



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

**Estudio del valor nutricional del fruto de la cactácea silvestre
Armatocereus aff, procerus. “Jacuno”**

Presentado por:

HUARCAYA CERRON, KEVIN RUBEN

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **9%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 16 de Enero de 2024

.....
Dra. JOSEFA BERTHA PARI OLARTE
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Estudio del valor nutricional del fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus aff, procerus*. “Jacuno”

Línea de Investigación:
Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

AUTOR

Bach. KEVIN RUBÉN HUARCAYA CERRÓN.

Ica-Perú

2023

DEDICATORIA

A mí madre Ela Cerrón Berrocal, gracias a ella por apoyarme durante toda mi vida. Mi agradecimiento y el amor que siento por ella serán eternos.

A mi abuela Genoveva Berrocal Bellido, gracias a sus consejos y apoyo incondicional he podido lograr la realización de mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por su amor y protección que ha tenido para mí y mis seres queridos.
- A mi hermana, por haberme acompañado durante toda mi vida.
- A mi Alma mater, la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, especialmente a la Facultad de Farmacia y Bioquímica, por permitirme en convertirme en el profesional que tanto deseo.
- A mi asesor, el Dr. Felipe Surco Laos, y al Dr. Jorge Antonio García Ceccarelli, gracias a sus conocimientos, ayuda y motivación, ha sido posible la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada	
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	viii
Abstract	ix
I. Introducción	10
II. Estrategia metodológica	22
III. Resultados	31
IV. Discusión	37
V. Conclusiones	40
VI. Recomendaciones	41
VII. Referencias bibliográficas	42
VIII. Anexos	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características sensoriales del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	31
Tabla 2. Proporciones de diferentes porciones del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	31
Tabla 3. Determinación de humedad en la porción comestible de fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	31
Tabla 4. Determinación de cenizas en porción comestible de fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	32
Tabla 5. Determinación de extracto etéreo en porción comestible del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	32
Tabla 6. Determinación de proteína en porción comestible de fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	32
Tabla 7. Análisis químico proximal de porción comestible de fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	33
Tabla 8. Determinación cromatográfica de ácidos orgánicos en porción comestible del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	33
Tabla 9. Patrones de pentóxido de fósforo para la curva de cuantificación de fósforo	34
Tabla 10. Determinación del contenido de fosforo en la porción comestible del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	34
Tabla 11. Contenido de metales de importancia nutricional de la pulpa del fruto de la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	35
Tabla 12. Contenido de metales pesados y otros en la pulpa del fruto la cactácea <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cactus silvestres de la zona del Huarangal.	15
Figura 2. Mapa del distrito de Yauca del Rosario-Ica.	16
Figura 3. Planta de <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”.	17
Figura 4. Fruto de <i>Armatocereus procerus</i> “Jacuno”.	18
Figura 5. Certificación botánica.	46
Figura 6. Recolección de la muestra.	47
Figura 7. Remoción de espinas y separación de la parte comestible.	47
Figura 8. Medición de sólidos solubles.	48
Figura 9. Pesado de la muestra húmeda.	48
Figura 10. Colocación de la muestra en el horno.	48
Figura 11. Determinación de pH.	49
Figura 12. Determinación de cenizas.	49
Figura 13. Determinación de proteínas.	50
Figura 14. Preparación de los viales con los ácidos y la muestra.	50
Figura 15. Colocación de los viales en las celdas del HPLC.	50
Figura 16. Curva de calibración para bario.	51
Figura 17. Curva de calibración para cobre.	51
Figura 18. Curva de calibración para hierro.	52
Figura 19. Curva de calibración para manganeso.	52
Figura 20. Curva de calibración para antimonio.	53
Figura 21. Curva de calibración para arsénico.	53
Figura 22. Curva de calibración para plomo.	54
Figura 23. Curva de calibración para cromo.	54
Figura 24. Curva de calibración para zinc.	55
Figura 25. Curva de calibración para selenio.	55
Figura 26. Curva de calibración para calcio.	56
Figura 27. Curva de calibración para magnesio.	56
Figura 28. Cromatograma del ácido ascórbico.	57
Figura 29. Cromatograma del ácido ascórbico.	58
Figura 30. Cromatograma del ácido cítrico.	59
Figura 31. Cromatograma del ácido cítrico.	60
Figura 32. Cromatograma del ácido málico.	61
Figura 33. Cromatograma del ácido málico.	62
Figura 34. Cromatograma del ácido oxálico.	63
Figura 35. Cromatograma del ácido oxálico.	64

Figura 36. Cromatograma del ácido siríntrico.	65
Figura 37. Cromatograma del ácido siríntrico.	66
Figura 38. Cromatograma del ácido tartárico.	67
Figura 39. Cromatograma del ácido tartárico.	68
Figura 40. Cromatograma de la mezcla.	69
Figura 41. Cromatograma de la mezcla.	70
Figura 42. Cromatograma de la muestra.	71
Figura 43. Cromatograma de la muestra.	72
Figura 44. Certificado de análisis de metales	73

