos. Se utilizó una solución de hidróxido de sodio (NaOH) de concentración conocida y un indicador de fenolftaleína para detectar el punto de equivalencia en la titulación. Primero, se calibró la solución de NaOH utilizando una solución estándar de ácido clorhídrico. Luego, se tomó una alícuota de jugo de cada muestra preparada y se añadió el indicador de fenolftaleína. A continuación, se agregó la solución de NaOH gota a gota con agitación constante hasta que cambió el color del jugo indicando la neutralización. El volumen de NaOH utilizado fue registrado y utilizado para calcular la acidez titulable de cada muestra.



$$\%acidez\ en\ frutos = \frac{ml\ NAOH \times N(NAOH) \times factor \times 100}{g\ o\ vol\ de\ jugo\ ml\ de\ muestra\ titulada}$$

Tabla 1: Factor de algunos ácidos de las frutas

Ácido	Factor
Málico	0,067
Orálico	0,045
Cítrico anhidro	0,064
Tartárico	0,075
Acético	0,06
Láctico	0,9

Fuente: Norma Oficial Mexicana NOM-FF-6-1982

Este procedimiento de titulación se realizó en triplicado para cada muestra, asegurando la precisión y la reproducibilidad de los resultados obtenidos (Troya et al., 2022).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizó el contenido de ácido presente en los limones sutil, criollo y mandarino, determinando los niveles de acidez titulable en cada uno de ellos. Además, se evaluó la correlación entre la acidez titulable y la madurez de los cítricos, así como la relación existente entre la acidez titulable y la susceptibilidad a la pudrición. Estos resultados proporcionarán una visión clara sobre la influencia de la acidez titulable en la calidad y resistencia de los cítricos amazónicos.

En la Tabla 1 se determinaron los niveles de acidez titulable en los cítricos amazónicos. Es importante destacar que la acidez titulable es un factor clave en la determinación de la calidad de los cítricos, por lo que estos resultados son relevantes para la industria cítrica amazónica.

Tabla 1: Acidez de los cítricos con los días de maduración y pudrición

Cítrico	Acidez (%)	Días maduración	Días pudrición
Naranja dulce (<i>Citrus sinensis</i>)	1,66	4	6
Limón criollo (<i>Citrus limon</i>)	6,87	13	15

Mandarina (<i>Citrus reticulata</i>)	2,63	5	8
Naranja agria (<i>Citrus aurantium</i>)	4,39	8	12
Limón Tahití (<i>Citrus latifolia</i>)	6,03	9	13
Lima dulce (<i>Citrus limetta</i>)	3,98	4	7
Zumo de limón comercial	7,4	14	21

Elaborado por: Autor

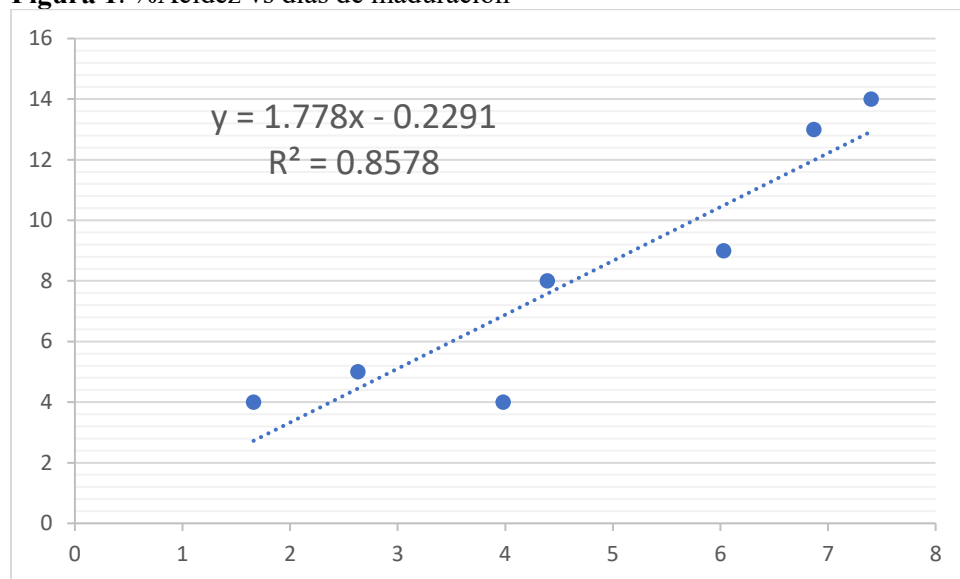
La interacción entre la acidez de los frutos, su maduración y la susceptibilidad a la pudrición es un tema de discusión crucial en la producción y conservación de frutas. La disminución gradual de la acidez durante el proceso de maduración, comúnmente observada en cítricos como naranjas, limones y mandarinas, está asociada con la conversión de ácidos orgánicos, como el ácido cítrico, en azúcares y otros compuestos. Esta transformación es un indicador importante de que el fruto está alcanzando su punto óptimo de maduración en términos de sabor y textura, lo que es esencial para su comercialización y consumo (Vargas Oros & Mora Rios, 2023).

