



Universidad
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

TESIS

**CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA, BROMATOLÓGICA
Y FUNCIONAL DEL AJO FRESCO (*ALLIUM SATIVUM*) EN
LAS VARIEDADES BARRANQUINO, CHINO Y NAPURI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AGROINDUSTRIAL Y COMERCIO EXTERIOR**

Autores:

Bach. Baldera Valdera Karen Estefany
(<https://orcid.org/0000-0002-1553-4852>)

Bach. Puyen Yucra Yessica Analy
(<https://orcid.org/0000-0001-7302-4909>)

Asesor:

MSc. Solano Cornejo Miguel Ángel
(<https://orcid.org/0000-0002-8221-7443>)

**Línea de Investigación:
Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú
2023**

APROBACIÓN DEL JURADO

**CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, BROMATOLÓGICA Y FUNCIONAL
DEL AJO FRESCO (*Allium sativum*) EN LAS VARIEDADES BARRANQUINO,
CHINO Y NAPURI.**

Bach. Baldera Valdera Karen Estefany
Autor(a)

Bach. Puyen Yucra Yessica Analy
Autor(a)

MSc. Solano Cornejo, Miguel Ángel
Asesor

Dr. Rodríguez Lafitte Ernesto Dante
Presidente de Jurado

Mg. Aurora Vigo Edward Florencio
Secretario de Jurado

Ing. Símpalo Lopez Walter Bernardo
Vocal de Jurado

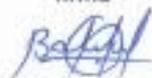
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la **DECLARACIÓN JURADA**, soy(somos) **egresado (s)** del Programa de Estudios de Ingeniería Agroindustrial y Comercio Exterior de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, BROMATOLÓGICA Y FUNCIONAL DEL AJO FRESCO (*Allium sativum*) EN LAS VARIETADES BARRANQUINO, CHINO Y NAPURI.

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y auténtico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

(Apellidos y Nombres) <i>Baldera Uakdera Karen Estefany</i>	DNI: número <i>75866535</i>	firma 
(Apellidos y Nombres) <i>Pezon Yovana Yoviana Analy</i>	DNI: número <i>47661936</i>	Firma 

Pimentel, 30 de marzo de 2023.

Dedicatorias

En mi primer lugar agradecer a Jehová Dios por darnos la fuerza y perseverancia en este proceso para obtener el logro que tanto hemos anhelado, culminar nuestros estudios universitarios.

Te debemos la honra y gloria por iluminar nuestro camino en este tema de investigación, el cuál sabes que es nuestro empeño y nos servirá para crecer profesionalmente.

Dando siempre gracias por todo al Dios y Padre, en el nombre de nuestro Señor Jesucristo. ***Efesios 5:20***

Agradecimientos

Agradezco a Dios por la vida, por guiarme a lo largo de esta investigación, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Especialmente agradecer a mis padres Santos y María Luz; quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir un sueño más, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores y principios que me inculcan.

A mis hermanos Jean Carlos y Merly Jahaira por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, y a un ángel que ahora se encuentra en el cielo, mi hermano Marcos Roberto por esos sabios consejos que hasta ahora los llevo presente.

Finalmente, de manera especial quiero agradecer a mi tutor de investigación y a todos mis maestros, por su apoyo y extender su mano en momentos difíciles a lo largo de la carrera universitaria, por haber brindado su apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

Karen Baldera Valdera

Agradezco a Jehová Dios por la vida, por poner propósitos en mí, porque gracias a su divino amor estoy culminando esta hermosa etapa de mi vida en cuanto a mi carrera profesional; él sabe de mis luchas, el esfuerzo que le he puesto a mi tan amada carrera, ese esfuerzo ahora va dando sus frutos. Gracias Jehová mi Dios por cumplir este enorme paso en mi vida.

Agradezco también a mi madre Lucrecia Yucra que cada mañana de pequeña vi el esfuerzo por darnos una buena educación, ella ejemplo de madre me enseñó a que todo se puede conseguir en la vida con mucho esfuerzo, trabajo y dedicación.

Agradecer a todas las personas que saben mi situación, mamá de mi pequeño hijo Jhosué Caleb quienes me apoyaron en su cuidado mientras trabajaba y estudiaba a la vez. Esta etapa de mi vida sea para él una Guía de vida y deseo de corazón mi hijo pueda cumplir sus metas. Querido Hijo tu mamá lo está logrando. Te amo

Yessica Analy Puyen Yucra.

Resumen

La alta incidencia de enfermedades no transmisibles como uno de los principales problemas de salud pública en el Perú y el mundo, así como la escasa información de variedades de ajos cultivados en suelo peruano, conllevaron a la realización del presente estudio en donde se tuvo como objetivo realizar una caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional al ajo fresco de variedades Barranquino (ABQ), Chino (ACN) y Napuri (ANP) y compararlos. Los resultados fueron: Caracterización fisicoquímica: Acidez titulable, 0.25; 0.19 y 0.34%; pH, 5.81; 5.92 y 5.14; Sólidos solubles, 31.28; 34.80 y 28.20°Brix, respectivamente. Caracterización bromatológica: Cenizas, 1.47; 1.58 y 1.44%; Grasas, 0.64; 0.79 y 0.73%; Proteínas 5.23; 5.36 y 5.56%; Carbohidratos, 23.46; 25.09 y 21.77%; Humedad, 67.05; 65.10 y 66.40% y Energía total, 120.52; 128.91 y 123.89 Kcal/100g, respectivamente. Caracterización funcional: Selenio: 0.041; 0.022 y 0.034 µg/g; Aminoácidos: ácido glutamínico (el más representativo): 553; 546 y 531 mg/100g; y Capacidad Antioxidante: 3506.6±175.7 µmolTrolox/100g; 2864.2±168.4 µmolTrolox/100g y 3310.3±128.6 µmolTrolox/100g de muestra respectivamente. Se concluye que existió diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en parámetros de acidez titulable, pH, sólidos solubles, grasas, carbohidratos, proteínas y selenio, mientras que, en parámetros de cenizas, humedad, energía, aminoácidos y capacidad antioxidante, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Palabras Claves: *Ajo, caracterización, fisicoquímica, bromatológica, funcional.*

Abstract

The high incidence of non-communicable diseases as one of the main public health problems in Peru and the world, as well as the scant information on varieties of garlic grown on Peruvian soil, led to the realization of this study where the objective was to perform a physicochemical, bromatological and functional characterization of fresh garlic from Barranquino (ABQ), Chino (ACN) and Napuri (ANP) varieties and compare them. The results were: Physicochemical characterization: Titratable acidity, 0.25; 0.19 and 0.34%; pH, 5.81; 5.92 and 5.14; Soluble solids, 31.28; 34.80 and 28.20°Brix, respectively. Bromatological characterization: Ashes, 1.47; 1.58 and 1.44%; Fats, 0.64; 0.79 and 0.73%; Proteins 5.23; 5.36 and 5.56%; carbohydrates, 23.46; 25.09 and 21.77%; Humidity, 67.05; 65.10 and 66.40% and Total Energy, 120.52; 128.91 and 123.89 Kcal/100g, respectively. Functional characterization: Selenium: 0.041; 0.022 and 0.034 µg/g; Amino acids: glutamic acid (the most representative): 553; 546 and 531 mg/100g; and Antioxidant Capacity: 3506.6±175.7 µmolTrolox/100g; 2864.2±168.4 µmolTrolox/100g and 3310.3±128.6 µmolTrolox/100g of sample respectively. It is concluded that there were statistically significant differences ($p < 0.05$) in parameters of titratable acidity, pH, soluble solids, fats, carbohydrates, proteins and selenium, while, in parameters of ashes, moisture, energy, amino acids and antioxidant capacity, it was not found. presented statistically significant differences.

Keywords: *Garlic, characterization, physicochemical, bromatological, functional*

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL JURADO.....	ii
Dedicatorias	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad Problemática.....	14
1.2. Trabajos previos.....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	19
1.4. Formulación del Problema.....	36
1.5. Justificación e importancia del estudio.....	36
1.6. Hipótesis.....	37
1.7. Objetivos.....	38
1.7.1. Objetivo general.....	38
1.7.2. Objetivos específicos.....	38
II. MATERIAL Y MÉTODO.....	39
2.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	39
2.2. Población y muestra.....	39
2.3. Variables, Operacionalización.....	40
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad. 42	
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	44
2.6. Criterios éticos.....	47
2.7. Criterios de Rigor Científico.....	47
III. RESULTADOS.....	48
3.1. Resultados en Tablas y Figuras.....	48
3.2. Discusión de resultados.....	84
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88

4.1. Conclusiones.....	88
4.2. Recomendaciones.....	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del ajo (<i>Allium sativum</i>).....	20
Tabla 2. Composición nutricional bromatológica del ajo (<i>Allium sativum</i>).	26
Tabla 3. Compuestos azufrados del ajo (<i>Allium sativum</i>).....	27
Tabla 4. Compuestos no azufrados del ajo (<i>Allium sativum</i>).....	28
Tabla 5. Características y generalidades de ajos (<i>Allium sativum</i>) cultivados en el Perú.....	29
Tabla 6. Especies de Selenio relevantes en sistemas biológicos.....	34
Tabla 7. Operacionalización de las variables independientes	41
Tabla 8. Operacionalización de las variables dependientes.....	41
Tabla 9. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del ajo fresco (<i>Allium sativum</i>) en tres variedades.	48
Tabla 10. Resumen de promedios del parámetro Acidez titulable de las variedades Chino, Barranquino y Napuri.....	49
Tabla 11. Análisis de varianza del parámetro Acidez titulable de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	49
Tabla 12. Prueba de Tukey de acidez titulable de las variedades ACN; ABQ y ANP	50
Tabla 13. Resumen de promedios de pH de las variedades Chino, Barranquino y Napuri.....	51
Tabla 14. Análisis de varianza del parámetro pH de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	51
Tabla 15. Prueba de Tukey de pH de las variedades ACN, ABQ y ANP	52
Tabla 16. Resumen de promedios de Sólidos solubles de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	54
Tabla 17. Análisis de varianza del parámetro Sólidos solubles de las variedades Chino, Barranquino y Napuri.....	54
Tabla 18. Prueba de Tukey de Sólidos solubles de las variedades ACN; ABQ y ANP	55
Tabla 19. Caracterización bromatológica del ajo fresco (<i>Allium sativum</i>) en tres variedades.....	57

Tabla 20. Resumen de promedios de Cenizas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	58
Tabla 21. Análisis de varianza del parámetro Cenizas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	58
Tabla 22. Prueba de Tukey de Cenizas de las variedades ACN; ABQ y ANP ...	59
Tabla 23. Resumen de promedios de Grasas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	60
Tabla 24. Análisis de varianza del parámetro Grasas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	61
Tabla 25. Prueba de Tukey de Grasas de las variedades ACN; ABQ y ANP	61
Tabla 26. Resumen de promedios de Proteínas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	63
Tabla 27. Análisis de varianza del parámetro Proteínas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	63
Tabla 28. Prueba de Tukey de Proteínas de las variedades ACN; ABQ y ANP .	64
Tabla 29. Resumen de promedios de Carbohidratos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	65
Tabla 30. Análisis de varianza del parámetro Carbohidratos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	65
Tabla 31. Prueba de Tukey de Carbohidratos de las variedades ACN; ABQ y ANP	66
Tabla 32. Resumen de promedios de Humedad de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	68
Tabla 33. Análisis de varianza del parámetro Humedad de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	68
Tabla 34. Prueba de Tukey de Humedad de las variedades ACN; ABQ y ANP .	69
Tabla 35. Resumen de promedios de Energía total de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	70
Tabla 36. Análisis de varianza del parámetro Energía total de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	70
Tabla 37. Prueba de Tukey de Energía total de las variedades ACN; ABQ y ANP	71

Tabla 38. Caracterización funcional del ajo fresco (<i>Allium sativum</i>) en tres variedades.....	74
Tabla 39. Resumen de promedios de Selenio de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	75
Tabla 40. Análisis de varianza del parámetro Selenio de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	75
Tabla 41. Prueba de Tukey de Selenio de las variedades ACN; ABQ y ANP	76
Tabla 42. Resumen de promedios de Aminoácidos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	78
Tabla 43. Análisis de varianza del parámetro Aminoácidos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	79
Tabla 44. Prueba de Tukey de Aminoácidos de las variedades ACN; ABQ y ANP	79
Tabla 45. Resumen de promedios de Capacidad antioxidante de las variedades Chino, Barranquino y Napuri.....	81
Tabla 46. Análisis de varianza del parámetro Capacidad antioxidante de las variedades Chino, Barranquino y Napuri	82
Tabla 47. Prueba de Tukey de Capacidad antioxidante total de las variedades ACN; ABQ y ANP	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Morfología general de la planta del ajo (<i>Allium sativum</i>)</i>	21
Figura 2. <i>Morfología general del bulbo y diente de ajo (<i>Allium sativum</i>)</i>	22
Figura 3. <i>Muestras ejemplares de ajo variedad Barranquino</i>	23
Figura 4. <i>Muestras ejemplares de ajo variedad Chino</i>	24
Figura 5. <i>Muestras ejemplares de ajo variedad Napuri</i>	25
Figura 6. <i>Estacionalidad en la producción de ajos frescos peruanos</i>	30
Figura 7. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Acidez</i>	51
Figura 8. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para pH</i>	53
Figura 9. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para sólidos solubles</i> ..	55
Figura 10. <i>Comparación fisicoquímica de ajos de variedades Chino, Barranquino y Napuri: (a) Acidez titulable. (b) pH. (c) Sólidos solubles</i>	56
Figura 11. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Cenizas</i>	60
Figura 12. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Grasas</i>	62
Figura 13. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Grasas</i>	64
Figura 14. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Carbohidratos</i> ...	67
Figura 15. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Humedad</i>	69
Figura 16. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Energía total</i>	71
Figura 17. <i>Distribución porcentual comparativa de composición bromatológica entre muestras de ajos variedad Chino, Barranquino y Napurí</i>	72
Figura 18. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Selenio</i>	77
Figura 19. <i>Concentración de selenio ($\mu\text{g/g}$) por variedad de ajo</i>	78
Figura 20. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Aminoácidos</i>	80
Figura 21. <i>Concentración de aminoácidos totales ($\text{mg}/100\text{g}$) por variedad de ajo</i>	81
Figura 22. <i>Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Capacidad antioxidante</i>	83
Figura 23. <i>Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$) por variedad de ajo</i>	84

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

Según datos al mes de abril del 2021 en el portal de la OMS, se reportaron que las enfermedades no transmisibles (ENT), provocan 41 millones de decesos cada año en todo el mundo, siendo alrededor de 15 millones de decesos en personas de entre 30 a 69 años de edad en países de ingresos bajos y medianos como en el Perú, información que es corroborada por el Ministerio de Salud (MINSA), quien señala que en nuestro país, las ENT se constituyen como uno de los principales problemas de salud (MINSA, 2016), siendo los problemas de obesidad y sobrepeso los problemas con mayor incidencia en el 7% de niños menores de 5 años y el 58.2% de adultos, debido a la falta de actividad y deficiencia de ingesta diaria mínima de alimentos con características antioxidantes y otros atributos nutricionales (FAO, 2017).

En ese sentido, el Perú, posee excelentes condiciones climatológicas y amplia geografía que le permite poseer innumerables variedades de productos silvestres con atributos funcionales que combatan estos problemas de salud, entre ellas el ajo (*Allium sativum*), el cual, gracias a sus peculiares características como cultivo, logró adaptarse a diferentes pisos ecológicos y condiciones climáticas (Soto, 2018), sin embargo, a pesar de ser un producto con aplicación muy frecuente en la gastronomía cotidiana, su importancia nutritiva es prácticamente nula, debido al empleo generalizado como saborizante-aderezo en mínimas proporciones y no propiamente como un alimento (Garzón, 2018).

Desde el punto de vista agroindustrial, una realidad problemática en el cultivo del ajo es la presencia de enfermedades fúngicas y bacterianas que afectan la calidad y rendimiento del cultivo. Entre las enfermedades más comunes se encuentran la roya del ajo, el mildiu veloso, la podredumbre blanca y la fusariosis (Soto, 2018).

Estas enfermedades pueden afectar significativamente el crecimiento y la producción del ajo, lo que resulta en una disminución de la calidad del producto y pérdidas económicas para los productores (MINAGRI, 2020). Además, las medidas preventivas y curativas para controlar estas enfermedades pueden ser costosas y requieren un manejo cuidadoso para evitar la propagación de la enfermedad a otros cultivos (Jesus y Carbajal, 2018).

Otro problema en la agroindustria del ajo es la falta de regulación y control de la calidad en algunos mercados, lo que puede llevar a la importación y venta de ajo de baja calidad que no cumple con los estándares requeridos (MINAGRI, 2020). Esto puede afectar la competitividad de los productores locales y la confianza del consumidor en el producto.

En ese sentido, hasta la fecha, si bien es cierto que se han realizado numerosas investigaciones enfocadas a la caracterización de diversos compuestos fisicoquímicos y funcionales extraídos del ajo fresco, cuyas concentraciones y tipos, dependen del tipo de variedad, prácticas de cultivo y producción, grado de maduración, localización en la planta y circunstancias de procesamiento, no obstante, variedades como Napurí, Chino y Barranquino cultivados en la región arequipeña, hasta la fecha no se ha reportado investigación alguna que permita caracterizarlas y compararlas entre sí para conocer cuáles de ellas posee una mayor concentración de compuestos fisicoquímicos y funcionales.

1.2. Trabajos previos.

Kirac, Dalda, Faruk y Gulsen (2022), realizaron un estudio de caracterización morfológica y molecular de genotipos de ajo (*Allium sativum* L.) muestreados en Turquía, en donde observaron diferencias morfológicas de 39 genotipos de ajo, ampliamente cultivados en Turquía. El genotipo Kahramanmaraş 4 fue diferente de otros genotipos en términos de algunas características morfológicas (peso fresco, peso seco y diámetro del bulbo). En el estudio de caracterización molecular utilizaron 10 cebadores Inter-Simple Sequence Repeats (ISSR) y determinaron que el genotipo TekDiş31 de la región Tunceli era diferente a otros

genotipos de ajo. Encontraron que el coeficiente de similitud genética era alto (0,85–1,0) en los genotipos excepto en el genotipo de ajo TekDiş31. En general, algunos clones de ajo (Maraş3 y Kayseri30, Urfa33 y Topaklı35, Kastamonu22 y Kastamonu28, Urfa10 y Kastamonu14, Kastamonu29 y Bademci23) fueron completamente similares entre sí, mientras que se encontraron pocas diferencias entre ellos. En conclusión, este estudio reveló que la planta de ajo, a pesar de su propagación clonal, consistió en cierto nivel de variación morfológica y parcialmente molecular. Debido a su modo de reproducción (vegetativo), esta variación puede deberse en gran medida a mutaciones puntuales o cromosómicas.

Ruiz-Aceituno y Lázaro (2021), investigaron las propiedades fisicoquímicas y texturales de una variedad de ajo tradicional español (*Allium sativum* L.) conocida como “Fino de Chinchón”, en donde aseguran que este ajo tiene sus propias peculiaridades en cuanto a parámetros texturales relacionados con la cohesión, resiliencia y elasticidad, comportamiento antioxidante y contenido pirúvico. Sus resultados son un buen punto de partida para iniciar investigaciones sobre la composición y propiedades del ajo en estudio, dado que sus hallazgos son interesantes ya que permitirían una mayor conciencia sobre la importancia de las variedades tradicionales en España. Sin embargo, señalan necesarias futuras investigaciones para realizar una caracterización más completa de dicha variedad, además, que esta información podría ser de particular interés y beneficio para los agricultores, en lo que respecta a la protección de la biodiversidad y la conservación genética, contribuyendo además a la sostenibilidad ambiental.

García y Sánchez-Muniz (2020), realizaron una revisión bibliográfica de los efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*), en donde resumen que el ajo puede promover la estimulación de la actividad fibrinolítica, la normalización de los lípidos plasmáticos, frenado de la peroxidación lipídica, atenuado de los cambios morfoestructurales de la pared vascular relacionado con el envejecimiento o la lesión aterosclerótica de la misma, inhibición de la agregación plaquetaria y reducir la tensión arterial.