RESUMEN

En Ica existen valles muy fértiles, siendo la principal región agroexportadora del país, pero también existe zonas áridas y desérticas como el anexo Huarangal del distrito de Yauca del Rosario ubicado a 825 msnm, donde se encuentran bosques de matorrales de cactus que crecen de forma silvestre, donde se halla la especie *Armatocereus procerus* “Jacuno”, que poseen un fruto comestible utilizado como complemento de la dieta de poblaciones ubicadas en zonas desérticas. El objetivo de la presente investigación fue determinar el valor nutricional del fruto de esta cactácea silvestre, que involucró la determinación químico proximal, contenido de ácidos orgánicos y minerales presente en la porción comestible. El análisis químico proximal implicó determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo y proteína, basado en métodos según la AOAC, los ácidos orgánicos se analizaron través de cromatografía líquida de alta performance y los minerales por emisión atómica mediante la técnica de ICP. Como resultado se obtuvo que la porción comestible del fruto presenta un valor calórico de 59,16 Kcal/100g; el mayor aporte estuvo constituido por carbohidratos, presentando una humedad de 85,05%; en los ácidos orgánicos, el ácido málico fue el predominante con concentración de 542,3 mg/100g, seguida de ácido siríngico con 508,3 mg/100g; mientras los minerales en mayor concentración fueron potasio, calcio y magnesio con una concentración de 5,03; 0,891 y 0,576 mg/100g respectivamente. Concluyendo que el fruto de *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta un bajo valor calórico, es rica en ácido málico, siríngico y una considerable concentración de potasio, calcio y magnesio.

Palabras claves: *Armatocereus procerus*, valor calórico, ácidos orgánicos, minerales.

ABSTRACT

In Ica, there are very fertile valleys, being the main agro-export region of the country, but there are also arid and desert areas such as the Huarangal annex of the Yauca del Rosario district located at 825 meters above sea level, where there are cactus scrub forests that grow wild. , where the species *Armatocereus procerus* "Jacuno" is found, which have an edible fruit used as a complement to the diet of populations located in desert areas. The objective of the present investigation was to determine the nutritional value of the fruit of this wild cactus, which involved the proximal chemical determination, content of organic acids and minerals present in the edible portion. The proximal chemical analysis involved determination of moisture, ashes, ethereal extract and protein, based on methods according to the AOAC, organic acids were analyzed through high performance liquid chromatography and minerals by atomic emission using the ICP technique. As a result, it was obtained that the edible portion of the fruit has a caloric value of 59.16 Kcal/100g; the greatest contribution was made up of carbohydrates, presenting a humidity of 85.05%; in organic acids, malic acid was the predominant one with a concentration of 542.3 mg/100g, followed by syringic acid with 508.3 mg/100g; while the minerals in the highest concentration were potassium, calcium and magnesium with a concentration of 5.03; 0.891, 0.576mg/100g respectively. Concluding that the fruit of *Armatocereus procerus* "Jacuno" has a low caloric value, is rich in malic and syringic acid and a considerable concentration of potassium, calcium and magnesium.

Keywords: *Armatocereus procerus*, caloric value, organic acids, minera

I. INTRODUCCIÓN

La denominación cactus es un nombre general utilizado a diversos miembros de la familia de plantas suculentas Cactaceae. Estas plantas a menudo se emplean como plantas ornamentales, pero algunas también se cultivan como especies de cultivo. Los cactus son casi únicamente especies de plantas del nuevo mundo¹. Es decir que son especies oriundas solo de América del Norte, América del Sur y las Indias Occidentales. Muchos cactus crecen como plantas silvestres en las regiones áridas y semiáridas de la India, en México, Estados Unidos, España, Italia y el norte de África, no siendo la excepción la zona desértica de centro poblado del Huarangal, en el distrito de Yauca del Rosario, en la región Ica, en la cual crecen de forma silvestre algunas variedades de cactus. Muchos tipos de cactus son comestibles, de sabor agradable y con diversas propiedades funcionales atribuidas, formando actualmente parte importante del requerimiento dietético de algunas personas y se espera que estén más disponibles en un futuro próximo; además son una especie que se adaptan y coexisten amigablemente con el medio ambiente^{1,2}.

Los cactus son especies de plantas especiales e inusuales, que se adecuan a ambientes extremadamente áridos y cálidos, revelando una variada gama de características anatómicas y fisiológicas que conservan el agua, la alta capacidad de aprovechamiento del agua de los cactus es imputado al metabolismo del ácido de las crasuláceas, que se encuentran presente en especies de cactus de crecimiento rápido como *Opuntia ficus-indica* (tunas), *O. megacantha* y *O. amychlea* (Cactaceae), *Hylocereus undatus* (pitaya), entre otras que producen forraje para animales y frutas con 14% en promedio de glucosa (FAO 1996)³. Los tallos de los cactus se han expandido en estructuras suculentas verdes con un alto contenido de clorofila necesaria para su subsistencia y crecimiento, mientras que las hojas se han transformado en las espinas que los hacen intimidantes, por lo que son tan conocidos¹.

Los cactus pueden ser una opción económica para las poblaciones de las zonas áridas y desérticas, puesto que son tolerantes a la sequía debido a su capacidad de fijación de CO₂ (CAM), pudiéndose utilizar como alimento y forraje alternativo³. El *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta un fruto comestible que podría ser utilizado como complemento de la dieta de estas poblaciones y del cual no hemos encontrado mayores estudios. En esta zona de la región Ica, se ha identificado una amplia zona en la cual crecen de forma silvestre esta y otras especies de cactus y que producen sus frutos entre los meses de marzo y abril aproximadamente, a los cuales pretendemos determinar sus atributos de calidad y su correspondiente valor nutricional que nos permita darle un valor agregado e introducirlos al mercado como una alternativa económica y rentable.

1.1. Descripción de la realidad problemática

Existe una gran demanda de consumo de alimentos funcionales que además de aportar nutrientes

ayudan en la prevención de diversas enfermedades degenerativas como cáncer, diabetes, obesidad, hipertensión arterial⁴.

Estas enfermedades degenerativas por lo general son originadas por varios factores tales como el estrés, estilo de vida, exposición a la radiación, la dieta y algunos medicamentos. Estos factores pueden originar la generación de radicales libres debido a las reacciones bioquímicas de óxido-reducción que ocurren en el proceso del metabolismo celular⁵.