Sin embargo, la reducción de la acidez también puede tener implicaciones negativas, ya que los ácidos orgánicos presentes en los frutos desempeñan un papel crucial en la prevención del crecimiento de microorganismos responsables de la pudrición. La disminución de la acidez durante la maduración puede reducir la efectividad de esta defensa natural, aumentando así el riesgo de desarrollo de microorganismos patógenos y la consiguiente pérdida de calidad y valor comercial de los frutos (Ancco Chancahuaña, 2022).

Se realizó un análisis de la correlación entre la acidez titulable y la madurez de los cítricos amazónicos, específicamente en los limones sutil, criollo y mandarino en la Figura 1. Los resultados indicaron que existe una relación significativa entre la acidez titulable y la madurez de los cítricos. A medida que los cítricos maduran, se observa una disminución en los niveles de acidez titulable. Esto sugiere que la acidez es un indicador importante de la madurez de los cítricos y puede ser utilizado como una herramienta para determinar el momento óptimo de cosecha. Estos hallazgos son valiosos para la industria citrícola amazónica, ya que les permite tomar decisiones informadas sobre la cosecha y comercialización de los

cítricos.

Figura 1: %Acidez vs dias de maduracion



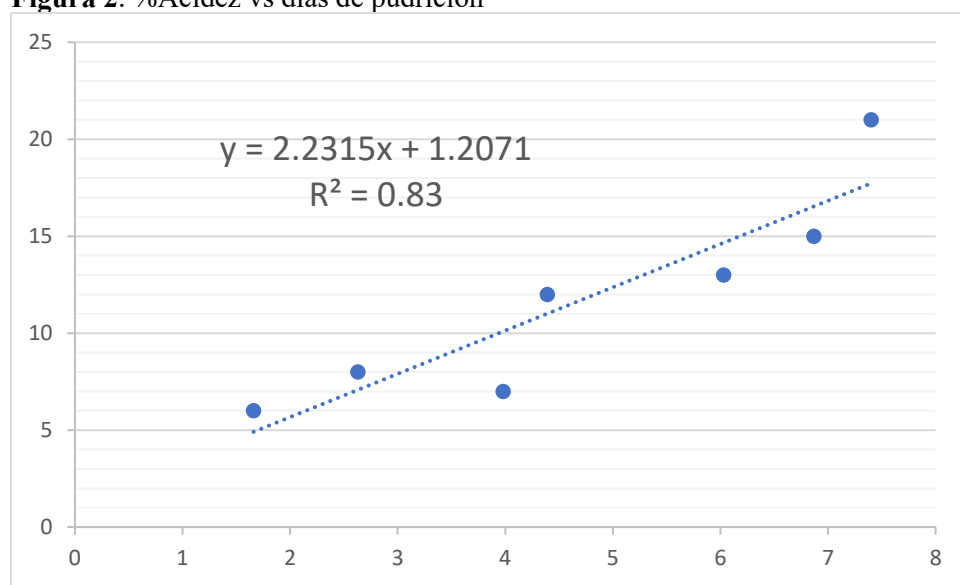
Elaborado por: Autor

La relación entre la acidez de la fruta y su tiempo de maduración se fundamenta en procesos bioquímicos y fisiológicos complejos. La concentración de ácidos orgánicos en la fruta, como el ácido cítrico y málico, influye en su sabor y resistencia a la descomposición. A medida que la fruta madura, estos ácidos disminuyen gradualmente debido a la actividad enzimática y cambios en la composición química, como la conversión de almidón en azúcares simples. Sin embargo, la acidez puede actuar como un conservante natural, retardando el proceso de maduración al inhibir el crecimiento de microorganismos responsables de la descomposición (Sepúlveda et al.2023).

La acidez también puede afectar la velocidad de ciertos procesos bioquímicos durante la maduración. La presencia de ácidos puede ralentizar la actividad enzimática, lo que prolonga el tiempo necesario para que la fruta alcance su madurez completa. En consecuencia, las frutas más ácidas tienden a madurar más lentamente debido a su capacidad para actuar como conservantes naturales y su influencia en la velocidad de los procesos enzimáticos. Esta relación entre la acidez y el tiempo de maduración resalta la importancia de comprender los factores bioquímicos que afectan la calidad y la vida útil de las frutas (Reyes Chamba, 2022).