Acosta, D. (2020), evaluó y caracterizó morfoagronómicamente 09 cultivares de ajos precoces bajo condiciones de la Estación Experimental Agraria Donoso - Huaral; en donde utilizó un diseño experimental DBCA con 4 repeticiones y 9 tratamientos en estudio, para la comparación de media utilizó la prueba de Tukey con una probabilidad a 0.05 y trabajó con el programa de Minitab. Entre sus resultados muestran que encontró diferencias altamente significativas entre los cultivares bajo estudio, presentando mayor rendimiento de bulbo el cultivar Ajo Chino con 19.68 t ha^{-1} , superando estadísticamente al resto de materiales. Los cultivares que tuvieron mayor número de dientes por bulbo fueron: C. Tarmeño, Alfa Suquia y Fao IV con promedios de 37.45; 36.65; 32.30 de dientes por bulbo. En el diámetro ecuatorial sobresalieron los cultivares Ajo chino y Margosino con promedios 5.46; 5.07 de cm respectivamente. Para la variable altura de planta el cultivar con mayor altura es el Ajo Chino, con 76.03 cm. Los cultivares que presentaron bulbillos fueron: Fao IV, Arequipeño 14, Cincomesino, Mapuri, Ajo chino y Margosino, el cultivar que presento curvatura floral fue el Ajo chino.

Liaqat, Zahur, Randhawa y Shahid (2019), realizaron un estudio de caracterización y potencial antimicrobiano de los componentes bioactivos del extracto de ajo (*Allium sativum*) sonificado contra patógenos transmitidos por alimentos, en donde exploraron el potencial del tratamiento de sonicación combinado con varios solventes para extraer componentes bioactivos (fenólicos y alicina) de dos variedades locales de ajo, ajo blanco y ajo rosado, y para dilucidar el potencial antimicrobiano de los extractos contra patógenos seleccionados. Determinaron el contenido fenólico total de varios extractos en valores de entre $57,35 \pm 4,77$ y $86,18 \pm 1,53$ mg GAE/100 g. Caracterizaron la alicina a través del sistema de cromatografía líquida de alta resolución, en donde encontraron valores en el rango de $62,67 \pm 13,49$ – $425,6 \pm 3,04$ ppm. Asimismo, calcularon la concentración inhibitoria mínima de los extractos de ajo, mediante el método de dilución en caldo, cuyos valores oscilaron entre 25 y 133 mg/ml y la formación de biopelículas fue entre 45 y 82 %. Sobre una base general, los autores indican que el ajo rosado posee componentes bioactivos más altos, potencial antimicrobiano contra patógenos transmitidos por los alimentos e

inhibición de la formación de biopelículas. En cuanto a los extractos solventes con 50% de metanol, como solvente de extracción, indicaron mejores resultados seguidos por 50% de etanol y agua.

Pintado (2019), evaluó el efecto de la sal y el bicarbonato en el tiempo de producción del ajo negro, en donde también caracterizó fisicoquímicamente al ajo fresco, obteniendo valores de humedad, acidez, pH y grados brix de 61.51%, 0.600, 5.2 y 35.6° en promedio respectivamente.

Jesús y Carbajal (2019), realizaron una investigación enfocada a la obtención y caracterización de inulina a partir del bulbo de *Allium sativum* "Ajo", variedad "Napuri, obtenida en Ahuac-Chupaca de abril a diciembre de 2018, en la cual reportaron una composición química bromatológica de humedad de 64,65% ± 0.74; proteínas 5.50% ± 0.30; grasa 0.31% ±0.05; fibra 0.88% ±0.09; cenizas 1.31% ±0.05 y carbohidratos totales 27.35% ±0.88; además acidez de 1.66% ± 0.11; pH 3.67 ±0.12 y °brix 10,57 ±0.60.

Bozin et al. (2018), evaluaron la capacidad antioxidante de fracciones polares de bulbos de ajo maduros y plantas inmaduras en cuatro sistemas modelo diferentes. Evaluaron la actividad antioxidante como capacidad de eliminación de radicales libres (RSC), junto con el efecto sobre la peroxidación lipídica (LP). Evaluaron la RSC midiendo la actividad de eliminación de extractos de ajo en 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH punto radical) y peróxido de hidrógeno. Concluyen que los extractos investigados redujeron la formación de radicales DPPH (IC₅₀ entre 1,03 y 6,01 mg/ml) y neutralizaron el H₂O₂ (IC₅₀ que oscila entre 0,55 y 2,01 mg/ml) de forma dependiente de la dosis, asimismo, observaron una fuerte inhibición de LP en ambos sistemas de inducción para todos los extractos de ajo probados. Diversos niveles de fenoles (0,05–0,98 mg equivalentes de ácido gálico/g de extracto seco) y agliconas flavonoides (4,16–6,99 µg equivalentes de quercetina/g de extracto seco) en los extractos de ajo investigados podrían explicar las diferencias obtenidas en estos resultados solo parcialmente.

Souci, Fachmann y Krant (2017), reportaron en sus Tablas de Nutrición y Composición de Alimentos, la composición bromatológica y mineral del ajo fresco, siendo de 64% de humedad, 6.05% de proteínas, 0.12% de lípidos, 28.41% de carbohidratos (utilizables), y 1.42% de minerales, destacando el Selenio, con una presencia de 0.0569 µg/g de muestra.

Toledano (2017), en su tesis doctoral denominada “Optimización del proceso de elaboración y caracterización fisiológica y fisicoquímica del ajo negro”, señaló que existe un incremento en la evolución de los valores de acidez, Brix, azúcares, polifenoles y capacidad antioxidante y una disminución en el pH del ajo de variedades Morado, Temprano y Blanco Americano, cuando son sometidos a procesos de maduración controlada por prolongados tiempos de almacenamiento.

Arce (2016), realizó un estudio de obtención de ajo (*Allium sativum* L.) en polvo y su evaluación en almacenamiento, en donde caracterizó ajo fresco de la variedad “Valenciano Rosado” con 61,65 % de humedad y con 4,96% de proteínas; y ajo en polvo, al cabo de tres (03) meses de almacenamiento en empaque de polietileno de alta densidad y laminado, cuya humedad alcanzó el 4,7% en base seca; proteína, 16,69%; carbohidratos, 73,94%, fibra, 0,56%, grasa, 0,69%; y cenizas, 3,42%, resultados que armonizan con la Norma Técnica Francesa NF-V-026-005, que usaron como referencia.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. El Ajo (*Allium sativum*)

1.3.1.1. Origen

De acuerdo con diversas fuentes como el Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura, MINAGRI (2020) y Soto (2018), el ajo (*Allium sativum*), es oriundo de Asia Central, el cual, durante tiempos prehistóricos, se extendió a lo largo de la región mediterránea, cuyos

colonos durante sus campañas expansionistas e intercambios comerciales, llevaron esta hortaliza hasta las tierras americanas, región donde logró adaptarse como cultivo.

1.3.1.2. Taxonomía y morfología

De acuerdo con Acosta (2020), la taxonomía del cultivo de ajo, viene dado con la siguiente clasificación

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del ajo (Allium sativum).

Clasificación científica	
Reino	<i>Vegetals^{ab}</i>
División	<i>Fanérogamas^{ab}</i>
Sub división	<i>Angiospermas^{ab}</i>
Clase	<i>Monocotiledóneas^{ab}</i>
Orden	<i>Liliforme^{ab}</i>
Familia	<i>Amaryllidaceae (Liliáceas)^b</i>
Sub-familia	<i>Alioideas^b</i>
Género	<i>Allium^{ab}</i>
Especie	<i>Sativum^{ab}</i>
Nombre científico	<i>Allium sativum L.^{ab}</i>
Nombre común	Ajo

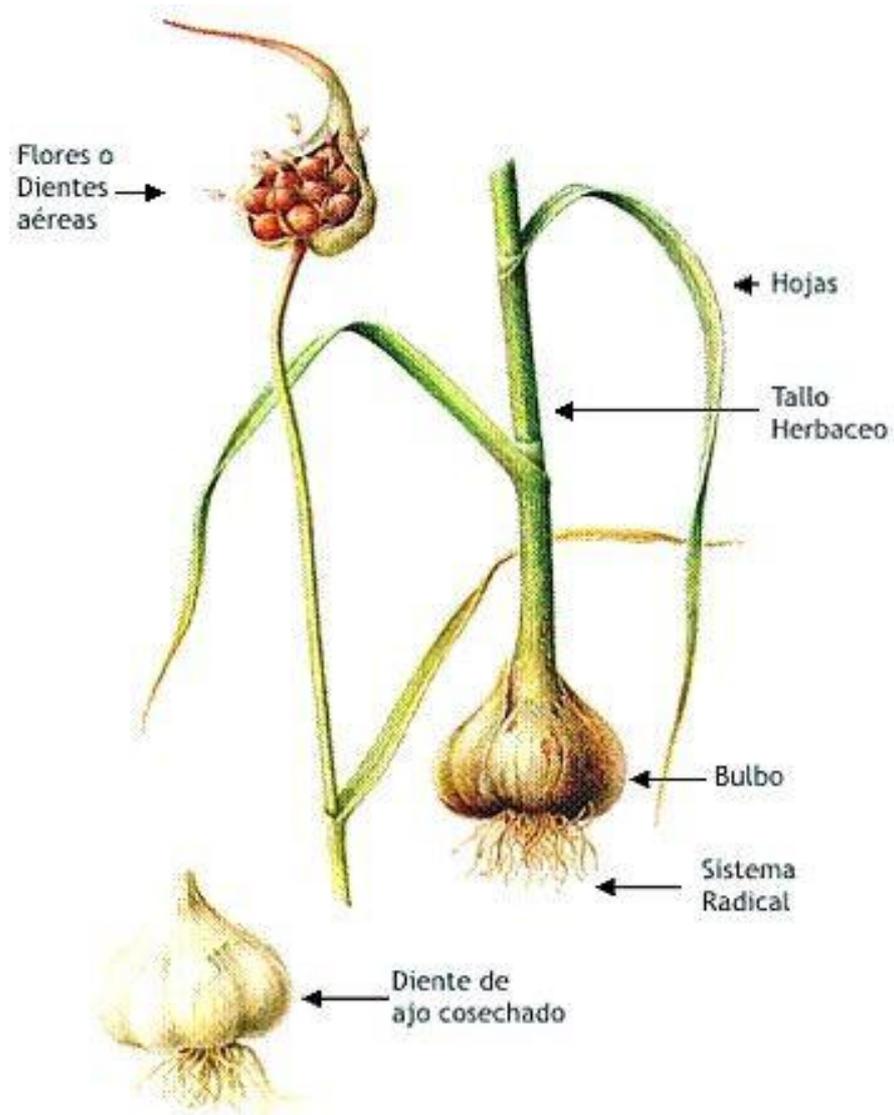
Nota: Esta tabla muestra la clasificación científica taxonómica del cultivo de ajo. Tomado de: ^aToledano (2017) y ^bReyes (2015).

De acuerdo a la tabla anterior, la morfología de la planta del ajo, se describe como una planta con numerosas raíces, finas, simples y con forma de mechón, de limitada profundidad. El tallo es hueco, rollizo, blando y liso con alturas de hasta 40 cm. Sus hojas brotan en forma alargada y plana, estructurándose en todo el tallo de manera alternada.

El producto aprovechable es el bulbo subterráneo, constituido por dientes compactos adheridos a su base y protegidas por membranas blancas con tonos tenues de color morado, los cuales varían intensidad de tonalidad, de acuerdo a la variedad (Toledano, 2017).

Figura 1.

*Morfología general de la planta del ajo (*Allium sativum*).*



Nota: El gráfico representa las partes morfológicas de la planta de ajo. Tomado de *Garlic, from medicinal herb to possible plant bioprotectant: A review* (p.22), por Sikandar Hayat et al., 2022. *J. Scientia Horticulturae*

Por otro lado, Troiani et al. (2017), mencionaron que los “dientes”, son hojas transformadas, cuya función es la de almacenar componentes esenciales para la planta, asimismo, Soto (2018) señala que debido a que el ajo carece de semilla verdadera, los dientes de los bulbos, son utilizados como órganos de multiplicación.

Figura 2.

Morfología general del bulbo y diente de ajo (*Allium sativum*).



Nota: El gráfico representa las partes morfológicas del bulbo de ajo. Tomado de *Garlic, from medicinal herb to possible plant bioprotectant: A review* (p.22), por Sikandar Hayat et al., 2022. *J. Scientia Horticulturae*

Al respecto, Troiani et al. (2017), mencionaron que los “dientes”, son hojas transformadas, cuya función es la de almacenar componentes esenciales para la planta, asimismo, Soto (2018) señala que debido a que el ajo carece de semilla verdadera, los dientes de los bulbos, son utilizados como órganos de multiplicación.

a) Variedad Barranquino

Según Acosta (2020), esta variedad proviene de la localidad de Barranca, Lima, y contempla un periodo vegetativo de 5.5. a 6 meses. Asimismo, se caracteriza por tener una buena conformación de dientes. Durante el crecimiento inicial, la planta presenta erección de coloración verde azulada, con susceptibilidad a ataques radiculares como el *Fusarium oxysporum* spp. Presenta emisión de seudo escapo durante la maduración (en el seudotallo no se forman bulbillos).

Figura 3.

Muestras ejemplares de ajo variedad Barranquino



Nota: El gráfico muestra las características físicas del bulbo de ajo variedad Barranquino. Tomado de Caracterización y Evaluación Morfoagronómica en 09 Cultivares de Ajos (Allium sativum L.) Precoces en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral (p, 69), por Acosta (2020).

b) Variedad Chino

El color del diente en esta variedad es de color blanco, cuyo bulbo posee una forma de la sección longitudinal elíptica ancha transversal, con débil intensidad de pigmentación en el pseudotallo y presencia de tallo floral y bulbillos (Acosta 2020).

Figura 4.

Muestras ejemplares de ajo variedad Chino



Nota: El gráfico muestra las características físicas del bulbo de ajo variedad Chino. Tomado de Caracterización y Evaluación Morfoagronómica en 09 Cultivares de Ajos (Allium sativum L.) Precoces en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral (p, 71), por Acosta (2020).

c) Variedad Napuri

El bulbo posee una forma de la sección longitudinal elíptica ancha transversal, la posición del disco radicular es deprimido, el color de fondo de las catafilas externas es blanco rojizo con una distribución radial de los dientes.

Figura 5.

Muestras ejemplares de ajo variedad Napuri



Nota: El gráfico muestra las características físicas del bulbo de ajo variedad Napuri. Tomado de Caracterización y Evaluación Morfoagronómica en 09 Cultivares de Ajos (Allium sativum L.) Precoces en la Estación Experimental Agraria Donoso – Huaral (p, 71), por Acosta (2020).

1.3.1.3. Composición nutricional

Durante siglos y décadas pasadas, diversos autores, resaltaron las bondades nutritivas y funcionales del ajo. Según Liaqat et al. (2019) el ajo estaba incluido dentro de la dieta diaria en China, siendo consumido junto con carne cruda. Ramírez-Concepción, Castro-Velasco y Martínez-Santiago (2016), señalaron que el té de ajo, era empleado como remedio contra enfermedades y malestares como cefaleas, fiebres, cólera, trombosis. Toledano (2017), sostiene que los rusos emplearon el ajo para contrarrestar los síntomas de la influenza durante el siglo dieciocho (XVII), así como en los años de la peste bubónica en Europa, para incrementar la protección contra el microorganismo infeccioso.

Tabla 2.

Composición nutricional bromatológica del ajo (Allium sativum).

Nutrientes	Contenido
Humedad (%)	61.4
Proteína (%)	5.6
Lípidos (%)	0.8
Minerales (%)	-
Fibra (%)	2.1
Carbohidratos(%)	30.4

Nota: Esta Tabla muestra la composición nutricional bromatológica del ajo. Adaptado de Reyes (2017)

Ramírez-Concepción, Castro-Velazco y Martínez-Santiago (2016), señalan que el ajo posee más de cien (100) compuestos entre minerales, compuestos fenólicos, polifenoles, vitaminas y aminoácidos. Toledano (2017) añade que, hasta la fecha, se han logrado identificar alrededor de 30 compuestos del ajo con actividad funcional.

Tabla 3.*Compuestos azufrados del ajo (Allium sativum).*

Compuesto	Actividad biológica probable
	Hipotensora, hipoglucemiante
Aliína Ajoeno (ajocisteína)	Previene la formación de coágulos, ayuda a disolverlos. Anti-inflamatorio, vasodilatador, hipotensor, antibiótico Antibiótica, antifúngica, antiviral
Alicina y Tiosulfatos Alil mercaptano	Hipocolesterolemiantes, previene la aterosclerosis, antitumora, antidiabética, hipotensora.
Sulfuro de dialilo y afines	Hipocolesterolemiantes. Aumentan la producción de enzimas desintoxicantes. Anticancerígeno. Previene los daños químicos del DNA
S-alil-cisteína y compuestos al g - glutámico	Hipocolesterolemiantes, antioxidantes, quimioprotectores frente al cáncer. Favorecen la acción desintoxicante del hígado frente a sustancias químicas.

Nota: Esta tabla muestra los compuestos azufrados del ajo y sus actividad biológica probable en el organismo humano. Tomado de Reyes (2017)

La mayoría de estudios relacionados a los beneficios del ajo en la salud, se encuentran correlacionados a la alta presencia de compuestos azufrados (Tabla 3), incluso hasta tres veces más que otros vegetales como el brócoli y la cebolla (Ramírez-Concepción, Castro-Velazco y Martínez-Santiago, 2016).

Tabla 4.*Compuestos no azufrados del ajo (Allium sativum).*

Compuesto	Actividad biológica probable
	Vasodilatadora, hipotensora, miorelajante.
Adenosina	Estimula la síntesis de hormonas esteroídicas. Estimula la liberación de glucagón
Fructanos (Escorodosa)	Efectos cardioprotectores
Fracción proteica F-4	Estimula el sistema inmune por medio de macrófagos y células esplénicas
Quercitina	Estabiliza los mastocitos. Ejerce por tanto efectos beneficiosos en el asma y la alergia Hipotensoras. La Gitonina F es antivírica, el
Saponinas (Gitonina F, Erubósido B)	Erubósido B antifúngico
Escordina	Hipotensora en conejos y perros. Factor de crecimiento en dosis elevadas. Incrementa la utilización de la vitamina B1. Antibacteriana
Selenio	Antioxidantes. Antiinflamatorios.
Ácidos fenólicos	Antivíricos y antibacterianos

Nota: Esta tabla muestra los compuestos no azufrados y su actividad biológica probable en el organismo humano. Tomado de Reyes (2017).

El ajo, cuando es sometido a acciones físicas como corte o machacado, se liberan varios de sus compuestos azufrados, interaccionando con otras a fin de generar diversas reacciones químicas (Ramírez-Concepción, Castro Velasco y Martínez-Santiago, 2016).

1.3.1.4. Variedades

MINAGRI (2020), proyectó un cuadro adaptado de un documento titulado “Producción Hortícola y PP Ing. Agronómica, UCSM-Arequipa”, en su Nota Técnica N°02-2020, en donde se detallan las variedades de ajo en el Perú:

Tabla 5.