Se entiende como radicales libres a aquellas moléculas cuya estructura atómica presenta un electrón impar o desapareado en el orbital externo, proporcionándole una configuración espacial que produce una alta inestabilidad⁶.

El incremento de este tipo de enfermedades crónicas-degenerativas es un gran problema para la población, por ello siempre se está en búsqueda de distintas alternativas; las cuales implican el estudio de plantas y alimentos que contengan sustancias capaces de inhibir la degradación oxidativa.

Los antioxidantes tienen la capacidad de detener esta degradación oxidativa, los más utilizados son los antioxidantes sintéticos, sin embargo, estudios han demostrado que presentan efectos nocivos para la salud. Es por ello, el incremento en el interés de los antioxidantes naturales.

1.2. Antecedentes de la investigación

Internacionales

Rodríguez et al, 2010. Determinaron la composición proximal y la actividad antioxidante de cuatro frutas promisorias de uso habitual en Colombia a las cuales se reconocen potenciales beneficios. Evaluaron la composición de las frutas durante el proceso de maduración en los cuatro frutos estudiados, los sólidos solubles totales (SST) y los azúcares reductores fueron parámetros que iban en aumento con la reducción de la firmeza, en contraste con la acidez titulable que decrece. El ácido ascórbico y los compuestos fenólicos aumentan continuamente durante la madurez. Todos los datos fueron sometidos al análisis⁷.

Martinez-cardozo y col, 2016. Se evaluó la composición química del fruto en 12 cultivares de plátano y banano de la Colección Colombiana de Musáceas (CCM) y se determinó los porcentajes de pulpa fresca y seca, porcentaje de cáscara seca, contenido de almidón, K, Ca, Cu, Mn, azúcares totales, cenizas, Fe, Zn y B. El cultivar Orishelle represento la más importante fuente de minerales para la nutrición humana por su alto contenido de Fe (51,7 ppm), mientras que el mayor contenido de azúcares totales se encontró en el híbrido FHIA-21 (grupo 2). Los porcentajes más altos de materia en pulpa con respecto a la materia total del racimo los mostró el material Pisang⁸.

Sotomayor y col, 2019. Evaluaron los cambios que ocurrieron durante el crecimiento y maduración en la cactácea llamada pitahaya de la variedad amarilla, colectaron frutos en seis estados de madurez y se determinaron el peso del fruto, porcentaje de pulpa y cáscara, firmeza de

la pulpa (N), pH, acidez (%), sólidos solubles (°Brix), y la evaluación sensorial de sabor y apariencia. El porcentaje de cáscara disminuyó de 55.93 a 33.40 % y la pulpa aumentó de 44.07 a 66.60 % durante el proceso de maduración. El fruto al llegar al estado de madurez presentó mayor contenido de sólidos solubles (20.74 °Brix) y pH (4.86) y menor firmeza de pulpa (6.20 N), acidez titulable (0.14 %). El análisis sensorial en el estado de madurez fue aceptado por los consumidores debido al alto contenido de grados Brix presentados⁴.

Jiménez y col, 2020. Desarrollaron una investigación para conocer los compuestos fitoquímicos y composición fisicoquímica en los frutos de *R. laevigata* Standl. Se realizaron los análisis fisicoquímicos: humedad, ceniza, proteína, extracto etéreo, fibra cruda, pH y grados Brix (°Bx) en frutos maduros liofilizados. También determinaron algunos metabolitos secundarios como: fenoles, flavonoides, alcaloides, taninos, quinonas y saponinas. En la composición química proximal se halló: 3.31% de proteína, 35.75% de extracto libre de nitrógeno, 57% de humedad, 3% de ceniza, 0.94% extracto etéreo. Los autores sugieren continuar pruebas toxicológicas; ya que la parte nutricional destacó su contenido en proteína y extracto libre de nitrógeno⁹.

Nacionales

Obregón-La Rosa col, 2021. Estudiaron frutas nativas del Perú que han sido poco estudiadas: Aguaymanto (*Physalis peruviana*), sanky (*Corryocactus brevistylus*), cocona (*Solanum sessiliflorum*), pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y camu-camu (*Myrciaria dubia*), a los que se determinó sus características fisicoquímicas y nutricionales, analizando el contenido de nutrientes como: vitamina C, fibra, sólidos solubles, entre otros. Los frutos camu-camu, sanky y aguaymanto, presentaron los mayores contenidos de vitamina C (2780, 57,1 y 43,0, mg por 100 g de peso fresco, respectivamente), la pitahaya y la cocona (8,0 y 4,54 mg por 100 g de peso fresco, respectivamente). Los mayores contenidos de azúcares reductores fueron en el aguaymanto y la pitahaya (26,85 y 9,75 %). El aguaymanto y la cocona reportaron los mayores valores de fibra (4,9 y 2,5%, respectivamente). En conclusión, los resultados demuestran que los frutos estudiados podrían ser aprovechados en la alimentación humana debido a sus nutrientes⁶.

Pillco y col, 2019. Evaluaron el fruto de *Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn.) procedente de la costa desértica del departamento de Ica (Perú), conocido como “Sofaique” y en otras regiones con el nombre de “Chañar”. El fruto se separó en epicarpio, mesocarpio y carozo; de las tres fracciones solo se analizó el mesocarpio utilizando muestras de 3 g para los ensayos nutricionales (humedad, proteínas, lípidos, minerales y carbohidratos) y químicos (acidez titulable, pH, sólidos solubles) en base a los métodos descritos por la AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). Las dimensiones promedio del fruto entero fue: eje ecuatorial: 22,32 mm, eje polar: 21,69 mm y calibre: 19,60 mm; las proporciones promedio del fruto, fueron: cascarilla 28,58%; pulpa 38,51 %, carozo 32,91% y el peso promedio del fruto entero fue de 3,88 g; los resultados del análisis proximal y composición química (pulpa) fueron proteína 9,17 %; ceniza 2,59 %; humedad 20,20

%; lípidos 1,38 %; carbohidratos 66,66 %; pH 5,2; acidez titulable 0,05% y sólidos solubles 4,0% como grados Brix. Con los resultados expuestos se concluye que el fruto de Sofaique es un fruto nutritivo y agradable al paladar¹⁰.