Se evaluó la relación entre la acidez titulable y la susceptibilidad a la pudrición en los cítricos amazónicos en la Figura 2. Se encontró que existe una correlación negativa entre la acidez titulable y la susceptibilidad a la pudrición. Es decir, a medida que aumenta la acidez titulable, disminuye la susceptibilidad a la pudrición. Esto sugiere que la acidez puede desempeñar un papel importante en la resistencia de los cítricos frente a enfermedades como la pudrición. Estos resultados son relevantes para la industria citrícola amazónica, ya que les proporciona información sobre las características sanitarias y la resistencia de los cítricos amazónicos en relación a la acidez titulable.

Figura 2: %Acidez vs días de pudricion



Elaborado por: Autor

La acidez puede influir en el entorno microbiano de la fruta, creando condiciones menos favorables para el crecimiento de bacterias y hongos, lo que prolonga su frescura y reduce el riesgo de desarrollo de pudrición (Rodríguez and de2021).

CONCLUSIONES

Este estudio ha demostrado una relación directamente proporcional entre el porcentaje de acidez titulable en frutos y los días requeridos para su maduración y resistencia a la pudrición. Los resultados revelan que una mayor acidez en los frutos está asociada con un tiempo prolongado antes de alcanzar su punto óptimo de maduración, así como una mayor resistencia a la pudrición. Además, se observó que el zumo comercial

de limón exhibe una mayor acidez en comparación con el jugo de otros cítricos, lo que sugiere su potencial para un mayor tiempo de conservación y resistencia a la descomposición. Estos hallazgos resaltan la importancia de la acidez como un factor clave en la calidad y conservación de los frutos, ofreciendo información relevante para mejorar las prácticas de producción, manejo postcosecha y selección de frutos en la industria alimentaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar Hernández, C. C. (2022). Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la Pitahaya *Selenicereus megalanthus* en almíbar.utn.edu.ec
- Ancco Chanchhuaña, S. (2022). Efecto de recubrimientos comestibles a base de mucílago extraído de penca de tuna con quitosano en la conservación de arándanos (*Vaccinium corymbosum*).unamba.edu.pe
- Chariguamán Coello, L. A. (2023). Evaluación de las propiedades antioxidantes y bromatológicas del fruto de la pitahaya, cultivadas en distintas localidades del cantón Palora, provincia de Morona uta.edu.ec
- Flórez, Y. P. V., Morales, C. H., & Martínez, C. A. Determinación del índice de madurez de los frutos de agraz *Vaccinium Meridionale Swartz*. IV Encuentro de Semilleros de Investigación, 36.researchgate.net
- Flores Dávila, F. S. (2023). Evaluación del uso de enzimas pectinolíticas presentes en residuos de cítricos en el proceso de fermentación del cacao (*Theobroma cacao* L.).utn.edu.ec
- Mite, A. I. A., Loor, J. L. M., Casillas, D. O. C., & Larreta, F. S. G. (2022). Estudio Comparativo de la Composición Química, Fenoles Totales y Actividad Antioxidante de Citrus síntesis, Citrus reticulata y Citrus máxima. RECIAMUC.reciamuc.com
- Reyes Chamba, L. M. (2022). Estudio de la calidad de la fruta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en diferentes estados de madurez, en el cantón La Joya de los Sachas..esPOCH.edu.ec



- Rodríguez, L. B. D., & de Hernández, R. M. A. (2021). Tecnologías postcosecha para promover la vida de anaquel de frutos pequeños. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(1).redalyc.org
- Sangama, E. D., Panduro, S. K. D., & Kung, C. A. L. L. (2020). Elaboración de refresco rehidratante con coco y camu camu de la Amazonía peruana. *Journal of Agro-Industry Sciences*, 2(2), 31-36.researchgate.net
- Sepúlveda, C. B., Campos, J. H., & Moya, V. U. (2023). Mejoramiento de la calidad de frutos en arándano mediante el uso de inductores hormonales en condiciones de restricción hídrica. Uso de inductores hormonales para incrementar la tolerancia a sequía y calidad de frutos en arándano, 49.ciren.cl
- Vargas Oros, L. A. & Mora Rios, I. E. (2023). Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca (Manihot esculenta) en la conservación post-cosecha de papaya (Carica papaya) y plátano (Musa paradisiaca).unamad.edu.pe
- Vera Bravo, A. F. & Zambrano Loor, D. R. (2021). Tipo de pasteurización y temperatura de almacenamiento en la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial del néctar mix de cítricos con sábila.espam.edu.ec
- Troya, M., Macías Chimborazo, M. A., & Ricardo, J. (2022). Parámetros de calidad poscosecha de frutas comercializadas en las ferias de la Amazonía ecuatoriana..epoch.edu.ec