Características y generalidades de ajos (Allium sativum) cultivados en el Perú

Característica	Cultivar				
	Morado Arequipeño	Napuri	Mossone	Barranquino	Pata de perro
Color bulbo	Blanquecino	Blanquecino morado	Blanquecino morado	Blanquecino	Blanquecino morado
Color diente	Morado	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino	Blanquecino
P.V. (meses)	6 a 7	5 a 6	7	5.5 a 6	5 a 6
N° de dientes	10 a 12	8 a 10 15 a 22	12 a 14	10 a 12	8 a 10
Rend. t/ha	7 a 10	7 a 10	10 a 13	8 a 10	8 a 10
Peso bulbo (g)	25 a 50	20 a 60	40 a 90	30 a 50	20 a 60
Altura de planta	70	70	70	70	70
Índice de cosecha	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Escapo floral	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Bulbillos aéreos	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Bulbillos aéreos	Bulbo duro Cuello duro Amarillento Escapo floral	Dureza del bulbo y cuello
Época de siembra	Junio-Agosto	2500-300 msnm Nov-Dic 1500 Ene-Mar 0-100 Mar-May	2500-300 msnm Nov-Dic 1500 Ene-Mar 0-100 Mar-May	2500-300 msnm Nov-Dic 1500 Ene-Mar 0-100 Mar-May	Nov. (Sierra)
Altitud siembra	A más de 2000 msnm	Desde nivel del mar	Desde nivel del mar	Desde nivel del mar	Sierra
Forma de bulbo	Uniforme	Desuniforme	Desuniforme	Desuniforme	Abierto

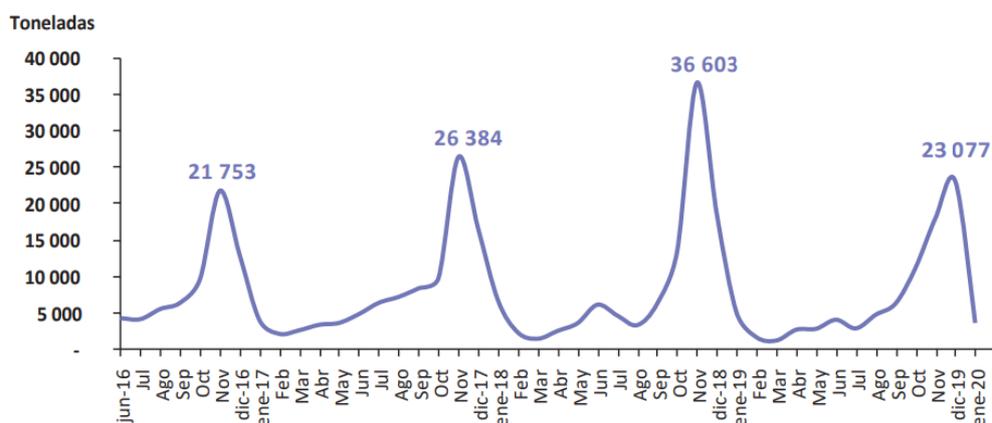
Nota: Esta tabla muestra las características y generalidades de distintos ajos cultivados en el Perú. Tomado de MINAGRI (2020).

1.3.1.5. Estacionalidad de la producción

La siguiente gráfica, refleja el desenvolvimiento estacional de la producción de ajos frescos en el Perú, siendo notoria los picos de producción entre los meses de setiembre hasta diciembre anualmente:

Figura 6.

Estacionalidad en la producción de ajos frescos peruanos



Nota: El gráfico muestra la estacionalidad en la producción en toneladas de los ajos peruanos desde junio del 2016 hasta enero del 2020. Tomado de *MINAGRI. El ajo en el contexto mundial y nacional. El covid-19, una oportunidad para las exportaciones de ajo en el Perú, 2020.*

1.3.2. Caracterización fisicoquímica por análisis bromatológica

Se define al análisis bromatológica, como la cuantificación en porcentajes de los principales componentes de determinados alimentos, entre ellas grasa cruda, fibra, humedad, cenizas, proteínas y carbohidratos (Garzón, 2018).

1.3.2.1. Preparación de muestra

Para la analizar un alimento, es necesario reducir a tamaños adecuados que puedan ser fácilmente manipulados en condiciones de laboratorio. Se pueden emplear procesos de mezclado, trituración,

agitación u otras para dicho fin, según sea la naturaleza del producto (Iturralde, 2021).

1.3.2.2. Humedad

Se realiza este análisis para conocer el contenido de agua que contiene la muestra, debido a que es considerado como un constituyente mayoritario en casi la mayoría de los alimentos, además de estar ligado química o físicamente a otros elementos. Por lo que su determinación es un factor que permite determinar calidad, resistencia al deterioro y preservación (Iturralde, 2021).

Existen métodos estandarizados para dicha determinación, como el secado en estufa, a determinadas temperaturas y tiempos, hasta constatar un peso constante, sin embargo, existen puntos críticos necesarios a considerar como el tamaño de la partícula, formación de costra, vacío, área de superficie, etc. (Garzón, 2018).

1.3.2.3. Ceniza

La cuantificación de ceniza representa su residuo inorgánico, luego que sustancias volátiles y porciones orgánicas hayan sido evaporadas y oxidadas. Su determinación nos sirve para medir posibles adulteraciones en los alimentos, ya que su nivel puede representar la adición de sustancias adulterantes en caso sea elevado, o en caso sea demasiado bajo, puede suponerse dilución del producto con material de bajos niveles inorgánicos (Iturralde, 2021).

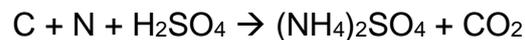
1.3.2.4. Grasa cruda

Este parámetro se refiere a la mezcla cruda de compuestos liposolubles como monoglicéridos, diglicéridos, triglicéridos, esteroides, fosfolípidos,

ácidos grasos libres, pigmentos, vitaminas liposolubles, etc., que pueden estar presentes en una muestra alimenticia (Iturralde, 2021).

1.3.2.5. Proteína cruda

Iturralde (2021) señala que este parámetro no suele ser utilizado para análisis rutinarios como pH o sólidos soluble, debido a la complejidad de su extracción de una muestra. El método por excelencia para su determinación es el Kjeldahl, el cual se basa en digestión de la muestra en ácido sulfúrico en presencia de un catalítico, cuyas reacciones que se producen son:



Pilco (2017), señala que el porcentaje de nitrógeno, se puede calcular empleando la siguiente fórmula, considerando que los miliequivalentes de nitrógeno en la muestra de proteína son equivalentes a los miliequivalentes de NH_3

$$\%Nitrógeno = \frac{(mL * N \text{ del ácido}) * 1.4}{g \text{ de muestra}}$$

Ecuación 1.

Fórmula para calcular porcentaje de nitrógeno

1.3.2.6. Fibra cruda

Es una medida de la porción de componentes polisacáridos vegetales presentes en un alimento (excepto almidones y lignina), las cuales son resistentes a la acción sintetizadora de las enzimas digestivas del ser humano. Proveen la capacidad suficiente para generar en el tracto intestinal, una acción peristáltica (Iturralde, 2021).

Se pueden emplear métodos enzimáticos-químicos y gravimétricos para su determinación. La diferencia es que, en la primera, se requiere hacer lecturas en equipos de cromatografía líquida de alta precisión (HPLC), colorimétricos o con cromatografía de gases (GLC), mientras que en el segundo se basa en pesar el residuo resultante de una solubilización enzimática de los compuestos que no son considerados fibra (Pilco, 2017)

1.3.2.7. Carbohidratos totales

Son la fuente más abundante y económica de energía, los cuales juegan un rol importante en países donde el principal producto de consumo son los cereales. Básicamente se tratan de azúcares simples y compuestos (Pilco, 2017).

La determinación de carbohidratos en una muestra alimenticia se divide en métodos cuantitativos y cualitativos. Es necesario primero identificar el carbohidrato de interés, para luego cuantificarlo. La identificación se basa en las diferencias de estructuras químicas de estos compuestos, mientras que la cuantificación se basa en la aplicación de ciertas metodologías como refractometría, polarimetría, ensayos de reducción, densitometría, incluso cromatografía de gases (Iturralde, 2021).

1.3.3. El Selenio (Se) en el ajo

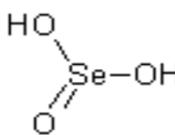
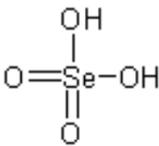
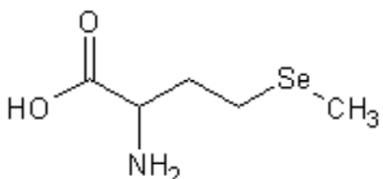
Pérez (2018), señala al selenio como responsable del correcto funcionamiento de la glándula tiroides, así como en la prevención de enfermedades cardiovasculares y propiedades anticancerígenas.

Para alcanzar estos beneficios, es necesario mantener niveles óptimos de Se en las dietas alimenticias, siendo su origen animal en alimentos como huevos, pescados, leche y huevos en concentraciones que van desde 0.0131 a 0.368 ug/g, y en vegetales como nueces, legumbres, cereales, cuyas concentraciones oscilan de 0.0244 a 0.4439 ug/g (Pérez, 2018).

El Se, puede ser acumulado en grandes concentraciones en el ajo, debido a su semejanza química con el azufre (S), elemento básico en las plantas, y ser transformado en distintas especies orgánicas como Selenometionina (SeMet), Selenocisteína (SeCys), Selenometil Selenocisteína (Se-MeSeCys) y Alfa-glutamil-selenometilselenocisteína (γ -Glu-SeMeSeCys), todas reconocidas por su capacidad antioxidante (Pérez, 2018).

Tabla 6.

Especies de Selenio relevantes en sistemas biológicos

Espece	Fórmula	Estructura
Selenito [Se(IV)]	H_2SeO_3	
Selenato [Se(VI)]	H_2SeO_4	
Selenometionina (SeMet)	$C_5H_{11}NO_2Se$	

Selenometil Selenocisteína (Se- MeSeCys)	$C_4H_9NO_2Se$	
Selenocistina (SeCysCysSe)	$C_6H_{12}N_2O_4Se_2$	
Selenocisteína (SeCys)	$C_3H_7NO_2Se$	
γ -glutamil selenometil selenocisteína (γ-Glu-SeMeSeCys)	$C_9H_{16}N_2O_5Se$	

Nota: Esta tabla muestra las fórmulas y estructura estequiométrica de especies de Selenio relevantes en sistemas biológicos. Tomado de: Pérez (2018)

1.3.4. Aminoácidos en el ajo

Son compuestos orgánicos que se combinan para la conformación de proteínas y soporte del proceso metabólico. De los veinte (20) aminoácidos, ocho (08) son esenciales y doce (12) no esenciales.

El ajo es rico en aminoácidos esenciales básicos para la estructuración de proteínas en el sistema biológico humano (Prada, Pereira, Pérez y Moreno, 2016).

Garzón (2018) señala que los principales aminoácidos activos presentes en el ajo son el ácido glutamínico, arginina, leucina, valina, ácido aspártico, lisina.

Estos aminoácidos, junto con el selenio, convierten al ajo en un poderoso antioxidante, atacando especialmente a los radicales de hidroxilo (López, 2017).

1.3.5. Capacidad antioxidante

En la familia *Allium*, la capacidad antioxidante se produce por la presencia de flavonoides, así como por contenidos de vitaminas A, C y E, los cuales, de acuerdo con Ruiz-Aceituno y Lázaro (2021), se encuentran presentes en concentraciones de 9 UI/100g, 31,2 mg/100g y 0.08 mg/100g de ajo fresco, respectivamente.

Enzimas antioxidantes celulares se encuentran dentro de la composición química, como la catalasa, dismutasa y glutatión peroxidasa, los cuales cumplen una función protectora de macromoléculas como los lípidos y proteínas, reduciendo el riesgo de contraer ENT (Garzón, 2018).

1.4. Formulación del Problema.

¿Existirán diferencias significativas en las características fisicoquímicas, bromatológica y funcionales de las variedades de ajos (*Allium sativum*) Barranquino, Chino y Napurí?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

Si bien el número de estudios sobre la efectividad del ajo en el control, tratamiento de diversas enfermedades han incrementado en los últimos años, aún existen variedades que poco o nada se sabe de sus características fisicoquímicas y funcionales, como el caso de las variedades de ajos Napuri,

Barranquino y Chino cultivadas en la región de Arequipa, los cuales también son cultivadas en otras localidades como Ayacucho, Huancavelica, sin embargo no se tiene mapeado su composición bromatológica, así como sus aminoácidos, selenio y capacidad antioxidante, compuestos importantes en el desarrollo de las actividades funcionales del bulbo, información básica para tomar como referencia para la elaboración de futuros productos nutracéuticos que permitan a las personas, amas de casa, usarlo ya no de manera limitada como condimento, si no, como un alimento de consumo directo independientemente a su presentación en polvo, extracto, cápsulas, etc., para poder prevenir y/o controlar los efectos de las enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, cáncer, entre otros (Toledano, 2017).

En ese sentido, los resultados de esta investigación de caracterización fisicoquímica y funcional de ajos de las variedades chino, Barranquino y Napuri, aportarán al conocimiento a la comunidad científica y demostrarán el potencial nutracéutico de estas variedades cultivadas en territorio peruano, otorgándole un plus de información a importadores extranjeros de ajo peruano, lo cual repercutiría en una masificación e incremento de su producción, áreas de cultivo y exportación, beneficiando así a los pequeños productores de la región Arequipa, como fuente de ingresos económicos.

1.6. Hipótesis.

Ho: En la caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional del ajo fresco (*Allium sativum*) en variedades Barranquino, Chino y Napuri, no existen diferencias significativas

Hi: En la caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional del ajo fresco (*Allium sativum*) en variedades Barranquino, Chino y Napuri, sí existen diferencias significativas

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

- Caracterizar fisicoquímica, bromatológica y funcional al ajo fresco de variedades Barranquino, Chino y Napuri

1.7.2. Objetivos específicos.

- Cuantificar la composición fisicoquímica (acidez titulable, pH y sólidos solubles) de ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri.
- Cuantificar la composición bromatológica (Cenizas, Grasa, Proteínas, Carbohidratos, Humedad, Energía total) del ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri.
- Cuantificar la composición funcional (selenio, aminoácidos y capacidad antioxidante) del ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

2.1.1. Tipo

Por su finalidad, la investigación fue descriptiva con enfoque cuantitativo, dado que se recolectó datos sobre la cuantificación de pH, acidez y sólidos solubles, para la caracterización fisicoquímica, cuantificación de cenizas, grasa, proteínas, carbohidratos, humedad, energía total, para la caracterización bromatológica, y la cuantificación de aminoácidos, selenio y capacidad antioxidante, para la caracterización funcional del ajo de las variedades Barranquino, Chino y Napuri, a los cuales se les realizó un análisis y medición de los mismos.

2.1.2. Diseño

El presente estudio es no experimental, descriptivo y transaccional, debido a que no se manipularon deliberadamente las variables, los datos descriptivos se obtuvieron de muestras de ajo de variedad Barranquino, Chino y Napuri, los cuales, se recolectaron en un solo momento.

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población

El objeto de estudio es el ajo (*Allium sativum*) de las variedades Barranquino, Chino y Napuri, provenientes de la Región de Arequipa del Valle del Tambo

2.2.2. Muestra

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, recolectándose 2 Kg. por variedad de ajo, ya que éstas al cabo de su recolección, fueron derivados hacia los laboratorios en Lima para su caracterización

Se tuvo en cuenta lo siguientes criterios de inclusión: sanas, con estadio de maduración fisiológica alcanzada, bulbos enteros, limpios y sin olores extraños, asimismo, los criterios de exclusión fueron aquellas muestras con presencia visible de plagas como podredumbre rosada y nematodos o enfermedades, bulbos que no hayan alcanzado el estadio de madurez fisiológica requerida, perforadas o golpeadas.

2.3. Variables, Operacionalización.

2.3.1. Variables

Variable independiente

- Ajo fresco (*Allium sativum*)

Variables dependientes

- Caracterización fisicoquímica
- Caracterización bromatológica
- Caracterización funcional

2.3.2. Operacionalización

Tabla 7.

Operacionalización de las variables independientes

Variable independiente	Dimensión	Indicadores	Técnica
Ajo fresco	Variedades	Barranquino Chino Napuri	Análisis documental

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.

Operacionalización de las variables dependientes

Variable independiente	Indicador	Dimensión	Técnica
Caracterización fisicoquímica	%	Acidez total	NMX-F-102-S
	-	pH	AOAC 981.12 2016
	°Brix	Sólidos solubles	NTE INEN-ISO 2173:2013
	%	Ceniza	NTE INEN 052
	%	Grasa	AOAC 945.38. 2016
Caracterización bromatológica	%	Proteínas	AOAC 984.13 2019
	%	Carbohidratos	Por cálculo
	%	Humedad	Mét. Karl Fischer
	mg/100g	Selenio	Espectrofotometría
Caracterización funcional	µg/g	Aminoácidos	Mét. HPLC
	µmol	Capacidad antioxidante	Mét. ABTS
	Trolox/100g		(Rossi et al., 2017)

Fuente: Elaboración propia

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas

Observación experimental

Mediante el cual se acumuló y sistematizó información, proporcionada por los especialistas del laboratorio contratado para la ejecución de análisis.

Revisión documentaria o bibliográfica

Se obtuvieron datos a partir de revisiones de literatura, tesis, artículos científicos, boletines, revistas científicas en plataformas digitales, con los cuales se realizó diversos análisis y comparativos

2.4.2. Instrumentos

Equipos

- Balanza analítica, (Junnuo FA1204, China).
- Licuadora, (Osterizer®, EE.UU.).
- Equipo de titulación automático pellet, (Hirschmann, Alemania).
- Equipo Kjeldahl, (Velp Scientifica DK 6, Italia).
- Plancha de calentamiento, (IKA C-MAG HP4, Alemania).
- Potenciómetro, (Hanna HI2210, Italia).
- Refractómetro (ATAGO 3810 PAL-1)
- Estufa (Mettler, Alemania)
- Mufla (Thermolyne FB1400)
- Analizador de humedad (Sartorius MA45, Alemania)
- Centrífuga (Thermo Fisher Scientific, Sorvall ST1 Plus, EE.UU.)
- Placas cromatográficas de Celulosa (Merck, KGaA, Darmstadt)

- Cromatógrafo de alta resolución (Biochrom 20®, Pharmacia Biotech, Reino Unido)
- Espectrofotómetro UV/Visible (UNICO, S-2100UV+)
- Vortex (Velp Scientifica Classic, Italia).

Materiales

- Crisoles
- Pinzas
- Desecador
- Abatelenguas
- Envases de vidrio (Vasos precipitados, tubos de ensayo, matraces)
- Cristalería de vidrio para análisis
- Perlas de control de ebullición.
- Tinas plásticas.
- Tablas para picar.
- Paletas.
- Jarras plásticas.
- Espumadera.
- Uniformes de trabajo (mandil, guantes, etc).
- Utensilios de limpieza y desinfección.
- Solución indicadora de rojo de metilo/verde de bromocresol.
- Solución indicadora de Azul de metileno al 1%.

Reactivos

- Ácido sulfúrico (H_2SO_4) del 95 al 98%. Libre de nitrógeno. (Merck, Alemania)
- Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Libre de nitrógeno. (Merck, Alemania)
- Sulfato de potasio (K_2SO_4). (Applichem, Alemania)
- Solución de hidróxido de potasio (KOH) AL 50% p.

- Solución de ácido bórico (H_3BO_3) al 4%.
- Solución indicadora de rojo de metilo/verde de bromocresol.
- Solución indicadora de Azul de metileno al 1%.
- Solución estándar de ácido clorhídrico (HCl) al 0.1 N.
- Sulfato de amonio $(NH_4)_2SO_4$ al 99.9%. (Merck, Alemania)
- Hexano (Merck, Alemania)
- Acetona (Biopack, Argentina)
- Etanol de grado de gradiente para cromatografía líquida (Merck, Alemania)
- Hidróxido de sodio 0,1 N (Applichem, Alemania)
- Reactivo Folin-Ciocalteu (Applichem, Alemania)
- Carbonato de sodio (Na_2CO_3) 20% (Merck, Alemania)
- Solución de radical ABTS (Merck, Alemania)

2.5. Procedimiento de análisis de datos.

2.5.1. Determinación de Sólidos solubles totales (SST)

Se determinó por el método refractométrico directo según la NTE INEN-ISO 2173, mediante un refractómetro aplicando sobre el prisma de 1 a 3 gotas de la solución y después de 5 minutos proceder a la lectura respectiva.

2.5.2. Determinación de Acidez titulable

La acidez titulable fue determinada aplicando el método NMX-F-102-S, titulación potenciométrica, expresados en porcentaje de ácido pirúvico (ácido predominante en el ajo fresco).