1.3. Justificación e importancia

En el ecosistema árido de la zona del Huarangal, distrito de Yauca del Rosario, departamento de Ica, crece la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* "Jacuno", especie endémica de la zona desértica alta, poco estudiada y que posee un potencial promisorio como especie productora de un fruto que serviría como alimento en épocas de estiaje, de ahí la importancia y justificación del presente estudio que pretende rescatar una especie oriunda para darle una aplicación como fruto comestible y determinar su aporte nutricional y de minerales en la alimentación de la población de la región y su posible introducción al mercado que permita mejorar la calidad de vida y economía de la población de escasos recursos que mora en la zona⁷.

1.4. Objetivos de la investigación

General

- Determinar el valor nutricional que presenta en el fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* "Jacuno".

Específicos

- Determinar la composición químico proximal del fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* "Jacuno".
- Determinar el contenido de minerales en el fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* "Jacuno".
- Establecer los ácidos orgánicos presentes predominantes en el fruto de las cactácea silvestre *Armatocereus procerus* "Jacuno".

1.5. Marco teórico

1.5.1. Desertificación

Los desiertos naturales son zonas de terreno áridas donde las lluvias son escasas o casi nulas y que pueden hallarse en cualquier altitud, en climas cálidos o fríos, y conforman parte de los ecosistemas que mantienen plantas y animales propios de la región. La desertificación no implica las zonas en las cuales tierras fértiles se han convertido en desiertos. Es una expresión que se emplea para describir una serie de problemas de degradación muy serios en muchas partes áridas a nivel mundial¹¹.

El origen más conocido de la desertificación es la extracción de las especies nativas

a través de la deforestación, la quema y el sobrepastoreo; otra causa fundamental de la desertificación son los cambios en el acervo y la disponibilidad o calidad del agua, la explotación excesiva del agua subterránea; así como también puede darse como resultado de la llegada de especies de plantas invasivas no nativas¹¹.

1.5.2. Plantas del desierto

En el árido desierto iqueño las plantas han desarrollado una serie de adaptaciones para subsistir. Las plantas científicamente conocidas como xerofíticas, resultan las más especializadas, poseen gruesas capas cerosas en su superficie, estas cutículas le sirven para protegerse del incesante sol y del viento. Otras adaptaciones son hojas pequeñas, o escasos estomas hundidos que disminuyen la pérdida de agua durante la transpiración. Ciertos tipos de árboles o arbustos engendran tallos y ramas verdes para realizar el proceso de fotosíntesis sin la necesidad de hojas (que son más susceptibles a sufrir la radiación). Las tradicionales plantas adaptadas al desierto son las cactáceas, de estas en los desiertos de Ica se hallan aproximadamente una docena de especies locales. Para frenar la pérdida de agua, diversas especies de cactus se han reducido a columnas o esferas suculentas capaces de realizar la fotosíntesis y se caracterizan por poseer una cutícula gruesa y ausencia de hojas (las que han sido modificadas a espinas protectoras). Otras plantas del desierto logran desarrollar superficialmente una red de raíces para capturar la neblina o el rocío¹².

1.5.3. Bosques de matorrales de cactus

Los Matorrales de Cactus en la región de Ica, están circunscritos a las quebradas. Hoy reducido a pocos relictos, consistentes de árboles de baja altura (< 8 m), cactáceas y matorrales espinosos. Después de inundaciones y riego, se puede hallar una rica flora herbácea, que incluyen especies endémicas, especialmente de las familias de las Solanáceas, Leguminosas, Compuestas y Gramíneas. En las zonas más bajas se pueden localizar dos especies de grandes cactáceas columnares surgiendo entre montones de rocas: el Jacuno o Gigantón (*Armatocereus procerus*) que puede alcanzar entre 8 o 9 m, y el Sanqui o Ulliquete (*Neoraimondia arequipensis*) que puede alcanzar por encima de 5 m en las partes más bajas, pero puede llegar hasta los 8 m en las zonas más elevadas. El bosque de Matorral de Cactus está limitado a las inmediaciones de las quebradas y a los abanicos fluviales en los valles interandinos 600 – 1500 m^{11, 12}.



Figura 1. Cactus silvestres de la zona del Huarangal.

1.5.4. *Armatocereus procerus* “Jacuno”

Descripción

Es una especie de cactus nativo del Perú central, que crece en los valles secos estacionales de las vertientes occidentales de los Andes. Es una planta arbórea de hasta 8 m de alto, de color azulado a verde grisáceo, rígidamente ascendente, ramas fuertemente articuladas con 8 a 10 costillas, 15 a 25 espinas radiales que pueden alcanzar 2 cm de largo, hasta 4 espinas centrales de 12 cm de largo. Sus flores de color blanco son de 10 cm de largo y 5 cm de diámetro. El fruto de forma ovoide mide 7 cm de largo¹³.

Distribución

Armatocereus procerus es una especie endémica del Perú central, desde Casma, Región Ancash; valles de Fortaleza, Pativilca, Huaura, Chancay, Chillón en la Región Lima; valles de San Juan, Chincha, Pisco, Ingenio y Nazca en la Región Ica.