2.5.3. Determinación de pH

Para la determinación de pH, se empleó el método AOAC 981.12 20th Ed. 2016, con apoyo de un potenciómetro de mesa previamente calibrada.

2.5.4. Determinación de Cenizas

Para la determinación de Cenizas, se empleó el método NTE INEN 0520, el cual se encuentra detallado en el Anexo 1.

2.5.5. Determinación de Grasa

Se empleó el método AOAC 945.38 para la determinación de Grasa, el cual se encuentra detallado en el Anexo 2.

2.5.6. Determinación de proteínas

Para la determinación de Proteínas, se empleó el método AOAC 984.13.2019, el cual se encuentra detallado en el Anexo 3.

2.5.7. Determinación de Carbohidratos

Para la determinación de Carbohidratos, se empleó el método por cálculo, el cual se encuentra detallado en el Anexo 4.

2.5.8. Determinación de Humedad

La determinación de contenido de Humedad, se realizó empleando el método Karl Fischer, el cual se encuentra detallado en el Anexo 5.

2.5.9. Determinación de Aminoácidos

La cuantificación de aminoácidos se realizó por el método de cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), según el método propuesto por Restrepo (2019).

2.5.10. Determinación de Selenio

Se determinó el contenido de selenio aplicando el método espectrofotométrico según método propuesto por Rodríguez (2019), con ayuda de un espectrofotómetro de absorción atómica.

2.5.11. Determinación de Capacidad antioxidante

Se determinó aplicando la metodología de Rossi et al. 2017, para determinación de capacidad antioxidante de fracciones hidrofílicas y lipofílicas.

2.5.12. Análisis estadístico de datos

Los datos recolectados de acuerdo al estudio no experimental, descriptivo y transaccional, fueron obtenidos a partir de un diseño completamente al azar (DCA), los cuales fueron analizados mediante la prueba del Análisis de Varianza (ANOVA) de un factor y Test de Tukey para conocer si efectivamente con un 95% de confiabilidad, existen o no existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en los promedios de los parámetros fisicoquímicos, bromatológicas y funcionales en las tres variedades de ajo fresco. Los cálculos se realizaron utilizando el paquete estadístico de MS Excel 2016 y Minitab.

$$Y_{IJ} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = es el efecto medio;

τ_i = es el efecto del i -ésimo tratamiento;

ε_{ij} = error experimental;

$i = 1, \dots, t$;

t = número de tratamientos

$j = 1, \dots, n$;

n = número de repeticiones por tratamiento.

2.6. Criterios éticos.

Se recolectó información durante la investigación a partir de diversas fuentes, como páginas webs, libros, revistas, tesis virtuales, boletines, entre otros; citando la autoría respectiva de cada autor según corresponda y tal como se evidencia en varios párrafos a lo largo del presente trabajo

2.7. Criterios de Rigor Científico.

2.7.1. Fiabilidad

La presente tesis es fiable, dado que se puede obtener resultados similares replicando los métodos de recolección de datos, asimismo, los resultados mostrados en el capítulo tres, expresan completa veracidad inequívoca, con el respaldo de un laboratorio certificado.

2.7.2. Validez

La validez y seguridad de los resultados se amparan en la cuidadosa interpretación analítica de los resultados, producto de la recolección de datos obtenidos con el apoyo de un laboratorio acreditado (Anexo 6) ante el Instituto Nacional de Calidad.

III. RESULTADOS.

3.1. Resultados en Tablas y Figuras.

3.1.1. Caracterización fisicoquímica

En la Tabla 9, se muestra la caracterización fisicoquímica del ajo fresco de las variedades Chino (ACN), Barranquino (BQN) y Napuri (ANP), en donde se consideraron a la acidez titulable, pH y sólidos solubles, como los parámetros que caracterizan fisicoquímicamente a los ajos, debido a que son características básicas en todo alimento para su futuro procesamiento o consumo.

Tabla 9.

*Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del ajo fresco (*Allium sativum*) en tres variedades.*

Parámetros	Unid	Variedad		
		Chino (ACN)	Barranquino (ABQ)	Napuri (ANP)
Acidez titulable	%	0.19 ^a ±0.022	0.25 ^a ±0.021	0.34 ^a ±0.006
pH	-	5.92 ^a ±0.070	5.81 ^a ±0.010	5.14 ^a ±0.101
Sólidos solubles	°Brix	34.80 ^a ±0.046	31.28 ^a ±0.72	28.20 ^a ±0.140

Nota: ^aValor expresado en promedio de tres repeticiones ± Desviación estándar (Ver Anexo 10). Fuente: Informe N° 200824.10; 200824.11; 200824.12 – Laboratorio CAHM (Anexos 7; 8 y 9).

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 9, se logra apreciar las diferencias de acidez, pH y sólidos solubles entre estas tres variedades, sin embargo, la variedad ANP posee una mayor acidez titulable respecto a las variedades ACN y ABQ, pero es el más bajo en pH y sólidos solubles, mientras que la variedad ACN, presenta la mayor concentración de sólidos solubles y pH. Estas diferencias mostradas entre sí, pueden ser corroboradas mediante la prueba de análisis de varianza por parámetro fisicoquímico, cuyas hipótesis de la prueba son:

H₀: Las medias de los parámetros fisicoquímicos en todos y cada variedad de ajo fresco son iguales.

H_a: Alguna de las medias de los parámetros fisicoquímicos en todos y cada variedad de ajo fresco es diferente.

Se evaluaron todas las medias con un nivel de 95% de confianza y un nivel de 0.05 de significancia en donde se rechazó la hipótesis nula (H₀) si el valor $p < 0.05$.

Tabla 10.

Resumen de promedios del parámetro Acidez titulable de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino	3	0.56	0.19	0.00047233
Barranquino	3	0.74	0.25	0.00043333
Napuri	3	1.01	0.34	3.3333E-05

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro acidez titulable de los ajos en estudio.

Tabla 11.

Análisis de varianza del parámetro Acidez titulable de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	0.0342	2	0.0171	54.6325	0.00014105
Dentro de los grupos	0.001878	6	0.000313		
Total	0.036078	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 10 y 11, como el valor p (0.00014) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de acidez titulable de las tres variedades evaluadas, si tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad.

Para conocer cuáles son las variedades de ajo que producen esta diferencia estadística significativa, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 12.

Prueba de Tukey de acidez titulable de las variedades ACN; ABQ y ANP

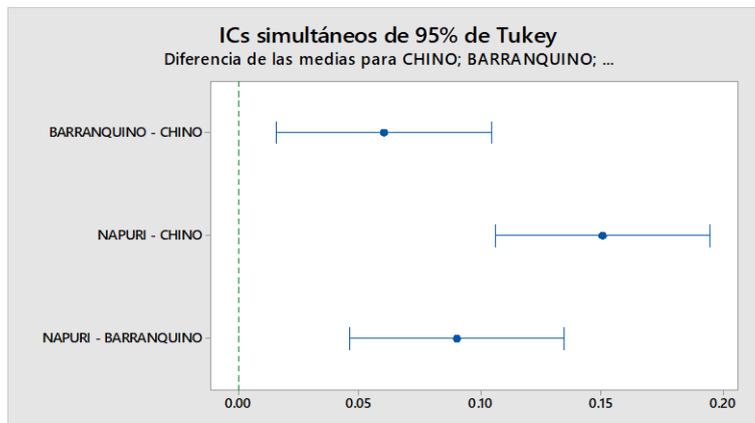
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	0.1867	(0.1617; 0.2117)	A
Barranquino (ABQ)	3	0.2467	(0.2217; 0.2717)	B
Napuri (ANP)	3	0.33667	(0.31167; 0.36166)	C

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

De acuerdo al análisis de comparación de tukey, se puede inferir que las medias de acidez titulable de las variedades ACN, ABQ y ANP, sí presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza no se superponen entre sí y sus medias oscilan fuera de los intervalos de confianza respecto una de la otra. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza

Figura 7.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Acidez.



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro acidez titulable entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

En ese sentido, se observa que los intervalos de confianza simultáneos ABQ-ACN; ANP-ACN y ANP-ABQ, no contienen el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de acidez titulable, son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 12, que dichas interacciones no comparten la misma letra de agrupación.

Tabla 13.

Resumen de promedios de pH de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino	3	17.75	5.91666667	0.00493333
Barranquino	3	17.43	5.81	0.0001
Napuri	3	15.41	5.13666667	0.01023333

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro pH de los ajos en estudio

Tabla 14.

Análisis de varianza del parámetro pH de las variedades chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	1.0731	2	0.536577	105.441	0.000021
Dentro de los grupos	0.03053	6	0.005088		
Total	1.10368	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 13 y 14, como el valor p (0.000) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de pH de las tres variedades evaluadas, si tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para conocer cuáles son las variedades que ajo que producen esta diferencia estadística significativa, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 15.

Prueba de Tukey de pH de las variedades ACN, ABQ y ANP

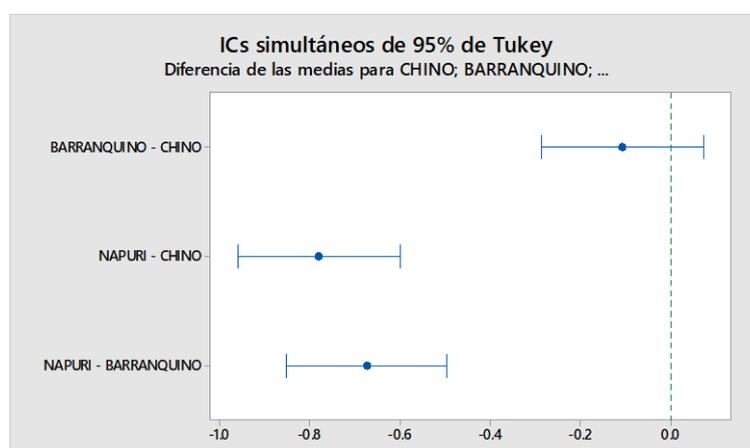
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	5.9167	(5.8159; 6.0174)	A
Barranquino (ABQ)	3	5.8100	(5.70922; 5.91078)	A
Napuri (ANP)	3	5.1367	(5.0359; 5.2374)	B

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Respecto a la tabla anterior, se puede inferir que las medias de pH de las variedades ACN y ABQ, no presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza si se superponen entre sí, sin embargo, la media de pH de la variedad ANP, sí presenta diferencia significativa respecto a la media de pH de las variedades ACN y ABQ, debido a que su intervalo de confianza no se superpone a la de ellos (ACN y ABQ). Esto se puede apreciar mejor en la siguiente gráfica:

Figura 8.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para pH



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro pH entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

La figura anterior nos muestra que los intervalos de confianza simultáneos de las variedades ANP-ACN y ANP-ABQ, no contienen el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de pH, son significativamente diferentes, mientras que la interacción ABQ-ACN, sí contiene el valor de 0, por lo que sus correspondientes valores de pH, no son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 16, que dicha interacción sí comparte la misma letra de agrupación.

Tabla 16.

Resumen de promedios de Sólidos solubles de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	104.4	34.8	0.0021
Barranquino (ABQ)	3	93.62	31.28333333	0.52003333
Napuri (ANP)	3	84.59	28.1966667	0.01973333

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro sólidos solubles de los ajos en estudio

Tabla 17.

Análisis de varianza del parámetro Sólidos solubles de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	65.498466	2	32.749233	181.313	0.000
Dentro de los grupos	1.0837333	6	0.1806222		
Total	66.5822	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 16 y 17, como el valor p (0.000) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de sólidos solubles en las tres variedades evaluadas, sí tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 18.

Prueba de Tukey de Sólidos solubles de las variedades ACN; ABQ y ANP

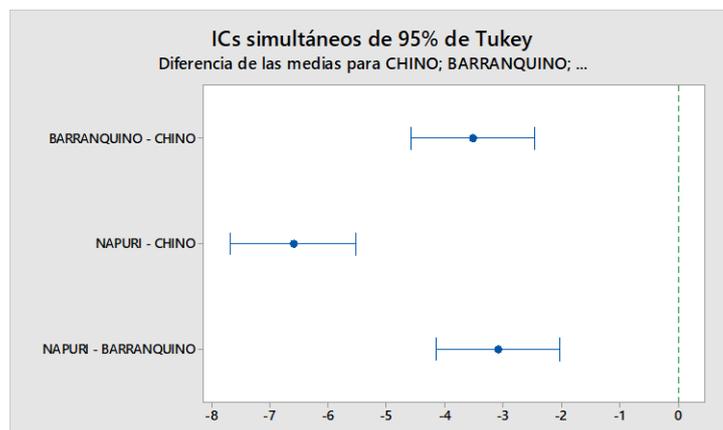
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	34.8000	(34.1996; 35.4004)	A
Barranquino (ABQ)	3	31.283	(30.683; 31.884)	B
Napuri (ANP)	3	28.1967	(27.5963;28.7971)	C

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

De acuerdo al análisis de comparación de tukey, se puede inferir que las medias de sólidos solubles de las variedades ACH, ABQ y ANP, sí presentan diferencias significativas, debido a dado que sus intervalos de confianza no se superponen entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza.

Figura 9.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para sólidos solubles



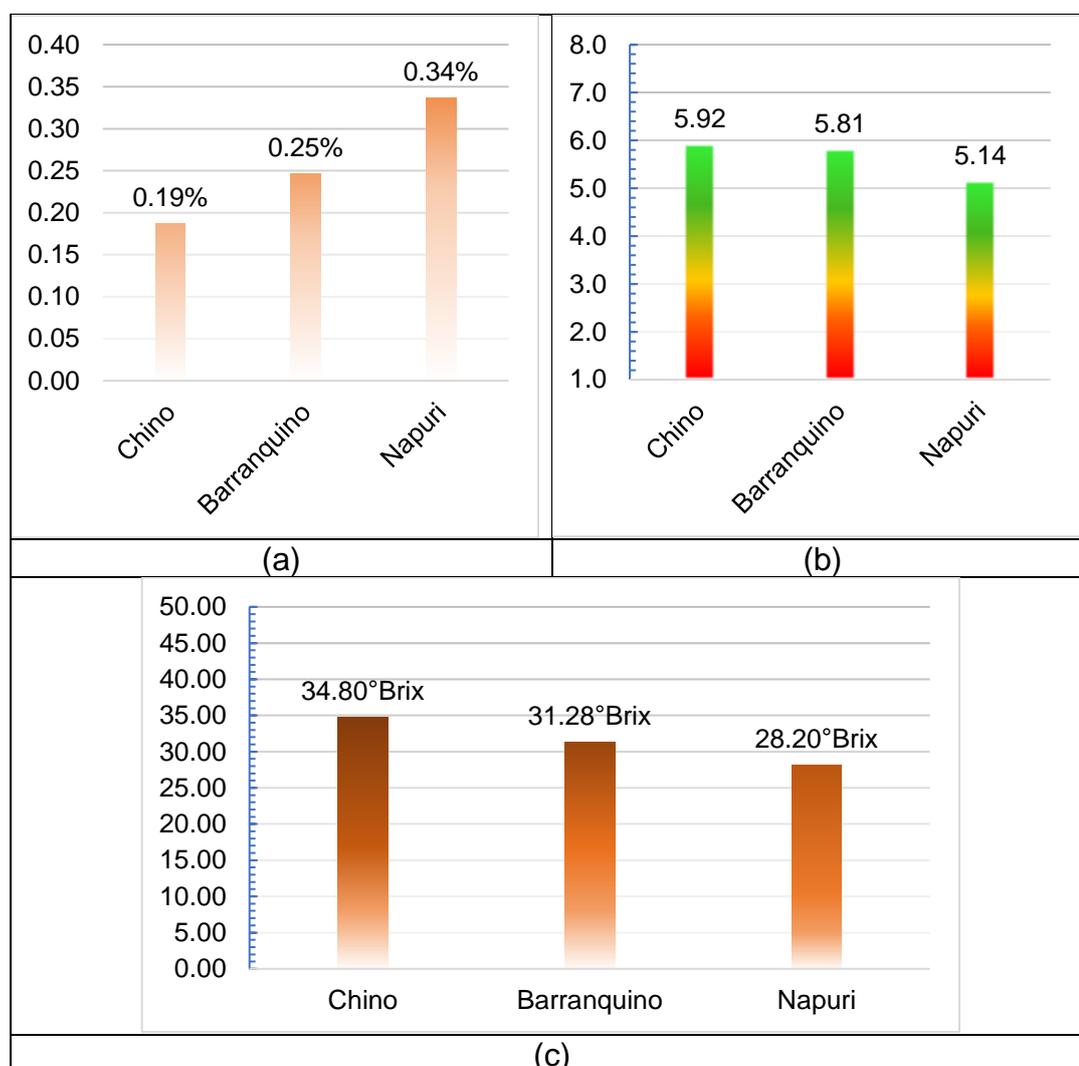
Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro sólidos solubles entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente

La figura anterior nos muestra que los intervalos de confianza simultáneos de las variedades ABQ-ACN, ANP-ACN y ANP-ABQ, no contienen en sus intervalos el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de sólidos solubles, son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 18, que dichas interacciones no comparten la misma letra de agrupación.

3.1.2. Distribución comparativa de caracterización fisicoquímica

Figura 10.

Comparación fisicoquímica de ajos de variedades Chino, Barranquino y Napuri: (a) Acidez titulable. (b) pH. (c) Sólidos solubles



Nota: El gráfico nos muestra una comparación de parámetros fisicoquímicos entre las tres variedades estudiadas.

3.1.3. Caracterización bromatológica

A continuación, se muestra la caracterización bromatológica del ajo fresco de las variedades Chino (ACN), Barranquino (BQN) y Napuri (ANP), en donde se consideraron Cenizas, Grasa, Proteínas, Carbohidratos, Humedad y Energía total, como los parámetros que caracterizan bromatológicamente a los ajos estudiados, debido al requerimiento de información científica más detallada por su creciente aceptación, comercialización y utilización para el desarrollo de nuevos productos derivados en la industria alimentaria.

Tabla 19.

*Caracterización bromatológica del ajo fresco (*Allium sativum*) en tres variedades.*

Parámetros	Unid	Variedad		
		Chino	Barranquino	Napuri
Cenizas	%	1.58 ^a ±0.017	1.47 ^a ±0.015	1.44 ^a ±0.143
Grasa	%	0.79 ^a ±0.005	0.64 ^a ±0.019	0.73 ^a ±0.086
Proteínas	%	5.36 ^a ±0.006	5.23 ^a ±0.006	5.56 ^a ±0.086
Carbohidratos	%	25.09 ^a ±0.428	23.46 ^a ±1.118	21.77 ^a ±1.580
Humedad	%	65.10 ^a ±1.007	67.05 ^a ±0.018	66.40 ^a ±1.721
Energía total	Kcal/100g	128.91 ^a ±5.838	120.52 ^a ±0.064	123.89 ^a ±0.037

Nota: ^aValor expresado en promedio de tres repeticiones ± desviación estándar (Ver Anexo 10). Fuente: Informe N° 200824.10; 200824.11; 200824.12 – Laboratorio CAHM (Anexo 8; 9 y 10).

De acuerdo a la tabla 19, se logra apreciar las diferentes concentraciones de cada parámetro bromatológica entre estas tres variedades, sin embargo, se resalta a la variedad ACN, como la variedad que muestra mejores características en casi la mayoría de los parámetros evaluados, con excepción de las Grasas, Proteínas y Humedad. En este último, podríamos inferir que guarda cierta correlación con el elevado contenido de sólidos solubles mostrados en la Tabla 9, debido al principio de “a menor humedad, mayor concentración de sólidos”. Estas diferencias mostradas entre sí,

pueden ser corroboradas mediante la prueba de análisis de varianza por parámetro bromatológica, cuyas hipótesis de la prueba son:

H₀: Las medias de las distribuciones de los parámetros bromatológica es en todos y cada variedad de ajo fresco son iguales

H_a: Alguna de las medias de las distribuciones de los parámetros bromatológica es en todos y cada variedad de ajo fresco es diferente.

Se evaluaron todas las medias con un nivel de 95% de confianza y un nivel de 0.05 de significancia en donde se rechazó la hipótesis nula si el valor $p < 0.05$.

Tabla 20.

Resumen de promedios de Cenizas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	4.75	1.58333333	0.00028633
Barranquino (ABQ)	3	4.397	1.46566667	0.00022033
Napuri (ANP)	3	4.33	1.44333333	0.02031033

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro Cenizas de los ajos en estudio

Tabla 21.

Análisis de varianza del parámetro Cenizas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.
Entre grupos	0.033944	2	0.016972	2.445	0.1671
Dentro de los grupos	0.041634	6	0.006939		
Total	0.07557822	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 20 y 21, como el valor p (0.167) es mayor al nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de cenizas de las tres variedades evaluadas, no tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 22.

Prueba de Tukey de Cenizas de las variedades ACN; ABQ y ANP

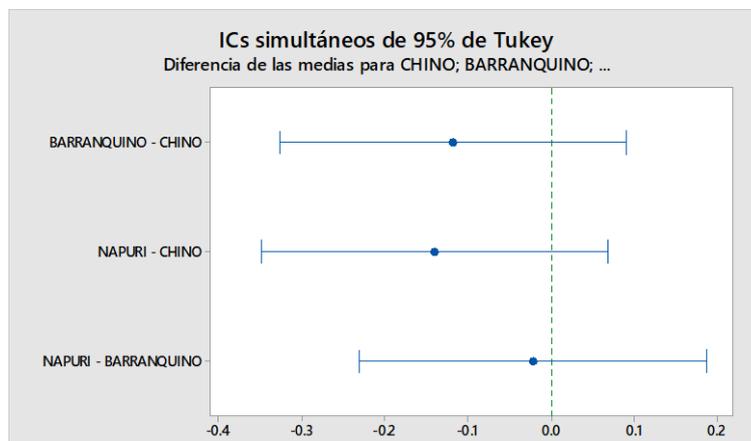
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	1.58333	(1.46565; 1.70101)	A
Barranquino (ABQ)	3	1.46567	(1.34799; 1.58335)	A
Napuri (ANP)	3	1.4433	(1.3257; 1.5610)	A

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Respecto a la tabla anterior, se puede inferir que las medias de cenizas de las variedades ACN, ABQ y ANP, no presentan diferencias significativas, dado que sus intervalos de confianza se superponen entre sí, además, sus valores de medias oscilan dentro de los intervalos de confianza respecto una de la otra. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza.

Figura 11.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Cenizas



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro Cenizas entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

La figura anterior nos muestra que los intervalos de confianza simultáneos de las variedades ABQ-ACN, ANP-ACN y ANP-ABQ, sí contienen el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Cenizas, no son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 22, que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación, además que, una diferencia de 7.4 y 8.8% de mayor contenido de Cenizas de la variedad ACN respecto a las variedades ABQ y ANP, de acuerdo al análisis de varianza y prueba de Tukey, no son estadísticamente significativos.

Tabla 23.

Resumen de promedios de Grasas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	2.375	0.79166667	2.2333E-05
Barranquino (ABQ)	3	1.932	0.644	0.000343
Napuri (ANP)	3	2.18	0.72666667	0.00742633

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro Grasas de los ajos en estudio

Tabla 24.

Análisis de varianza del parámetro Grasas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.
Entre grupos	0.03286422	2	0.01643211	6.3268	0.0332
Dentro de los grupos	0.01558333	6	0.00259722		
Total	0.04844756	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 23 y 24, como el valor p (0.033) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de grasas de las tres variedades evaluadas, sí tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 25.

Prueba de Tukey de Grasas de las variedades ACN; ABQ y ANP

Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	0.7916	(0.71967; 0.86366)	A
Napuri (ANP)	3	0.7267	(0.6547; 0.7987)	A B
Barranquino (ABQ)	3	0.6440	(0.5720; 0.7160)	B

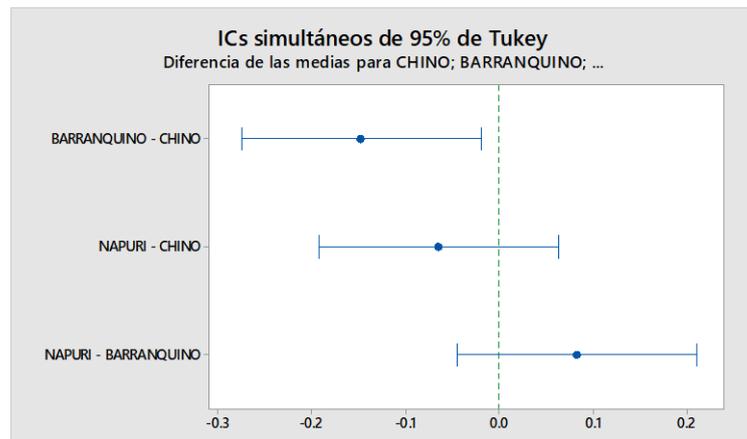
Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

De acuerdo al análisis de comparación de Tukey realizada, se puede inferir que las medias de grasas de las variedades ACN y ABQ, sí presentan

diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza no se superponen entre sí, además que sus medias oscilan fuera de los intervalos de confianza respecto una de la otra. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza:

Figura 12.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Grasas



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro grasas entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Se observó que el intervalo de confianza simultáneo de las variedades ABQ-ACN, no contienen en su intervalo el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Grasas, son significativamente diferentes, es decir, que el 18.7% de mayor contenido de Grasas de la variedad ACN respecto a la variedad ABQ, sí es significativo, sin embargo, las interacciones ANP-ACN y ANP-ABQ, sí contienen en su intervalo el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Grasas, no son significativamente diferentes, es decir, que el 8.2% de mayor contenido de Grasas de la variedad ACN respecto a la variedad ANP y el 11.4% de mayor contenido de Grasa de la variedad ANP respecto a la variedad ABQ, no son significativos, lo cual es corroborable en la Tabla 25, que dichas interacciones comparten la misma letra de agrupación.

Tabla 26.

Resumen de promedios de Proteínas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	16.07	5.35666667	3.3333E-05
Barranquino (ABQ)	3	15.68	5.22666667	3.3333E-05
Napuri (ANP)	3	16.684	5.56133333	0.00736433

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro proteínas de los ajos en estudio

Tabla 27.

Análisis de varianza del parámetro Proteínas de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	0.17079022	2	0.08539511	34.475	0.00051
Dentro de los grupos	0.014862	6	0.002477		
Total	0.18565222	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 26 y 27, como el valor p (0.0005) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Proteínas de las tres variedades evaluadas, sí tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 28.

Prueba de Tukey de Proteínas de las variedades ACN; ABQ y ANP

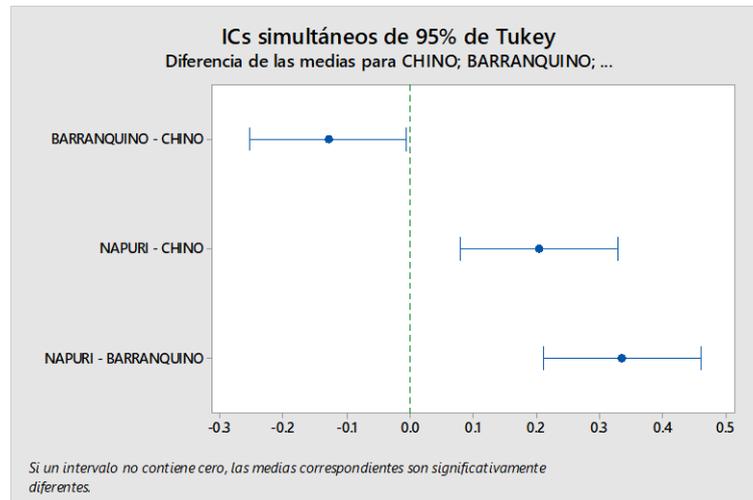
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Napuri (ANP)	3	5.5613	(5.4910; 5.6316)	A
Chino (ACN)	3	5.3566	(5.28636; 5.4269)	B
Barranquino (ABQ)	3	5.2266	(5.15636; 5.2969)	C

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Respecto a la tabla anterior, se puede inferir que las medias de Proteínas de las variedades ACN, ABQ y ANP, sí presentan diferencias significativas, debido a que sus medias oscilan fuera de los intervalos de confianza. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza simultáneos.

Figura 13.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Grasas



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro Grasas entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Al comparar las interacciones de medias de proteínas de las variedades ABQ—ACN; ANP—ACN; ANP—ABQ, se observa que no contienen en su intervalo el valor de 0, por lo que las medias de Proteínas de dichas interacciones, sí son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 28, que dichas interacciones no comparten la misma letra de agrupación.

Tabla 29.

Resumen de promedios de Carbohidratos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	75.27	25.09	0.1828
Barranquino (ABQ)	3	70.39	23.46333333	1.24973333
Napuri (ANP)	3	65.3	21.7666667	2.49763333

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro carbohidratos de los ajos en estudio

Tabla 30.

Análisis de varianza del parámetro Carbohidratos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	16.5692667	2	8.28463333	6.3238	0.03330994
Dentro de los grupos	7.86033333	6	1.31005556		
Total	24.4296	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 29 y 30, como el valor p (0.033) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula

y se conserva la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Carbohidratos de las tres variedades evaluadas, sí tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, y conocer cuáles son las que hacen la diferencia, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 31.

Prueba de Tukey de Carbohidratos de las variedades ACN; ABQ y ANP

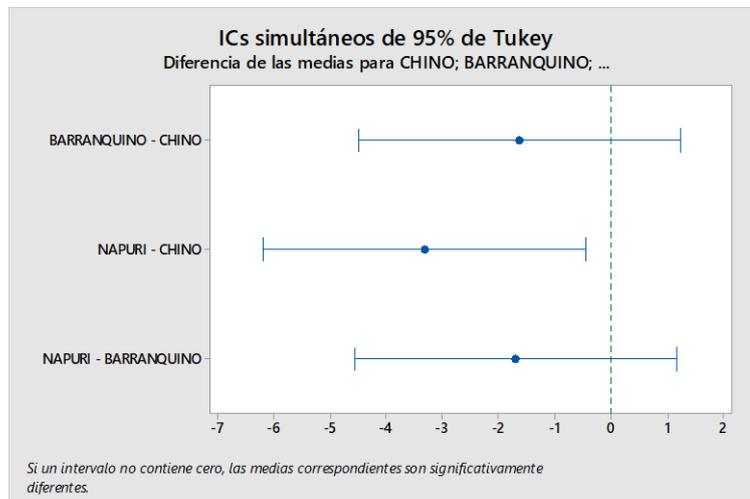
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	25.090	(23.473; 26.707)	A
Barranquino (ABQ)	3	23.463	(21.846; 25.080)	A B
Napuri (ANP)	3	21.767	(20.150; 23.384)	B

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias

Respecto a la tabla anterior, se observó que las medias de carbohidratos de las variedades ACN y ANP, si presentan diferencias significativas, dado que sus intervalos de confianza no se superponen entre sí, además, sus medias oscilan fuera de los intervalos de confianza de uno respecto al otro, sin embargo, la media de la variedad ABQ no presenta diferencia significativa respecto a las variedades ACN y ANP, debido a que sus intervalos de confianza, se superponen entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la siguiente gráfica de intervalos de confianza simultáneos:

Figura 14.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Carbohidratos



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro carbohidrato entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Se observó que el intervalo de confianza simultáneo de las variedades ANP-ACN, no contienen en su intervalo el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Carbohidratos, son significativamente diferentes, es decir, la diferencia de 13.2% de mayor contenido de Carbohidratos de la variedad ACN respecto a la variedad ANP, sí es significativo, mientras que las interacciones ABQ-ACN y ANP-ABQ, sí contienen en sus intervalo el valor de 0, por lo que sus respectivos valores de contenido de Carbohidratos, no son significativamente diferentes, en otras palabras, la diferencia de 6.5% y 7.2% de contenido de Carbohidratos de la variedad ABQ, respecto a las variedades ACN y ANP, no son estadísticamente significativos, lo cual es corroborable en la Tabla 31, que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación.

Tabla 32.

Resumen de promedios de Humedad de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	195.31	65.1033333	1.01343333
Barranquino (ABQ)	3	201.15	67.05	0.0139
Napuri (ANP)	3	199.21	66.4033333	2.96013333

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro humedad de los ajos en estudio

Tabla 33.

Análisis de varianza del parámetro Humedad de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	5.8976888	2	2.9488444	2.2185	0.189978
Dentro de los grupos	7.9749333	6	1.32915556		
Total	13.872622	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 32 y 33, como el valor p (0.189) es mayor al nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Humedad de las tres variedades evaluadas, no tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 34.

Prueba de Tukey de Humedad de las variedades ACN; ABQ y ANP

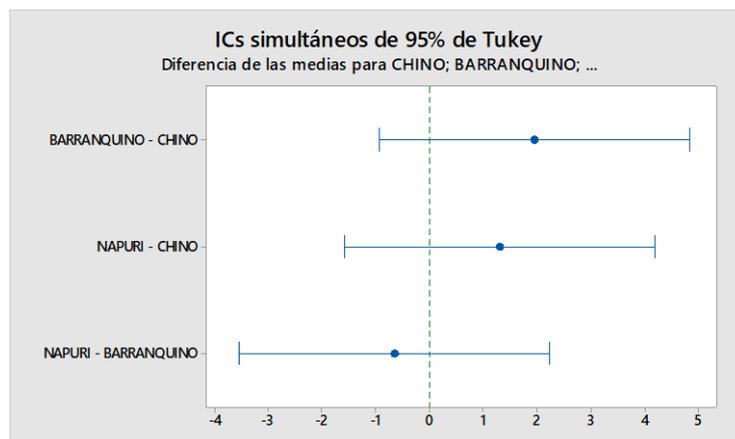
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Barranquino (ABQ)	3	67.050	(63.475; 66.732)	A
Napuri (ANP)	3	66.403	(65.4213; 68.6787)	A
Chino (ACN)	3	65.103	(64.775; 68.032)	A

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

De acuerdo al análisis de comparación de Tukey, se puede inferir que las medias de Humedad de las variedades ABQ, ANP y ACN, no presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza se superponen entre sí, y sus medias oscilan dentro de los intervalos uno respecto al otro. Esto puede apreciarse mejor en la siguiente gráfica:

Figura 15.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Humedad



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro humedad entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Se observó que los intervalos de confianza simultáneos ABQ-ACN, ANP-ACN y ANP-ABQ, sí contienen el valor de 0 en sus intervalos, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Humedad no son significativamente diferentes, es decir, la diferencia de 1 a 2.9% de contenido de humedad entre dichas variedades, no son estadísticamente significativos, lo cual es corroborable en la Tabla 34, dado que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación.

Tabla 35.

Resumen de promedios de Energía total de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	386.72	128.906667	34.0834333
Barranquino (ABQ)	3	361.55	120.516667	0.00403333
Napuri (ANP)	3	371.67	123.89	0.8779

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro energía total de los ajos en estudio

Tabla 36.

Análisis de varianza del parámetro Energía total de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	106.938422	2	53.4692111	4.58761	0.06180846
Dentro de los grupos	69.9307333	6	11.6551222		
Total	176.869156	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 35 y 36, como el valor p (0.061) es mayor al nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis nula

y se rechaza la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Energía Total de las tres variedades evaluadas, no tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 37.

Prueba de Tukey de Energía total de las variedades ACN; ABQ y ANP

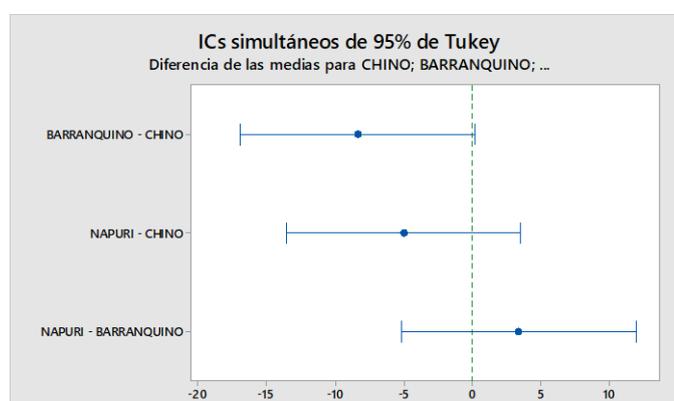
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	3	128.91	(124.08;133.73)	A
Napuri (ANP)	3	123.89	(115.694; 125.340)	A
Barranquino (ABQ)	3	120.51	(119.067;128.173)	A

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

De acuerdo al análisis de comparación de Tukey, se puede inferir que las medias de Energía total de las variedades ACN; ANP y ABQ, no presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza se superponen entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la siguiente gráfica:

Figura 16.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Energía total



Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro energía total entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se

considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

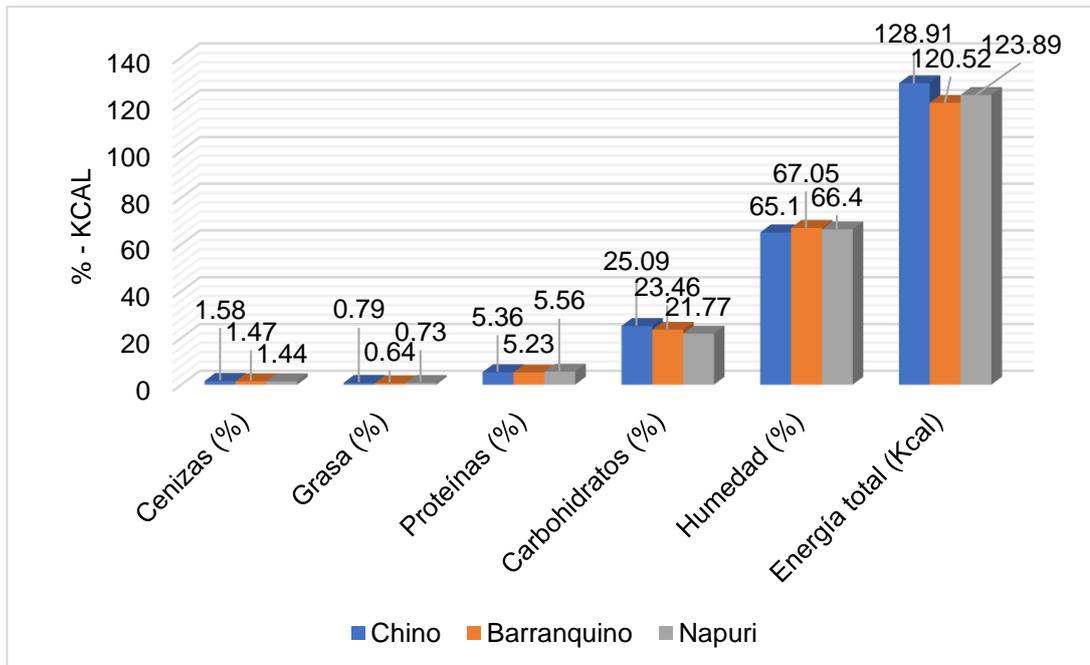
Se observó que los intervalos de confianza simultáneos ABQ-ACN, ANP-ACN y ANP-ABQ, sí contienen el valor de 0 en sus intervalos, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Energía Total, no son significativamente diferentes, es decir, la diferencia de 3.9 a 6.5% de contenido de humedad entre dichas variedades, no son estadísticamente significativos, lo cual es corroborable en la Tabla 37, dado que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación.

3.1.4. Distribución porcentual comparativa de caracterización bromatológica

A continuación, se muestra la distribución porcentual comparativa de composición bromatológica entre las variedades estudiadas:

Figura 17.

Distribución porcentual comparativa de composición bromatológica entre muestras de ajos variedad Chino, Barranquino y Napurí



Nota: La gráfica muestra una comparativa de los parámetros bromatológicos entre las tres variedades estudiadas

Según las comparativas (Figura 17) y resultados mostrados del análisis de varianza y prueba de Tukey, se puede inferir que la variedad influyó significativamente ($p < 0.05$) en parámetros de Grasas, Proteínas y Carbohidratos, mientras que, en parámetros de Cenizas, Humedad y Energía total, la variedad no influyó significativamente.