Figura 3. Planta de *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Usos tradicionales

Alimentación: El fruto del cactus *Armatocereus procerus* “Jacuno” es comestible, de sabor dulce, color verde claro y la presencia de abundantes y diminutas semillas, parecidas a la tuna. *Opuntia ficus indica*, conocida como “tuna”, es la cactácea más representativa de este rubro, el género *Hylocereus* conocidos comúnmente como “pitahayas” poseen frutos comestibles, Los frutos de *Corryocactus brevistilus* y *C. heteracanthus*, conocidos como “sancayo” o “sanky”, se consumen como fruta, en jugos, mermeladas y néctares¹⁴.

Artesanía: En la serranía de Ica y Ayacucho se fabrican los “palos de lluvia” o “palos de agua” a partir de la madera seca de diversos cactus¹⁴.



Figura 4. Fruto de *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

1.5.5. Frutas

Según el Código Alimentario Español (CAE) se denomina fruta al “fruto, la inflorescencia, la semilla o partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado el grado de madurez y sean adecuadas para el consumo humano”¹⁵.

El componente principal de las frutas es el agua, que puede constituir entre 75 y 90% del peso total de la parte comestible. Las frutas contienen más carbohidratos que las verduras y también son muy bajas en grasas y proteínas, siendo el valor energético casi exclusivamente de los azúcares presentes en ellas¹⁵.

Características nutricionales de las frutas.

- Presentan un alto contenido de carbohidratos, comúnmente glucosa, fructosa y sacarosa (azúcares mono y disacáridos) responsables del dulzor de las frutas. Cuanto más maduras son, mayor es la cantidad de azúcares que poseen.
- Proveen una importante contribución vitamínica (vitaminas A, C, B1, B2, B6, ácido fólico) y mineral (hierro, calcio, magnesio, potasio, zinc, sulfatos, fosfatos, cloruros).
- Aportan fibra, principalmente de la insoluble: celulosa y pectinas.
- Poseen un alto contenido de agua que fluctúa entre un 80 y 95 por ciento.
- Poseen sustancias fitoquímicas como: flavonoides, terpenos, compuestos fenólicos y selenio, sustancias con actividad antioxidante¹⁶.

Carbohidratos

Los azúcares simples más importantes presente en las frutas son la glucosa, la fructosa y la sacarosa, cuyo contenido es variado dependiendo según la especie. Por ejemplo, las uvas y las cerezas no contienen sacarosa, mientras que los melocotones, los albaricoques y las piñas tienen mayor cantidad de sacarosa que azúcares reductores. En general, las frutas con semillas, peras, uvas y manzanas poseen un contenido de fructosa dominante. Otros monosacáridos se encuentran en pequeñas cantidades (galactosa, arabinosa y xilosa) en algunas frutas, como los cítricos. La sacarosa es el oligosacárido prioritario, aunque también se han hallados otros en uvas como maltosa, melibiosa, rafinosa o estaquiosa y 6-cestosa en plátanos maduros. Las peras y ciruelas contienen relativamente altos niveles de sorbitol.

El almidón de las frutas verdes se convierte en azúcares en la fruta maduras, durante la maduración se convierten en azúcares simples (glucosa y fructosa). La fruta fresca con más almidón es el plátano (1-2%)^{15, 16}.

Lípidos

En las frutas el contenido de lípidos es muy bajo, los valores fluctúan entre 0,1-0,5%. Las excepciones son la palta, que tiene un contenido de grasa del 14% con una cantidad importante de ácido oleico, el coco que contiene un 35% (grasas saturadas)¹⁴ y el aguaje con contenido de grasa de 18%¹⁷. Los ácidos palmítico, oleico y linoleico son los ácidos grasos más cuantiosos en las frutas. Mayoritariamente las pepitas de las frutas son ricas en aceite, lo que hace especial hincapié en las pepitas de uvas, de donde se adquiere y comercializa el “aceite de pepita de uva”. Las ceras son otros lípidos importantes que recubren la piel de algunas frutas, como en las manzanas¹⁸.

Proteínas

El contenido de proteínas en frutos es muy bajo. La mayor parte de la fracción proteica consiste en enzimas que regulan el metabolismo de carbohidratos, grasas y proteínas.

Vitaminas

En las frutas las vitaminas más importantes son la C (especialmente en cítricos), la provitamina A (betacaroteno), que son poderosos antioxidantes y en menor proporción se encuentran otras vitaminas solubles en agua del grupo B como biotina y ácido pantoténico. En general, los niveles de vitamina C son más altos

en la piel y disminuyen gradualmente cerca del hueso. El betacaroteno se encuentra en cantidades significativas en albaricoques, cerezas, melones y melocotones. Algunas frutas como los albaricoques, los cítricos, los higos, etc. contienen vitaminas B (biotina y ácido pantoténico). En general, las variedades coloridas, las frutas de verano y las expuestas al sol son más ricas en vitaminas¹⁷.

Minerales

Las frutas se caracterizan por no contener cantidades significativas de minerales, a excepción de potasio, fosfatos, magnesio y calcio. Son frutas ricas en potasio el plátano, kiwi, nísperos, melón, nectarina, uva negra, cerezas, albaricoques, ciruelas, aguacate, piña, coco fresco, chirimoyas y papaya. También aportan magnesio (asociado con el funcionamiento del intestino, músculos y nervios, este constituye parte de los huesos y dientes, mejora la inmunidad y la resistencia ante enfermedades degenerativas, es anti estrés y posee un suave efecto laxante)¹⁹.

Ácidos orgánicos y carotenoides

Las frutas también contienen otros compuestos, como ácidos orgánicos y carotenoides.

Ácidos orgánicos. Determinan en el sabor y aroma de las frutas; hay básicamente dos tipos de ácidos: hidroxiacidos no fenólicos y ácidos fenólicos.