Respecto a los parámetros en las que la variedad de ajo influyó significativamente, el mayor contenido de Grasas ($p < 0.05$) se reportó en la variedad ACN (0.79%) y en menor proporción en variedades ANP (0.73%) y ABQ (0.64%). Los promedios de Proteínas ($p < 0.01$) de las variedades ANP (5.56%), ACN (5.36%) y ABQ (5.23%) fueron significativamente diferentes. El contenido de carbohidratos de la variedad ACN (25.09%), fue superior ($p < 0.05$) a los promedios de las variedades ABQ (23.46) y ANP (21.77%).

En cuanto a los parámetros en las que la variedad de ajo no influyó significativamente, los promedios de Cenizas en ajos de variedades ACN, ABQ y ANP, fueron similares (1.58; 1.47 y 1.44%) ($p > 0.05$), respectivamente. Los promedios de Humedad de variedades ABQ (67.05%), ANP (66.40%) y ACN (65.10%), no mostraron diferencias significativas. Los promedios de Energía total, tampoco mostraron diferencias significativas, reportándose valores de 128.91; 123.89 y 120.52 Kcal/100g en variedades ACN, ANP y ABQ, respectivamente, sin embargo, podría hacerse énfasis a la posible correlación entre el elevado aporte calórico de la variedad ACN, con su elevado contenido graso (0.79%).

3.1.5. Caracterización funcional

En la Tabla 38, se muestra la caracterización funcional del ajo fresco de las variedades ACN, ABQ y ANP, en donde se consideran al Selenio, Aminoácidos y Capacidad antioxidante, como los parámetros que caracterizan funcionalmente a los ajos, debido a su importancia terapéutica expuesta en el marco teórico del presente estudio, así como su importancia comercial, dado que son parámetros altamente valorados por el mercado.

Tabla 38.*Caracterización funcional del ajo fresco (*Allium sativum*) en tres variedades.*

Parámetros	Unidades	Ajo fresco			
		Chino	Barranquino	Napuri	
Selenio	ug/g	0.022	0.041	0.034	
Aminoácidos	Ácido glutámico	mg/100g	546	553	531
	Ácido aspártico	mg/100g	321	295	334
	Leucina	mg/100g	270	242	211
	Valina	mg/100g	186	158	191
	Lisina	mg/100g	191	174	123
	Total	mg/100g	1514	1422	1390
	Capacidad Antioxidante	Fracción hidrofílica	μmol Trolox/100g	3573.4	3452.3
Fracción lipofílica		μmol Trolox/100g	67.1	54.3	46.5
Total		μmol Trolox/100g	3640.5	3506.6	3385.8

Nota: Obtenido de Informe N° 200824.10; 200824.11; 200824.12 – Laboratorio CAHM.

Se logra apreciar la diferencia de concentración de selenio, aminoácidos y capacidad antioxidante entre estas tres variedades, sin embargo, la variedad ACN presenta mejores características funcionales en comparación con las otras dos variedades, con excepción de contenido de Selenio, en donde la variedad ABQ contiene 46.3 y 17.1% más contenido que las variedades ACN y ANP respectivamente. Estas diferencias mostradas entre sí, pueden ser corroboradas mediante la prueba de análisis de varianza por parámetro de características funcionales, cuyas hipótesis de la prueba son:

H₀: Las medias de las distribuciones de los parámetros de selenio, aminoácidos y capacidad antioxidante en todos y cada variedad de ajo fresco son iguales.

H_a: Alguna de las medias de las distribuciones de los parámetros selenio, aminoácidos y capacidad antioxidante en todos y cada variedad de ajo fresco es diferente.

Se evaluaron todas las medias con un nivel de 95% de confianza y un nivel de 0.05 de significancia en donde se rechazó la hipótesis nula si el valor $p < 0.05$.

Tabla 39.

Resumen de promedios de Selenio de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	3	0.066	0.022	0.000019
Barranquino (ABQ)	3	0.122	0.041	1.43333E-05
Napuri (ANP)	3	0.103	0.034	4.63333E-05

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro Selenio de los ajos en estudio

Tabla 40.

Análisis de varianza del parámetro Selenio de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.
Entre grupos	0.0005406	2	0.00027033	10.179	0.012
Dentro de los grupos	0.00015933	6	2.6556E-05		
Total	0.0007	8			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 39 y 40, como el valor p (0.012) es menor al nivel de significancia (0.05), se rechaza la hipótesis nula

y se acepta la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Selenio de las tres variedades evaluadas, sí tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 41.

Prueba de Tukey de Selenio de las variedades ACN; ABQ y ANP

Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Barranquino (ABQ)	3	0.04067	(0.03339; 0.04795)	A
Napuri (ANP)	3	0.03433	(0.02705; 0.04161)	A B
Chino (ACN)	3	0.02200	(0.01472; 0.02928)	B

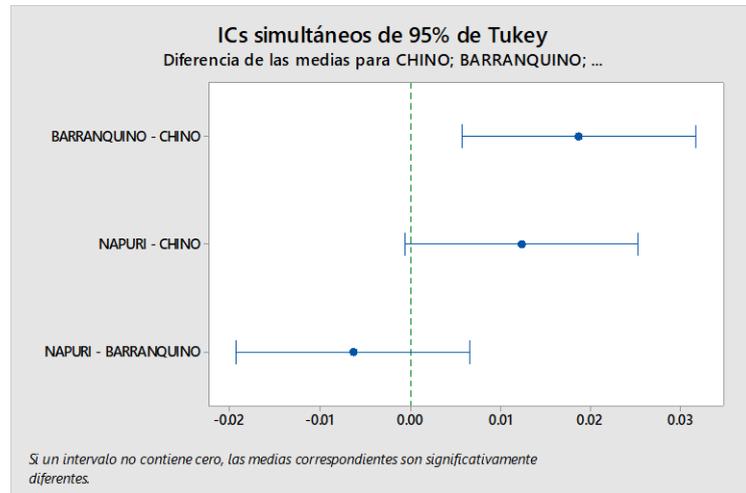
Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Se puede inferir que las medias de selenio de las variedades ACN y ABQ, sí presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza no se superponen entre sí, mientras que la media de la variedad ANP, no presenta diferencia significativa respecto a las medias de las variedades ACN y ABQ, debido a que sus intervalos de confianza, se superponen o traslapan entre sí.

Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza que se muestra a continuación:

Figura 18.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Selenio

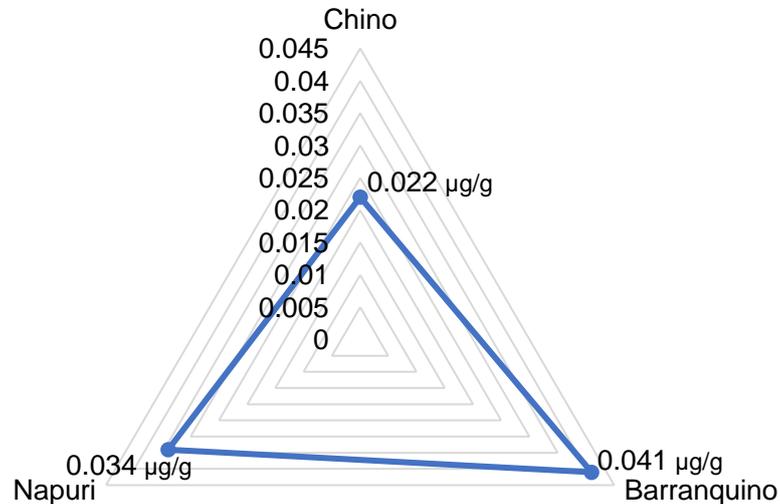


Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro Selenio entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Se observa que el intervalo de confianza simultáneo de las variedades ABQ y ACN, no contiene el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Selenio, son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 41, que dichas interacciones no comparten la misma letra de agrupación, además de una diferencia significativa de 46.3% más contenido de selenio en la variedad ABQ respecto a la variedad ACN, de acuerdo a la tabla 38 y Figura 19.

Figura 19.

Concentración de selenio ($\mu\text{g/g}$) por variedad de ajo



Nota: Esta gráfica muestra una comparativa de la concentración de selenio en las tres variedades de ajo estudiados

Se observó que la variedad ABQ posee mayor concentración de selenio, que las variedades ANP y ACN, lo cual demuestra que tiene un mejor perfil para ser incluido en dietas alimenticias, suplementos dietéticos, multivitamínicos, que permitan a las personas adultas de entre 19 a 70 años de edad, de acuerdo al National Institute of Health (2019) y Pérez (2018), mantener niveles óptimos de este nutriente en el cuerpo.

Tabla 42.

Resumen de promedios de Aminoácidos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	5	1514	302.8	21673.7
Barranquino (ABQ)	5	1422	284.4	25555.3
Napuri (ANP)	5	1390	278	25807

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro aminoácidos de los ajos en estudio

Tabla 43.

Análisis de varianza del parámetro Aminoácidos de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	1657.6	2	828.8	0.0340	0.967
Dentro de los grupos	292144	12	24345.333		
Total	293801.6	14			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 42 y 43, como el valor p (0.967) es mayor al nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Aminoácidos de las tres variedades evaluadas, no tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 44.

Prueba de Tukey de Aminoácidos de las variedades ACN; ABQ y ANP

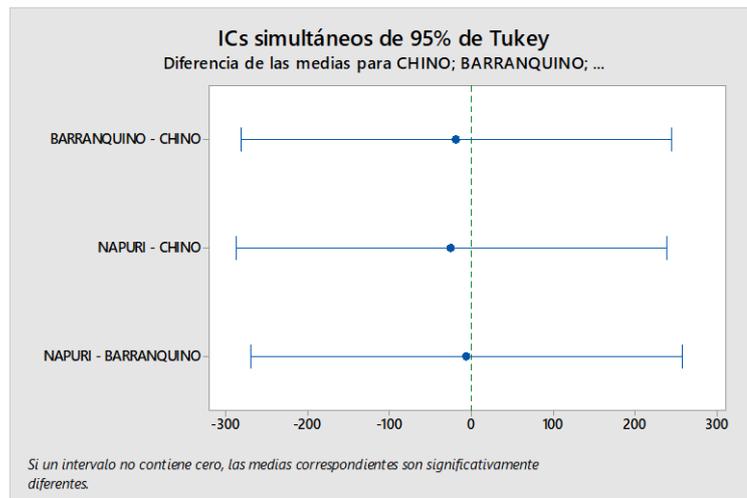
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	5	302.8	(150.8; 454.8)	A
Barranquino (ABQ)	5	284.4	(132.4; 436.4)	A
Napuri (ANP)	5	278.0	(126.0; 430.0)	A

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Se puede inferir que las medias de aminoácidos de las tres variedades estudiadas, no presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza, se superponen o traslapan entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza (Figura 20).

Figura 20.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Aminoácidos

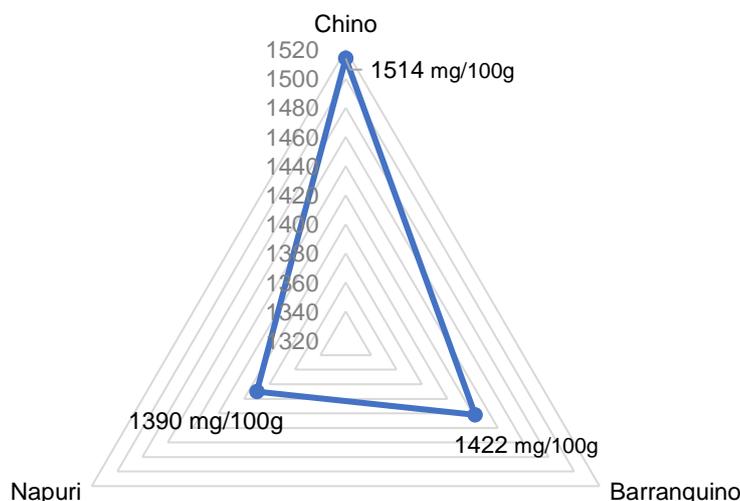


Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro aminoácidos entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

Se observó que los intervalos de confianza simultáneo de las interacciones de las variedades ABQ-ACN; ANP-ACN y ANP-ABQ, contienen el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de contenido de Aminoácidos, no son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 44, que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación, además que, una diferencia de 6.1 y 8.2% de mayor contenido de aminoácidos en la variedad ACN respecto a la variedad ABQ y ANP, de acuerdo al análisis de varianza y prueba de Tukey, no son estadísticamente significativos.

Figura 21.

Concentración de aminoácidos totales (mg/100g) por variedad de ajo



Nota: Esta gráfica muestra una comparativa de la concentración de aminoácidos en las tres variedades de ajo estudiados

Se observó que, pese a la no existencia de diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al análisis de varianza y prueba de tukey realizadas, la Figura 16 señala a la variedad ACN, como la variedad con mayor contenido de aminoácidos totales en comparación a las variedades ABQ y ANP, logrando concentrar entre ácido glutámico, ácido aspártico, leucina, valina y lisina, un total de 1514 mg/100g de ajo fresco, siendo éstas uno de los principales componentes activos del ajo, responsables de múltiples efectos beneficiosos sobre la arteriosclerosis, hipertensión, lípidos plasmáticos, entre otros, tanto en animales, como en personas.

Tabla 45.

Resumen de promedios de Capacidad antioxidante de las variedades Chino, Barranquino y Napuri.

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Chino (ACN)	2	3640.5	1820.25	6147069.845
Barranquino (ABQ)	2	3506.6	1753.3	5773202
Napuri (ANP)	2	3385.8	1692.9	5421265.92

Nota: Esta tabla muestra la suma, promedio y varianza de los datos obtenidos del parámetro capacidad antioxidante de los ajos en estudio

Tabla 46.

Análisis de varianza del parámetro Capacidad antioxidante de las variedades Chino, Barranquino y Napuri

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
Entre grupos	16232.3233	2	8116.16167	0.00140	0.999
Dentro de los grupos	17341537.8	3	5780512.59		
Total	17357770.1	5			

Nota: Esta tabla muestra el análisis de varianza, el cual muestra las sumas ajustadas de los cuadrados para calcular los valores p, el cual es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula ($p < 0.05$).

De acuerdo a los datos obtenidos en las Tablas 45 y 46, como el valor p (0.999) es mayor al nivel de significancia (0.05), se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, por lo que, las medias del parámetro de Capacidad antioxidante total de las tres variedades evaluadas, no tienen diferencia estadísticamente significativa con un 95% de confiabilidad. Para corroborar esto, se analizó por la Prueba de comparación de Tukey:

Tabla 47.

Prueba de Tukey de Capacidad antioxidante total de las variedades ACN; ABQ y ANP

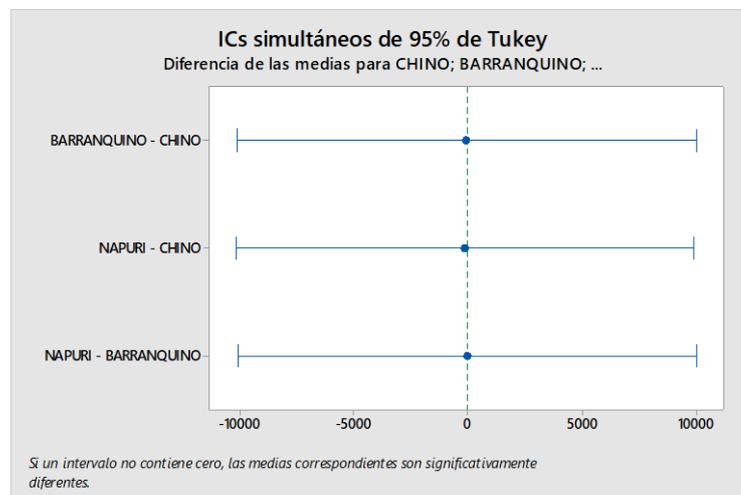
Factor	N	Media	Intervalos de Conf. 95%	Agrupación
Chino (ACN)	2	1820	(-3590; 7231)	A
Barranquino (ABQ)	2	1753	(-3657; 7164)	A
Napuri (ANP)	2	1693	(-3717; 7103)	A

Nota: Esta tabla muestra que, si cada factor comparte la misma letra de agrupación que otra, significa que sus medias se encuentran dentro de los intervalos de confianza de los demás factores, es decir, no hay diferencias.

Se puede inferir que las medias de Capacidad antioxidante de las tres variedades estudiadas, no presentan diferencias significativas, debido a que sus intervalos de confianza, se superponen o traslapan entre sí. Esto puede apreciarse mejor en la gráfica de intervalos de confianza simultáneos (Figura 17).

Figura 22.

Intervalos de confianza simultáneos al 95% de Tukey para Capacidad antioxidante

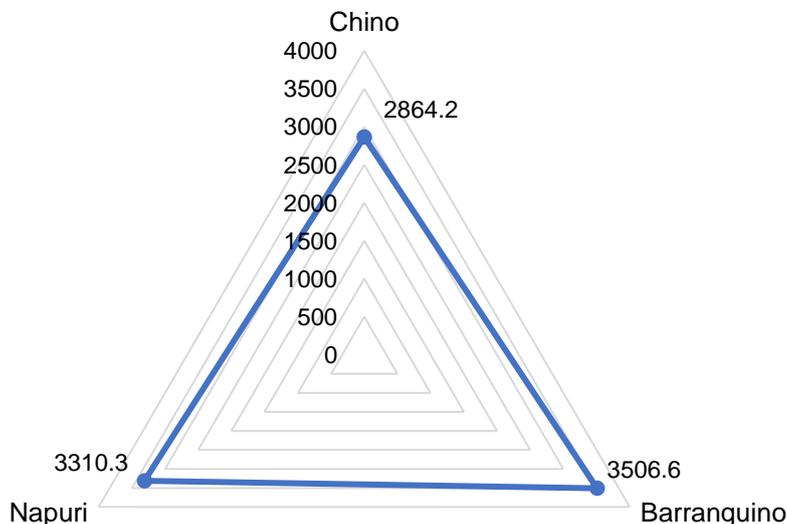


Nota: El gráfico muestra las comparaciones de Tukey de los intervalos de confianza simultáneos al 95% del parámetro capacidad antioxidante entre todas las variedades, en donde si un intervalo no contiene cero o atraviesa la línea se considera que las medias correspondientes son diferentes significativamente.

En ese sentido, se observó que los intervalos de confianza simultáneo de las interacciones de las variedades ABQ-ACN; ANP-ACN y ANP-ABQ, contienen el valor de 0, por lo que, sus correspondientes valores de Capacidad antioxidante total, no son significativamente diferentes, lo cual es corroborable en la Tabla 47, que dichas interacciones sí comparten la misma letra de agrupación, además que, una diferencia de 3.7 y 7% de mayor capacidad antioxidante en la variedad ACN respecto a la variedad ABQ y ANP, de acuerdo al análisis de varianza y prueba de tukey, no son estadísticamente significativos.

Figura 23.

Capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$) por variedad de ajo



Nota: Esta gráfica muestra una comparativa de la capacidad antioxidante en las tres variedades de ajo estudiados

Se observó en la figura anterior que la variedad ACN posee mayor capacidad antioxidante que las variedades ABQ y ANP, lo cual podría indicarnos que cuenta con un elevado contenido polifenólico no caracterizado en el presente estudio, asimismo, de acuerdo a la Tabla 38, en las tres variedades, la fracción hidrofílica mostraron una elevada actividad antioxidante respecto a la fracción lipofílica.

3.2. Discusión de resultados.

Respecto a características fisicoquímicas, en la acidez titulable, la variedad Napuri fue la que reportó el mayor valor (0.34%) comparado con las variedades Chino y Barranquino del presente estudio, mientras que Jesús y Carbajal (2018) reportaron una media de 1.66% de acidez expresado en ácido cítrico de la variedad Napuri, superior a la hallada en el presente estudio, posiblemente a causa de una mayor concentración de ácido pirúvico, málico y cítrico, atribuidas generalmente por las diversas condiciones ambientales durante sus

desarrollo en campo, siendo la localidad de Ahuac, provincia de Chupaca, la zona de desarrollo de dicha variedad.

Los valores de pH reportados en el presente estudio fueron de 5.14 a 5.92, valores superiores comparados por lo reportado Jesús y Carbajal (2018), quienes alcanzaron valores de pH de 3.67 en ajo de variedad Napuri. Sin embargo, fueron similares a lo reportado por Pintado (2019), quien determinó valores de pH en 5.3.

Respecto al contenido de sólidos solubles (SS) de acuerdo con Liaqat et al (2019), los ajos logran la madurez fisiológica cuando estas alcanzan contenidos de SS superiores a los 30°Brix, en ese sentido, en el presente estudio, se reportó valores por encima de los 30°Brix para el caso de las variedades Chino (34.80 ± 0.046) y Barranquino (31.28 ± 0.72), excepto la variedad Napuri (28.20 ± 0.140), probablemente debido a que ha sido cosechado antes de tiempo y/o condiciones ambientales específicas a lo largo de su crecimiento en campo. Por otro lado, Pintado (2019), logró resultados similares a lo reportado en nuestro estudio, caracterizando ajo blanco con valores de 33 a 40 °Brix,

En cuanto a la composición bromatológica de los ajos estudiados presentados en la Tabla 19, los valores de Cenizas alcanzados en el presente estudio fueron en el rango de 1.44 a 1.58% en las tres variedades, valores superiores a lo reportado por autores como Jesús y Carbajal (2019), quienes lograron cuantificar en $1.31\% \pm 0.05$ el contenido de cenizas en ajo Napuri.

En el contenido de grasa, se lograron valores en el rango de 0.64 a 0.79% en las tres variedades, valores cercanos a lo reportado en las Tablas peruanas de alimentos, donde Reyes (2017) señala que el ajo posee un contenido de lípidos de 0.8%. Por otro lado, Jesús y Carbajal (2019) reportó contenidos de grasa en ajo Napuri en valores de 0.31%, inferiores a lo hallado en nuestro estudio.

En cuanto al contenido proteico, nuestros resultados estuvieron en el rango de 5.23 – 5.56%, los cuales se consideraron similares a los reportados por varios autores como Jesús y Carbajal (2019) y Reyes (2017), quienes reportaron valores de 5.5% y 5.6% respectivamente.

El contenido de carbohidratos del presente estudio, los cuales oscilaron entre 21.77 a 25.09%, cercanos a lo reportado por Reyes (2017), quien cuantificó un valor de 28.41%, asimismo, Jesús y Carbajal (2019), reportó un contenido de 27.35%. Estas diferencias pueden estar influenciados por factores genéticos, como la variedad de ajo en sí misma. Algunas variedades de ajo pueden tener una mayor capacidad para producir y almacenar carbohidratos que otras.

El contenido de humedad hallado en nuestro estudio (65.1 – 67%) es superior a lo reportado por Reyes (2017), Pintado (2019) y Ramírez-Concepción, Castro-Velazco y Martínez-Santiago (2016), quienes determinaron contenidos de humedad en valores de 61.4%; 61.3% y 58.6%, respectivamente. Estas diferencias podrían atribuirse a varios factores, como el clima, la variedad de ajo, el tipo de suelo y las prácticas de cultivo aplicados.

Los valores de Energía total reportados en el presente estudio, oscilaron los valores de entre 120.5 a 128.9 Kcal/100g, menores a lo sugerido por Zamora (2016) y mayores a lo reportado por Pintado (2019), quien encontró valores de 117 Kcal/100g. Es preciso indicar que los valores de energía total reportados para cada variedad estudiada, tienen una correlación con el contenido de grasa reportada que no necesariamente puede ser lineal, ya que también podría estar influenciada por otros factores como la cantidad de proteínas y carbohidratos presentes en el ajo.

Respecto a la caracterización funcional, en cuanto a contenido de selenio se reportó que la variedad Barranquino, posee un mejor perfil (0.041 µg/g), que las variedades Napuri y Chino, lo cual le permite poder posicionarse dentro del grupo de alimentos ricos en este mineral, tales como pescados, huevos, leche, los cuales rondan concentraciones de 0.0131 a 0.368 µg/g, y cereales, nueces,

legumbres, cuyas concentraciones de selenio oscilan entre 0.0244 a 0.4439 ug/g, de acuerdo con Pérez, (2018), sin embargo, para su ingesta, no se mencionan en los estudios la presentación o formato que debe tener el ajo para obtener los efectos deseados.

Entre los aminoácidos identificados en el presente estudio se encuentran el ácido glutámico, aspártico, leucina, valina, lisina, compuestos similares identificados por Ramírez-Concepción, Castro-Velasco y Martínez-Santiago (2016), quienes también señalan que en el ajo se han aislado 17 aminoácidos entre los cuales se encuentran ácido aspártico, asparagina, alanina, arginina, histidina, metionina, fenilalanina, leucina, serina, treonina, prolina, triptófano y valina.

Y por último, respecto a la capacidad antioxidante los valores reportados en las tres variedades estudiadas oscilan entre 3385.8 a 3640.5, los cuales de acuerdo con González et al. (2014) y Ramírez-Concepción, Castro-Velasco y Martínez-Santiago (2016), son cantidades que permiten de manera eficaz la inhibición de la formación de radicales libres, que refuerzan el mecanismo de captación de radicales endógenos, aumentan las enzimas antioxidantes celulares.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.

En función de los objetivos planteados en el presente estudio, se llegó a las siguientes conclusiones siguiente:

- ✓ Se realizó la caracterización fisicoquímica, bromatológica y funcional de ajo fresco de variedades Barranquino, Chino y Napuri, los cuales presentaron diferencias estadísticamente significativas con un 95% de confiabilidad en parámetros de acidez titulable, pH, sólidos solubles, grasas, proteínas, carbohidratos y selenio, mientras que en parámetros de cenizas, humedad, energía total, aminoácidos y capacidad antioxidante, no presentaron diferencias estadísticamente significativas.
- ✓ Se cuantificó la composición fisicoquímica del ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri, lográndose reportar valores de: acidez titulable, 0.25; 0.19 y 0.34%; pH, 5.81; 8.92 y 5.14 y sólidos solubles, 31.28; 34.80 y 28.20°Brix, respectivamente.
- ✓ Se cuantificó la composición bromatológica del ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri, lográndose reportar valores de: cenizas, 1.47; 1.58 y 1.44%; grasa, 0.64; 0.79 y 0.73%; proteínas 5.23; 5.36 y 5.56%; carbohidratos, 23.46; 25.09 y 21.77%; humedad, 67.05; 65.10 y 66.40% y energía total, 120.52; 128.91 y 123.89 Kcal/100g, respectivamente.
- ✓ Se cuantificó la composición funcional del ajo fresco en variedades Barranquino, Chino y Napuri, lográndose reportar valores de: selenio, 0.041; 0.022 y 0.034 µg/g de muestra respectivamente, aminoácidos, siendo el ácido glutámico el de mayor concentración, con contenidos de 553; 546 y 531 mg/100 g; seguido de ácido aspártico, con contenidos de 295; 321 y 334 mg/100 g; leucina, con contenidos de 242; 270 y 211

mg/100 g; valina, con contenidos de 158; 186 y 191 mg/100 g., y lisina, con contenidos de 174; 191 y 123 mg/100 g muestra respectivamente; y, capacidad antioxidante, 3506.6 ± 175.7 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$; 2864.2 ± 168.4 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ y 3310.3 ± 128.6 $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ de muestra respectivamente.

4.2. Recomendaciones.

- ✓ Evaluar el contenido polifenólico a diferentes tiempos de cosecha, debido a que existen experiencias extranjeras que lograron obtener una mayor concentración de compuestos funcionales.
- ✓ Evaluar la posibilidad de hacer estudios de maduración controlada con estas variedades para la obtención de ajo negro por reacción de Maillard.
- ✓ Difundir los presentes resultados de caracterización, para promover iniciativas de investigaciones que tengan convergencia con el presente estudio.
- ✓ Abordar más acerca de los compuestos estudiados, a fin de poder realizar pruebas para desarrollo de nuevos productos alimenticios.
- ✓ Evaluar el efecto termodegradativo de la cocción, deshidratación y otros procesos industriales en el características fisicoquímicas, bromatológicas y funcionales del ajo.

REFERENCIAS.

- AOAC (2016). Official Methods of Analysis. 20th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 981.12; 945.38
- AOAC (2019). Official Methods of Analysis. 20th Edition, The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD, USA. Methods 984.13
- Garzón, J. (2018). Uso del ajo y/o sus compuestos activos como agente antimicrobiano en la industria de alimentos. Trabajo de Grado. Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD. Colombia, 59 pp.
- Food and Agriculture Organization (2020). FAOSTAT. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#search/ajo>
- Food and Agriculture Organization (2017). Sobrepeso en Perú afecta a más de la mitad de la población, sobre todo a mujeres y niños. Disponible en <http://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/en/c/463701/>
- Huaman, Z. (2019). Microorganismos eficaces (EM) en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo bajo invernadero en Puno. Tesis de pregrado. Universidad Nacional del Altiplano. 107 pp.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). NTE INEN-ISO 2173:2013 Productos vegetales y de frutas – determinación de sólidos solubles – método refractométrico (IDT).
- Iturralde, M. (2021). Estudio del análisis bromatológico de frutas de mayor producción en el Ecuador. Trabajo de grado. Universidad Técnica de Machala. 23 pp.
- Jesús, J. y Carbajal, W. (2018). Obtención y caracterización de inulina a partir del bulbo de *allium sativum* “ajo”, variedad “Napuri” obtenida en Ahuac-Chupaca

abril a diciembre 2018. Tesis de pregrado. Universidad Peruana los Andes.
82 pp.

Kıraç, H., Dalda Şekerci, A., Coşkun, Ö.F. et al. (2022). *Caracterización morfológica y molecular de genotipos de ajo (Allium sativum L.) muestreados en Turquía*. *Genet Resour Crop Evol* 69, 1833–1841 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s10722-022-01343-4>

Gonzalez, M., Guerra, G., Maza, J., Cruz, A. (2014). *Revisión bibliográfica sobre el uso terapéutico del ajo*. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación* 2014;6(1):61-71

Ministerio de Agricultura y Riego (2020). *El ajo en el contexto mundial y nacional. El covid-19, una oportunidad para las exportaciones de ajo en el Perú*. *Nota Técnica N° 02-2020*. Disponible en https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/2020/04/EI_Ajo_MercadoMundial.pdf

Ministerio de Salud (2016). *Estrategias sanitarias*. Disponible en http://www.minsa.gob.pe/portalweb/06prevencion/prevencion_2.asp?sub5=13

NMX-F-102-S. *Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas*. Norma Mexicana. Dirección general de normas. Disponible en <https://media.gotomexico.today/reglament/nmx-f-102-s-1978.pdf>

NTE INEN 0520. *Harinas de origen vegetal*. Determinación de la Ceniza. Norma Técnica Ecuatoriana. Disponible en <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520-1R.pdf>

National Institute of Health (2019). *Datos sobre el selenio*. Department of Health & Human Services – USA. Disponible en <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Selenium-DatosEnEspañol.pdf>

- Liaqat, A., Zahur, T., Randhawa, M y Shahid, M. (2019). *Caracterización y potencial antimicrobiano de los componentes bioactivos del extracto de ajo (Allium sativum) sonificado contra patógenos transmitidos por alimentos*. Journal of Food Processing and Preservation. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13936>
- López, L. (2017). *Determinación de Antioxidantes en el Cacao (Theobroma cacao) y Ajo (Allium sativum) por el Método de Voltamperometría Cíclica*. Tesis de pregrado. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 65 pp.
- Organización Mundial de la Salud (2020). *Prevención y control de las enfermedades no transmisibles y los trastornos mentales en el Perú. El caso a favor de la inversión*. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/54419>
- Pérez, M. (2018). *Biofortificación de clones de ajo argentino con selenio: Evaluación agronómica y metalómica*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Cuyo. 196 pp.
- Pintado, R. (2019). *Efecto de la sal y el bicarbonato en el tiempo de producción del ajo negro*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Piura. 104 pp.
- Pilco, G. (2017). *Caracterización bromatológica de la cáscara de banano (Musa paradisiaca) y posterior extracción e identificación de la fracción con mayor actividad antimicrobiana*. Univ. Cent. del Ecuador, 149–200 pp.
- Prada, I.; Pereira, G.; Pérez.; Moreno, J. (2016). *Elaboración de un extracto de ajo rico en compuestos saludables*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Córdoba, 1-16 p.

- Ramírez-Concepción, H., Castro-Velasco, L. y Martínez-Santiago, E. (2016). *Efectos terapéuticos del Ajo (Allium sativum)*. Artículo de revisión. *Salud y Administración*. Vol. 3, Número 8: 39-47 pp.
- Restrepo, J. (2019). Validación de un método cromatográfico para evaluar la calidad proteica de alimentos y su impacto en los niveles plasmáticos. *Rev. Cienc.* Vol.23, No.1. <https://doi.org/10.25100/rc.v23i1.8621>
- Reyes, M. (2015). Densidad de plantas en el rendimiento de ajo (*Allium sativum*), variedad morado arequipeño, Cannaán 2750 m.s.n.m., Ayacucho. Tesis de pregrado. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. 110 pp.
- Reyes, M. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. 10ma ed. Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud. 146 pp.
- Rodríguez, C. (2019). Cuantificación cromatográfica y electrométrica de selenometionina y selenocisteína intracelular de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en función de la concentración de selenito en el medio de cultivo. Tesis para optar grado de Doctor en Ciencias Químicas. Unidad de Posgrado, Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Rossi, Y.; Maestri, D. y Lespinard, A. (2017). Actividad antioxidante de las fracciones hidrofílicas y lipofílicas de *Rubus idaeus* 'Autunm Bliss' (frambuesa) y *Rubus fruticosus* 'Jumbo' (mora). *Rev. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de alimentos*. Vol. 2, 307-311 pp.
- Ruiz-Aceituno, L., Lázaro, A. (2021). Propiedades fisicoquímicas y texturales de una variedad de ajo tradicional español (*Allium sativum* L.): caracterizando las propiedades distintivas del ajo "Fino de Chinchón". *Eur Food Res Technol* 247, 2399–2408. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03801-2>

- Hayat, S., Ahmad, A., Ahmad, H., Hayat, K., Khan, M., Runan, T. (2022). *Garlic, from medicinal herb to possible plant bioprotectant: A review*. *Scientia Horticulturae*, Volume 304, 2022, 111296, ISSN 0304-4238, <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111296>.
- Soto, L. (2018). Introducción y evaluación de parámetros de rendimiento de 4 variedades del cultivo de ajo (*Allium sativum* L.) en condiciones de la provincia de Acobamba. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Huancavelica. 79 pp.
- Toledano, M. (2017). Optimización del proceso de elaboración y caracterización fisiológica y físico-química del ajo negro. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. Ed. UCOPress, 141 pp.
- Troiani, H., Prina, A., Muiño, W., Tamame, M. y Beiticinco, L. (2017) *Botánica, morfología, taxonomía y fitogeografía*. Universidad Nacional de la Pampa. ISBN 978-950-863-321-7, 326 pp.
- Zamora, E. (2016). El cultivo de ajo. Serie guías-producción de hortalizas DAG/HORT-014. Universidad de Sonora. México.

ANEXOS.

Anexo 1. Determinación de Ceniza

Anexo 2. Determinación de Grasa

Anexo 3. Determinación de Proteína

Anexo 4. Determinación de Carbohidratos

Anexo 5. Determinación de Humedad

Anexo 6. Alcance de acreditación de Laboratorios CAHM S.A.C.

Anexo 7. Informe de ensayo de ajo variedad Barranquino

Anexo 8. Informe de ensayo de ajo variedad Chino

Anexo 9. Informe de ensayo de ajo variedad Napurí

Anexo 10. Valores de las réplicas de los informes de ensayo de ajo variedad Barranquino, Chino y Napurí

Anexo 1: Determinación de Ceniza

Equipos

- Crisol de porcelana, o de otro material inalterable a las condiciones del ensayo.
- Mufla, con regulador de temperatura, ajustado a $550\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.
- Desecador, con óxido de calcio u otro deshidratante adecuado.
- Pinza, para la cápsula.
- Balanza analítica, sensible al 0,1 mg.

Preparación de la muestra

- Las muestras para el ensayo deben estar acondicionadas en recipientes herméticos, limpios, secos (vidrio plástico u otro material inoxidable) y completamente llenos para evitar que se formen espacios de aire.
- La cantidad de muestra de harina de origen vegetal extraída dentro de un lote determinado debe ser representativa y no debe exponerse al aire mucho tiempo.
- Se homogeniza la muestra invirtiendo varias veces el recipiente que la contiene.

Procedimiento

- La determinación debe efectuarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla ajustada a $(550 \pm 15\text{ °C})$, durante 30 min.
- Enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- Transferir al crisol y pesar, con aproximación al 0,1 mg, 3 g a 5 g de la muestra.
- Colocar el crisol con su contenido cerca de la puerta de la mufla abierta y mantenerla allí durante pocos minutos, para evitar pérdidas por proyección de material, lo que podría ocurrir si el crisol se introduce directamente a la mufla.

- Introducir el crisol en la mufla a $(550 \pm 15^\circ\text{C})$ hasta obtener cenizas de un color gris claro o hasta que el peso sea constante. No deben fundirse las cenizas.
- Sacar de la mufla el crisol con la muestra, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto haya alcanzado la temperatura ambiente, con aproximación al 0,1 mg.

Cálculos

- El contenido de cenizas en muestras de harinas de origen vegetal, en base seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$C = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)}$$

En donde:

C = contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m1 = masa del crisol vacío, en g.

m2 = masa del crisol con la muestra, en g.

m3 = masa del crisol con las cenizas, en g.

H = porcentaje de humedad en la muestra.

Anexo 2: Determinación de Grasa

Reactivos y material

- Desecador
- Vasos de aluminio
- Cartuchos de celulosa
- Balanza de precisión
- Estufa de desecación
- Éter etílico con $D_{20} = 0.71$.

Procedimiento

- Se pesa un gramo de muestra previamente desecada (se puede utilizar la muestra de la determinación de humedad) en el interior de los cartuchos de celulosa que se colocan en el extractor de grasa con el anillo metálico. Pesarse en balanza de precisión con exactitud de 0.0001 mg. Los cartuchos se deben manipular con guantes o con pinzas para evitar interferir en los datos de grasa.
- Se pesan los vasos de aluminio vacíos, previamente desecados, en una balanza de precisión y se registra el peso. Los vasos se deben transportar en el desecador para que la humedad no interfiera en el peso de los mismos.
- Poner los vasos en el extractor y cerrar el equipo.
- Adicionar 50 ml de éter a cada una de las muestras y poner en programa adecuado y encender el equipo de refrigeración.
- El proceso de extracción dura alrededor de 2 horas, tiempo en el cual el éter, calentado a 80°C, va pasando por la muestra para extraer la grasa. El éter con la grasa disuelta cae en el vaso de aluminio y se evapora, siendo recuperado al pasar por el serpentín de refrigeración.
- La grasa extraída queda depositada en el vaso de aluminio.
- Transcurrido el tiempo de extracción sacar los vasos del equipo e introducir en la estufa de desecación durante al menos 2 horas para eliminar los residuos de éter.

- Dejar enfriar los vasos en el desecador y pesar en la balanza de precisión.

El porcentaje de grasa bruta se calcula según la siguiente ecuación

$$\text{Grasa \%} = \frac{(P_1 - P_2)}{P} * 100$$

En donde:

P_1 = Es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuo de grasa de la muestra

P_2 = Es el peso del vaso vacío

El valor de grasa obtenida corresponde al % G en el 100% de la materia seca, por lo que en aquellos alimentos que se consumen en fresco los valores deben ser expresados en peso fresco realizando la corrección correspondiente con el % de humedad

Anexo 3: Determinación de Proteína

Reactivos y material

- Tubos de digestión y destilación Kjeldahl y matraces Erlenmeyer.
- Probetas
- H₂SO₄ concentrado (densidad: 1.84 a 20°C)
- NaOH al 38% (v/v)
- Solución de H₃BO₃ al 4% (p/v)
- HCl 0.1N.
- Catalizador: mezcla de Se/CuSO₄·5H₂O/4K₂SO₄, en proporciones de 1/1.25/14.42 (p/p/p), respectivamente o pastillas catalizadoras Kjeldahl.
- Indicador mixto: 2 g de rojo de metilo y 1 g de azul de metileno disueltos en 1000 mL de alcohol etílico del 96%.