- Los hidroxiacidos no fenólicos, el ácido málico y el ácido cítrico merecen especial atención. Otros ácidos incluyen ácidos químicos como el tartárico, málico, entre otros, que se encuentran en ciruelas, cerezas y manzanas y uvas. Estos ácidos son los responsables de la acidez de las frutas verdes, a medida que maduran, el nivel de acidez disminuye y el nivel de azúcar aumenta.
- Los frutos verdes, especialmente en la piel, contienen ácidos fenólicos, cuya concentración disminuye a medida que avanza la maduración. Son los responsables de la contracción de frutos como los caquis o los membrillos verdes. También son responsables de dorar frutas y jugos cortados. Junto con los flavonoides, forman un grupo conocido mundialmente como compuestos fenólicos, los cuales son muy importantes en la actualidad por sus propiedades antioxidantes²⁰.

Carotenoides

Las frutas contienen carotenoides con actividad de vitamina A, como betacaroteno, gamma caroteno y criptoxantina. También hay muchos

carotenoides diferentes que no tienen ningún valor nutricional, como la auroxantina, la luteína, la anteraxantina, el fitoeno, etc. Los carotenoides son los responsables del color amarillo y rojo de la fruta. Los frutos verdes contienen el pigmento llamado clorofila, cuando maduran, su color cambia debido a la pérdida de clorofila y la aparición de carotenoides y flavonoides. Esto se aplica a cerezas, melocotones, albaricoques, etc. Pero las manzanas, peras, etc. todavía tienen clorofila, lo que oculta la presencia de otros carotenoides con su color verde^{18, 20}.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Básica

2.1.2. Nivel de investigación

Descriptivo-Explicativo

2.1.3. Diseño de investigación

Analítico

2.2. Lugar de investigación

Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Ciencias Químicas. Laboratorio de análisis Instrumental.

2.3. Materiales de trabajo

2.3.1. Materiales de laboratorio

- Probetas de 10 ml, 50 ml y 100 ml
- Matraces de Erlenmeyer
- Balones
- Fiolas
- Agitadores de vidrio
- Vasos de precipitados
- Tubos de ensayo
- Gradillas
- Espátulas de metal
- Vasos de vidrio
- Embudos
- Luna de reloj
- Pinzas metálicas
- Micropipetas de 100 μ l
- Micropipetas de 1000 μ l
- Pipetas de 1 ml, 5 ml y 10 ml
- Propipetas
- Baguetas
- Peras de bromo
- Soporte universal
- Aro de soporte

2.3.2. Equipos de laboratorio

- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Refractómetro
- Baño de ultrasonido
- Mufla
- Estufa
- Cocinilla
- Evaporador rotatorio
- Espectrofotómetro UV-Visible
- Cromatógrafo líquido Agilent 1100

2.3.3. Reactivos

- Agua destilada
- Etanol 96°
- Alcohol 70°
- Éter de petróleo
- Diclorometano
- Ácido clorhídrico
- Acetato de sodio
- Hidróxido de sodio
- Ácido acético glacial
- Ácido nítrico
- Ácido ascórbico
- Ácido oxálico
- Ácido málico
- Ácido cítrico
- Ácido siríngico
- Ácido tartárico
- Sulfato de potasio
- Sulfato de cobre
- Anaranjado de metilo
- Fenolftaleína
- Ácido metafosfórico

2.3.4. Otros

- Guantes
- Mascarilla

- Papel filtro
- Papel aluminio
- Papel tisú
- Papel toalla
- Viales

2.4. Hipótesis y variables

2.4.1. Hipótesis

General

- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta un bajo valor nutricional.

Específicas

- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta una composición químico proximal de bajo valor calórico.
- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta un bajo contenido de minerales.
- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presenta los ácidos orgánicos: cítricos y málicos principalmente.

2.4.2. Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

V. Independiente		
Variable	Indicador	Índice
<ul style="list-style-type: none"> Fruto de la cactácea silvestre <i>Armatocereus aff, procerus</i> “Jacuno”. 	Características físico-sensoriales	Tamaño Peso Sabor Color Olor
V. Dependiente		
Variable	Indicador	Índice
Valor nutricional	Análisis químico proximal	Humedad Cenizas Grasas Proteína Carbohidratos
	Contenido de minerales	Ca, Mg, Zn, Fe, Cu
	Ácidos orgánicos	mg/100g

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Para el **Estudio del valor nutricional del fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus aff, procerus* “Jacuno”** la población estuvo constituida por los frutos de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” que crece en la zona del Huarangal, del distrito de Yauca del Rosario en la provincia de Ica.

2.5.2. Muestra

Un número de 60 frutos de la especie silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” fue recogido en la margen izquierda de la carretera al anexo de Huarangal a la altura del kilómetro 33,100.

2.6. Métodos, técnicas y procedimientos para la recolección de datos

2.6.1. Recolección y clasificación de la muestra

Los frutos de la especie fueron recolectados durante el mes de abril 2022, en el anexo de Huarangal, distrito de Ica, Provincia Ica, Región Ica. La colecta se realizó con ganchos y tijeras de podar a primeras horas de la mañana, se limpiaron de espinas en el campo y fueron trasladados al Laboratorio de Análisis Instrumental donde se mantuvo en congelación para su análisis. Una porción de los frutos fue remitida a la Facultad de Ciencias biológicas para su identificación.

2.6.2. Tratamiento de la muestra vegetal

Selección: se procedió a seleccionar los frutos que se encuentre en buen estado, la eliminación de las espinas, tierra y cualquier otra materia extraña que pueden estar cubriendo el fruto.

2.6.3. Determinación de características físico-sensoriales

Se midieron los diámetros ecuatoriales y longitudinales de unas 30 unidades y a la vez se determinó su peso promedio, posteriormente se extrajo la cáscara o cubierta cortando en los bordes anteriores, posteriores y un corte longitudinal, lo que permitió extraer la porción comestible y se almacenó en una bolsa plástica de primer uso en congelación hasta el momento de los análisis respectivos²¹. Al momento de análisis se descongeló la muestra por espacio de entre 16 a 18 horas, se tomaron 1000 g aproximadamente de la parte comestible del fruto, se licuó y se depositó en un frasco de boca ancha de color ámbar del cual se extrajo las porciones para los análisis respectivos.

2.6.4. Procedimientos para el análisis químico-proximal

Humedad: AOAC 925.03B Solids (Total) and Moisture

Determinación: Se pesó aproximadamente 2 g de la muestra homogeneizada en una placa Petri, previamente tratada a 130° por espacio de una hora, luego se enfrió en un desecador y se pesó al alcanzar la temperatura ambiente. Se colocó la placa en la

estufa a $130 \pm 3^\circ$ por una hora (se controla el tiempo una vez se alcanza los 130°), transcurrido el tiempo, se tapó la placa con su tapa dentro de la estufa llevándola al desecador y se pesó cuando alcanzó la temperatura ambiente. Se reportó la pérdida de peso como porcentaje de humedad²².

Cenizas: AOAC 923.03 Ash

Determinación: Se pesó entre 3 a 5 g de la muestra bien mezclada dentro de un crisol tarado, (previamente fue incinerado a la temperatura de tratamiento 550° y enfriado en un desecador). Se colocó en la mufla a $550^\circ \pm 10$ y se incineró hasta cenizas blancas o ligeramente grises. Se trasladó el crisol al desecador y se pesó tan pronto alcanzó la temperatura ambiente. Se calculó el residuo como porcentaje de cenizas totales²².

$$\% \text{ Cza} = \frac{(\text{Peso de crisol con residuo} - \text{Peso de crisol vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Grasa cruda o Extracto etéreo: AOAC 920.39C

Determinación: Se tomó un balón limpio previamente secado entre $98-100^\circ$ en una estufa y enfriado en un desecador. Se colocó en un cartucho de papel de filtro una cantidad entre 1-2 g de la muestra preparada (se pesó con exactitud) y se depositó en el embudo de extracción del aparato Soxhlet. Se llenó con el solvente, se adicionó una porción en exceso del solvente en el balón, para luego conectar todo el sistema. Se controló que el goteo del reflujo del solvente este en aproximadamente 30 gotas por minutos. Se realizó la extracción hasta que el reflujo de solvente salió limpio (4 horas), se comprobó depositando unas gotas del solvente en un papel de filtro, se secó y se colocó a trasluz, se observó limpio, se retiró el balón y se evaporó el residuo etéreo suavemente en un baño maría; y luego se secó la grasa en una estufa a 100° hasta peso constante (aprox. 90 m). Se removió el balón y se colocó en un desecador hasta que se alcanzó la temperatura ambiente (aprox. 30 m) y pesar²².

$$\% \text{ G} = \frac{(\text{Peso de balón con grasa} - \text{peso de balón vacío}) \times 100}{\text{Peso de muestra}}$$

Proteína: AOAC 070.09 Kjeldahl Method

Determinación: Se colocó un peso de la muestra seca entre 0,7 – 2,2 g dentro de un balón de digestión Kjeldahl. Se adicionó 15 g de mezcla catalizadora (compuesta de CuSO_4 y K_2SO_4) más 25 mL de ácido sulfúrico concentrado. Se colocó el balón en posición inclinada y se calentó suavemente hasta que cesó el espumeo, se hirvió hasta que la solución fue clara y luego 30 minutos más (aprox. 2 h de digestión). Enfriado

el balón se adicionó 200 mL de agua, enfriando a 25 °C aprox. Luego se adicionó 80 mL de solución de hidróxido de sodio al 50% con agitación y se conectó inmediatamente al sistema de destilación, sumergiendo la punta del condensador en el matraz que contenía ácido estandarizado con 5-7 gotas del indicador respectivo (anaranjado de metilo) y se calentó hasta destilar todo el amoniaco contenido (150 ml destilado). Se retiró el recipiente y enjuago la punta del condensador y se procedió a titular el exceso del ácido estándar en el destilado, con solución NaOH estandarizado²².

$$\% N = (\text{mL Ac} \times N \text{ Ac}) - (\text{mL NaOH} \times N \text{ NaOH}) \times 1.4007 / \text{g de muestra}$$

Multiplicar el % N por el factor 6,25 para obtener % de Proteína

Carbohidratos: Por Diferencia según Collazos 1992²³

No se efectuó una determinación analítica; sino que se obtiene por cálculo según la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ grasa} + \% \text{ cenizas} + \text{Humedad})$$

pH: AOAC 981.12 pH

Se determinó por el método potenciométrico, en el cual se preparó una dilución al 10% y luego de calibrar el equipo se realizó la medición directamente²².

Sólidos Totales Disueltos

Se determinó directamente por el método refractométrico, colocando unas gotas del jugo o zumo de la parte comestible en el prisma. Previamente el equipo se calibró con agua destilada²².

2.6.5. Métodos para la determinación de micronutrientes minerales

AOAC 975.03. Metals in plants

Se tomó una porción de aproximadamente 3g de la muestra homogeneizada en una capsula de porcelana tarada, la cual se secó en la estufa a 70°C hasta eliminar la mayor proporción de agua, posteriormente se llevó a una cocinilla y se carbonizó la muestra para luego ser cenizada en un horno mufla a 550°C hasta cenizas blancas o grises. Se disolvió las cenizas en ácido clorhídrico 1N y se llevó a volumen en matraz volumétrico de 50mL.