Procedimiento

- Se pesan en un tubo de digestión Kjeldahl entre 0.5 a 5 g de alimento, dependiendo de si es un harina o un alimento con alto contenido en humedad, a la cual se le adicionan 7 g de mezcla catalítica o una pastilla catalizadora, y 15 mL de ácido sulfúrico concentrado.
- Los tubos se colocan a continuación en un bloque calefactor, realizando una digestión en etapas y elevando poco a poco la temperatura, hasta alcanzar los 450°C, temperatura a la que debe mantener durante un tiempo mínimo de 45, hasta obtener una solución completamente transparente que puede tener una coloración verdosa.
- Una vez que los tubos se colocan en la unidad de digestión se coloca el extractor de gases conectado a una unidad de neutralización.
- Una vez completada la digestión se deja enfriar hasta alcanzar la temperatura ambiente, para pasar a la fase de destilación.
- El destilador se debe calentar previamente con un tubo en vacío o con un poco de agua destilada para que se produzca de modo adecuado la destilación de las muestras.

- Prepara un matraz Erlenmeyer con 25 ml de solución de ácido bórico y 3-4 gotas de indicador.
- Posteriormente se lleva el tubo con la muestra digerida a la unidad de destilación, neutralizando inicialmente la muestra con NaOH al 38% (que se dosifica automáticamente) y se destila la mezcla, arrastrando así los iones amonio hacia una solución de ácido bórico al 4% (p/v) que inicialmente es de color rojizo y que al recoger los iones amonio vira a color verde, como consecuencia del cambio de pH. El proceso finaliza cuando se obtienen aproximadamente 150 mL de destilado.
- Posteriormente se procede a realizar una valoración del destilado con HCl 0.1N, para determinar la cantidad de amoniaco absorbido por el ácido bórico.

Para el cálculo de la proteína bruta se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Proteína bruta \%} = \frac{(V_1 - V_2) * N}{P} * 1.4 * F$$

En donde:

V_1 = Es el volumen (mL) de la solución de HCl requerido para la prueba del blanco

V_2 = Es el volumen (mL) de solución de HCl requerido para la muestra problema

N = la normalidad de la solución de HCl utilizado en este caso 0.1

P = Es el peso en gramos de la muestra.

F = Es el factor de conversión relacionado con la cantidad de nitrógeno contenido en los aminoácidos de las proteínas y varía según el tipo de alimento utilizándose los siguientes valores

6.25: para carne, pescado, huevo, leguminosas y proteínas en general

5.7: para cereales y derivados de soya

6.38: leche y productos lácteos

5.55: gelatina

5.95: arroz

Anexo 4: Determinación de Carbohidrato

La determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), a partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de grasa (G), cenizas (C), proteína (P), humedad (H) y fibra dietética (FD) de forma que:

$$\text{Hidratos de carbono (\%)} = 100 - (G + C + PB + H + FD)$$

Anexo 5: Determinación de Humedad

Preparación del equipo:

- Sacar por simple presión los frascos de reactivo y disolvente y rellenarlos con metanol absoluto y reactivo de KF, respectivamente.
- Comprobar que las llaves estén cerradas.
- Poner boca abajo los dos depósitos y secar con un papel de filtro la gota que pueda quedar en la punta y comprobar que no cae líquido.
- Introducir por simple presión los depósitos llenos en sus buretas correspondientes.
- Comprobar que las llaves de dosificación de las buretas estén perfectamente cerradas y abrir las llaves de relleno de los depósitos con el fin de llenar las buretas. Una vez llenas cerrar las llaves.
- Quitar el vaso de reacción, para ello desplazar hacia un lado el agitador. Aflojar el tapón de rosca y retirar el vaso.
- Sustituir el vaso de reacción por un vaso de precipitados con el fin de enrasar las dos buretas.
- Volver a colocar el vaso de reacción.
- Dosificar una cantidad de metanol dentro de la cubeta de reacción suficiente para que cubra las puntas del electrodo de platino.
- Poner en marcha el aparato mediante el mando de mV, ajustar éste a un potencial determinado, alrededor de los 100 mV.

- Poner en marcha el agitador magnético en agitación máxima.

Valoración de la cantidad de agua del metanol anhidro

- Añadir 20 mL de metanol anhidro al recipiente de reacción, a través de la boca de entrada para las muestras.
- Colocar la varilla agitadora magnética en el recipiente y poner en marcha el agitador magnético.
- Girar la llave de paso de la bureta a la posición de llenado. Cerrar la llave de paso cuando el reactivo de KF alcance en la bureta el nivel deseado (en la posición 0,00 mL).
- Valorar el agua del metanol anhidro por adición del reactivo de KF. El punto final de la valoración es aquel volumen de KF que conduce a una estabilización de la corriente (microamperios) en el vaso de reacción. Anotar el volumen gastado.

Valoración del reactivo de Karl Fischer:

El reactivo de KF se valora para determinar su equivalencia frente al agua. Normalmente, esto sólo es necesario llevarlo a cabo una vez al día, o cuando se cambie la partida del reactivo de KF.

- Pesar, con una precisión de 1 mg, aproximadamente 0,15 g de acetato de zinc (PM 219,49).
- Retirar la célula de conductividades del recipiente de reacción y, a continuación, transferir inmediatamente su muestra al recipiente de reacción, a través de la boca de carga de las muestras.
- Añadir 20 mL de metanol anhidro al recipiente de reacción y cerrarlo.
- Llenar la bureta con el reactivo de KF, valorar seguidamente el agua contenida en la muestra de acetato, como en el paso II4. Anotar el volumen de KF consumido (en mL).
- Calcular el factor de equivalencia (KFReq) entre el reactivo de KF y el agua (la humedad), en mg (Agua)/mL(reactivo)

$$\text{KFReq} = (Z \times 0.1642) / A$$

Donde:

Z = peso del acetato de zinc (mg)

A = mL del reactivo de KF necesarios para la valoración del acetato de zinc - mL del reactivo de KF necesarios para la valoración del metanol.

Valoración de la muestra:

Preparar la muestra para el análisis y poner en el recipiente de reacción, tal y como se describe más abajo.

- Hacer uso de una balanza analítica para pesar, aproximadamente, 0,2 g de la muestra y anotar el peso exacto (S) con 1mg de precisión.
- Retirar la célula de conductividades del recipiente de reacción y, a continuación, transferir inmediatamente su muestra al recipiente de reacción, a través de la boca de carga de las muestras.
- Añadir 20 mL de metanol anhidro al recipiente de reacción y cerrarlo.
- Llenar la bureta y, a continuación, valorar el agua en la muestra como en el paso II4 de arriba.
- Anotar el volumen (en mL) del reactivo de KF consumido

Datos y cálculos:

- Calcular el contenido de humedad de la muestra

$$\% \text{ de } H_2O = \frac{(KFReq * Ks)}{S} * 100$$

Donde:

KFReq: equivalencia en agua del reactivo de KF (mg/mL)

Ks: mL de reactivo de KF consumidos en la valoración de la muestra -mL de reactivo de KF consumidos en la valoración del metanol

S: peso de la muestra (mg)

Anexo 6: Alcance de acreditación de Laboratorios CAHM S.A.C.



ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN ORGANISMOS DE INSPECCIÓN

Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C. – CAHM S.A.C.

Registro N° : OI – 036

Norma evaluada : NTP-ISO/IEC 17020:2012

Fecha de la última actualización del alcance : 2020-08-10

Fecha de renovación : 2018-10-09

Fecha de vencimiento renovación : 2022-10-08

Ubicaciones (sedes) cubiertas por la acreditación:

Dirección	Persona autorizada para firmar los Certificados/ Informes de Inspección	Cargo
Calle Gamarra N° 294, Tercer Piso, Urb. Miramar, San Miguel	Alejandro Ricardo Mendiola Chávez	Jefe del Organismo de Inspección

Actividades acreditadas como Organismo de Inspección Tipo "A"¹

SECTOR: 15 INDUSTRIAS DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y BEBIDAS

Nº	Producto / Proceso / Servicio a inspeccionar	Actividad de Inspección	Método/ Procedimiento de Inspección	Documento normativo
01	Almacenes de establecimientos de fabricación, fraccionamiento y distribución de alimentos elaborados industrialmente en su condición de productos terminados destinados al consumo humano	Verificación de las condiciones higiénico sanitarias	Procedimiento General de Inspecciones (P01-OI) Instructivo Verificación de las condiciones higiénico sanitarias en almacenes de alimentos terminados destinados al consumo humano (I03-P01-OI)	NTS N°114-MINSA/ DIGESA-V.01 aprobada con R.M. N°066-2015/MINSA Norma Sanitaria para el almacenamiento de alimentos terminados destinados al consumo humano Art. 5.2 al 6.5

SUBSECTOR: 15.6 FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE MOLINERÍA, ALMIDONES Y PRODUCTOS AMILÁCEOS

Nº	Producto / Proceso / Servicio a inspeccionar	Actividad de Inspección	Método/ Procedimiento de Inspección	Documento normativo
01	Fabricación de alimentos a base de granos, alimentos cocidos de reconstitución instantánea y otros destinados a programas sociales de alimentación	Verificación de las Buenas Prácticas de Manufactura y condiciones Higiénico Sanitaria	Procedimiento General de Inspecciones (P01-OI) Instructivo Verificación de las Buenas Prácticas de Manufactura y condiciones Higiénico Sanitarias en plantas de alimentos y bebidas (I01-P01-OI)	D.S. N°007-98-SA Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas. Art. 30 al 57, art. 62 al 64, art. 70 al 72, art. 75 al 77, art. 84 al 85, art. 116 al 119. D.S. N°038-2014-SA Modificatoria del D.S. N°007-98-SA Art. 119 R.M.N°451-2006/MINSA que aprueba la NTS "Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación". Cap. I: art. 6, cap. III: art. 12, cap. IV al VII, cap. VIII: art. 44.

¹ Un organismo de Inspección Tipo "A", es aquel independiente de las partes involucradas, es decir que no está relacionado con el diseño, fabricación, suministro, instalación, compra, propiedad, uso o mantenimiento de los ítems inspeccionados

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN ORGANISMOS DE INSPECCIÓN

				<p>R.M. N°860-2007/MINSA "Modifican artículo de la Norma Sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a Programa Sociales" Art. 12</p> <p>CAC/RCP 1-1969, Rev.04 (2003) "Código Internacional de Prácticas Recomendado-Principios Generales de Higiene de los Alimentos" Sección IV al VIII, sección IX: ítem 9.2, sección X: ítem 10.2 y 10.3</p>
		Verificación de la Aplicación del Sistema HACCP	<p>Procedimiento General de Inspecciones (P01-OI)</p> <p>Instructivo Verificación de la aplicación del sistema HACCP (I08-P01-OI)</p>	<p>R.M. N°449-2006/MINSA "Norma Sanitaria para la aplicación del sistema HACCP en la fabricación de alimentos y bebidas". Cap. I: art. 4 y 5, cap. II y III, cap. IV: art. 30</p> <p>Anexo al CAC/RCP 1-1969, Rev.04 (2003) "Sistema de Análisis de peligros y de Puntos Críticos de Control (HACCP) Directrices para su aplicación". Pág. 25 al 35.</p>
		Verificación de las Condiciones de Procesamiento Técnico Productivo	<p>Procedimiento General de Inspecciones (P01-OI)</p> <p>Instructivo Verificación de las condiciones de procesamiento técnico-productivo" (I09-P01-OI)</p>	<p>R.M.N°451-2006/MINSA "Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación". Cap. I: art. 6, cap. V al VII</p>

Anexo 7: Informe de ensayo de ajo variedad Barranquino



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLOGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 24 de junio del 2021

INFORME DE ENSAYO N° IE200824.10

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20210728.06
 Nombre del Solicitante : ANALY PUYEN
 Dirección Legal del Solicitante : AV. MARISCAL ELOY URETA NRO. 475 - SAN LUIS - LIMA
 Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
 Producto : M01 – AJO VARIEDAD BARRANQUINO
 Cantidad y Presentación de Muestra : M01 (LQ01): 01 muestra (02 unidades por 0.500 kg)
 Envase: Botella de vidrio
 Fecha y hora de Recepción : 2021-06-14 / 13:00
 Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
 Fechas de ejecución del análisis : Fecha de inicio: 2021-06-14 Fecha de término: 2021-06-24

RESULTADOS DE ENSAYO



ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
			M01	LQ01
01	Concentración de Selenio	ug/g		0.041
02	Aminoácidos (amino grama)	Ácido glutámico	mg/100g	553
		Ácido aspártico	mg/100g	295
		Leucina	mg/100g	242
		Valina	mg/100g	158
		Lisina	mg/100g	174
03	Capacidad Antioxidante	Fracción hidrofílica	µmol Trolox/100 g	3452,3 ± 172,5
		Fracción lipofílica	µmol Trolox/100 g	54,3 ± 3,2
		Total	µmol Trolox/100 g	3506,6 ± 175,7
04	Acidez	%		0.25
05	pH	--		5.81
06	Sólidos solubles	°Brix		31.28
07	Cenizas	%		1.47
08	Grasa	%		0.64
09	Proteínas	%		5.23
10	Carbohidratos	%		23.46
11	Humedad	%		67.05
12	Energía total (kcal)	Kcal/100g		120.52

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Concentración de Selenio	Analytical method. Espectrometría de absorción atómica, -AAS- (atomic absorption spectrometry). Determinación de Selenio. // Procedimiento interno CAHM – LE.
02	Aminoácidos Totales	BC-CMA-152 Determinación de Aminoácidos totales por HPLC

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regule por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 02

Página 1 de 2

Anexo 8: Informe de ensayo de ajo variedad Chino



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLOGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 24 de junio del 2021

INFORME DE ENSAYO N° IE200824.12

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20200728.06
Nombre del Solicitante : ANALY PUYEN
Dirección Legal del Solicitante : AV. MARISCAL ELOY URETA NRO. 475 - SAN LUIS - LIMA
Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
Producto : M03 – AJO CHINO
Cantidad y Presentación de Muestra : M03 (LQ01): 01 muestra (02 unidades por 0.500 kg)
Envase: Botella de vidrio
Fecha y hora de Recepción : 2021-06-14 / 13:00
Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
Fechas de ejecución del análisis : Fecha de inicio: 2021-06-14 Fecha de término: 2021-06-24

RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
			M03	
01	Concentración de Selenio	ug/g	0.022	
02	Aminoácidos (amino grama)	Ácido glutámico	mg/100g	546
		Ácido aspártico	mg/100g	321
		Leucina	mg/100g	270
		Valina	mg/100g	186
		Lisina	mg/100g	191
03	Capacidad Antioxidante	Fracción hidrofílica	μmol Trolox/100 g	3573,4 ± 140,7
		Fracción lipofílica	μmol Trolox/100 g	67,1 ± 4,5
		Total	μmol Trolox/100 g	2864,2 ± 168,4
04	Acidez	%	0.19	
05	pH	--	5.92	
06	Sólidos solubles	°Brix	34.80	
07	Cenizas	%	1.58	
08	Grasa	%	0.79	
09	Proteínas	%	5.36	
10	Carbohidratos	%	25.09	
11	Humedad	%	65.10	
12	Energía total (kcal)	Kcal/100g	128.91	

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Concentración de Selenio	Analytical method. Espectrometría de absorción atómica, -AAS- (atomic absorption spectrometry). Determinación de Selenio. // Procedimiento interno CAHM – LE.
02	Aminoácidos Totales	BC-CMA-152 Determinación de Aminoácidos totales por HPLC

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 02

Página 1 de 2

Dirección: Calle Gamarra N° 294 Urb. Miramar, San Miguel. Teléfono: 262-8890 E-mail: info@cahmsac.com

Anexo 9: Informe de ensayo de ajo variedad Napuri



CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS
HIDROBIOLÓGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

Lima, 24 de junio del 2021

INFORME DE ENSAYO N° IE200824.11

Solicitud de Servicio de Ensayo : 20200728.06
Nombre del Solicitante : ANALY PUYEN
Dirección Legal del Solicitante : AV. MARISCAL ELOY URETA NRO. 475 - SAN LUIS - LIMA
Procedencia de la Muestra : Muestra proporcionada por el Solicitante
Producto : M02 – AJO NAPURÍ
Cantidad y Presentación de Muestra : M02 (LQ01): '01 muestra (02 unidades por 0.500 kg)
Envase: Botella de vidrio
Fecha y hora de Recepción : 2021-06-14 / 13:00
Condiciones a la recepción : Temperatura ambiente
Fechas de ejecución del análisis : Fecha de inicio: 2021-06-14 Fecha de término: 2021-06-24

RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	
			M02 LQ01	
01	Concentración de Selenio	ug/g	0.034	
02	Aminoácidos (amino grama)	Ácido glutámico	mg/100g	531
		Ácido aspártico	mg/100g	334
		Leucina	mg/100g	211
		Valina	mg/100g	191
		Lisina	mg/100g	123
03	Capacidad Antioxidante	Fracción hidrofílica	μmol Trolox/100 g	3339,3 ± 170,8
		Fracción lipofílica	μmol Trolox/100 g	46,5 ± 4,2
		Total	μmol Trolox/100 g	3310,3 ± 128,6
04	Acidez	%	0.34	
05	pH	--	5.14	
06	Sólidos solubles	°Brix	28.20	
07	Cenizas	%	1.44	
08	Grasa	%	0.73	
09	Proteínas	%	5.56	
10	Carbohidratos	%	21.77	
11	Humedad	%	66.40	
12	Energía total (kcal)	Kcal/100g	123.89	

Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Concentración de Selenio	Analytical method. Espectrometría de absorción atómica, -AAS- (atomic absorption spectrometry). Determinación de Selenio. // Procedimiento interno CAHM – L.E.
02	Aminoácidos Totales	BC-CMA-152 Determinación de Aminoácidos totales por HPLC

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Formato: F07-P03-LE, Ver. 02

Página 1 de 2

Anexo 10: Valores de las réplicas de los informes de ensayo de ajo variedad Barranquino, Chino y Napurí

Barranquino									
N	Acidez	pH	Solidos solubles	Cenizas	Grasa	Proteinas	Carbohidratos	Humedad	Energía total
1	0.24	5.80	31.98	1.453	0.625	5.23	23.31	67.02	120.48
2	0.27	5.81	31.33	1.462	0.645	5.22	22.43	67.18	120.59
3	0.23	5.82	30.54	1.482	0.662	5.23	24.65	66.95	120.48
	0.25	5.81	31.28	1.47	0.64	5.23	23.46	67.05	120.52

Chino									
N	Acidez	pH	Solidos solubles	Cenizas	Grasa	Proteinas	Carbohidratos	Humedad	Energía total
1	0.183	5.99	34.79	1.579	0.797	5.36	24.95	66.01	127.88
2	0.21	5.91	34.85	1.602	0.788	5.35	25.57	64.02	123.65
3	0.167	5.85	34.76	1.569	0.79	5.36	24.75	65.28	135.19
Prom	0.19	5.92	34.80	1.58	0.79	5.36	25.09	65.10	128.91

Napurí									
N	Acidez	pH	Solidos solubles	Cenizas	Grasa	Proteinas	Carbohidratos	Humedad	Energía total
1	0.34	5.02	28.21	1.587	0.792	5.659	20.92	65.41	122.99
2	0.34	5.19	28.05	1.441	0.629	5.527	20.79	68.39	124.86
3	0.33	5.20	28.33	1.302	0.759	5.498	23.59	65.41	123.82
	0.34	5.14	28.20	1.44	0.73	5.56	21.77	66.40	123.89