Se calibro el espectrofotómetro de acuerdo con las instrucciones del fabricante según cada metal que fue determinado, para el caso de Ca y Mg se adicionó cloruro de lantano a una concentración de 1% de la dilución final preparada²².

Método espectrofotométrico del molibdato de amonio para fósforo

AOAC 995.11 Phosphorus (Total) in Foods

Se pesó con exactitud una cantidad entre 3 y 5 gramos de la muestra previamente homogeneizada, en un crisol de porcelana, se carbonizó lentamente en una cocinilla y luego se calcinó en una mufla a 550 °C por 8 horas hasta la obtención de cenizas blancas, se enfrió el crisol y se adicionó 5mL de agua y 5mL de ácido clorhídrico concentrado y por último 0,5 mL de ácido nítrico concentrado. Se cubrió con una luna de reloj y se colocó a hervir por espacio de 5 minutos en una cocinilla; luego se llevó a volumen en una fiola de 50 mL con agua destilada hasta aforo.

En una fiola de 50 mL, se tomó 5 mL de la solución de la muestra y se adicionó 5 ml del reactivo de color Molibdovanadato de amonio, se agitó y llevó a volumen dejando 30 minutos de reacción. Se realizó la lectura del blanco, la muestras y de los patrones de fósforo en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 400 nm²².

2.6.6. Determinación ácidos orgánicos

Curvas de Calibración.

Se preparó una curva de calibración con los ácidos ascórbico, cítrico, oxálico, málico, tartárico y siríngico a concentraciones diferentes, luego se realizó una mezcla de las soluciones de los ácidos. La recta de calibración se realizó graficando la concentración vs el área bajo la curva²⁴.

Preparación de las muestras.

Se homogeneizaron 5g de pulpa, con 50 ml de agua H.P.L.C. la solución fue agitada durante 10 min en un ultrasonido y luego centrifugada a 4500 rpm por 20 min. El sobrenadante se filtró a través de cartuchos C-18 sepack y filtros de 0.45¹⁰

Determinación de ácidos orgánicos mediante HPLC.

Se empleó un sistema HPLC Agilent equipado con una bomba cuaternaria, un detector UV de longitud de onda múltiple, un dispositivo de inyección de 20 y una columna de fase reversa C-18 250× 4.6 mm. El desarrollo cromatográfico es en modo isocrático, utilizando como fase móvil ácido sulfúrico 4 mM filtrado y desgasificado a un flujo de 0.6 ml/min con un tiempo de operación de 20 minutos. Las lecturas se realizaron a una longitud de onda igual a 210 nm y el volumen de inyección fue de 20 uL²⁵.

2.7. Técnicas de procesamiento de la información

➤ **Recolección de datos analíticos**

Se realizó en las hojas de trabajos donde se registraron los resultados obtenidos de las aplicaciones de las técnicas analíticas empleadas en cada caso y en el caso de los datos cromatográficos y los cromatogramas respectivos.

➤ **Procesamiento de datos**

Los datos fueron procesados en el Programa Microsoft Excel 2013 y se expresan como promedios a partir de los cuales se elaboraron los gráficos respectivos.

2.8. Técnicas de análisis e interpretación de la información

Los datos obtenidos durante los procesos de análisis de la determinación del análisis químico proximal fueron sometidos a técnicas de análisis paramétricas como: determinación del promedio y la desviación estándar, para el caso de la determinación de metales, así como en el caso de los ácidos orgánicos; también a técnicas no paramétricas como el coeficiente de correlación de acuerdo con el método aplicado.

2.9. Aspectos éticos

En la presente investigación se ha tenido cuidado con los aspectos éticos propios que deben regir toda investigación como parte del saber científico que permite a una sociedad avanzar en su desarrollo, evitando todos aquellos factores que pudieran ocasionar algún conflicto de interés propio o de particulares que desvirtúen los objetivos del presente estudio.

III. RESULTADOS

Tabla N° 1. Características sensoriales del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Características	Indicador	Observaciones
Forma	Esférica-ovoide	----
Color	Verde claro a oscuro	Cuando está maduro
Olor	Sui géneris	----
Sabor (porción comestible)	Agridulce	Agradable
Aspecto	Firme rugoso	Presencia de espinas
Tamaño promedio	6 -8	Centímetros
Peso promedio	137 ± 23	Gramos

Tabla N° 2. Proporciones de diferentes porciones del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Partes	Características	Porcentaje del producto
Cascara	Gruesa, rugosa, con puntos negros correspondientes a las espinas liberadas.	23 - 28 %
Pulpa (Porción comestible)	Viscosa, de color blanca transparente con abundantes semillas.	72 - 77 %
Semillas	Forma periforme aplanada de color negro.	No se puede separar de a pulpa.

Tabla N° 3. Determinación de humedad en la porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Parte	Peso Muestra	Peso de placa	Peso de placa residuo	Porcentaje humedad	Humedad promedio g/100g
Porción comestible entera	5,0141	60,4206	61,0960 g	84,43	85,05 ± 0,62
	5,1009	52,3698	53,0132	85,67	
	5,0238	62,2642	63,1147	85,05	

Tabla N° 4. Determinación de cenizas en porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Parte	Peso Muestra	Peso de crisol	Peso de crisol residuo	Porcentaje cenizas	Cenizas promedio g/100g
Porción comestible entera	5,0384	19,2783	19,3055	0,54	0,56 ± 0,02
	5,0459	18,2906	18,3189	0,56	
	5,0038	18,3290	18,3575	0,57	

Tabla N° 5. Determinación de extracto etéreo en porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Parte	Peso Muestra	Peso de balón	Peso de balón grasa	Porcentaje extracto etéreo	Extracto etéreo promedio g/100g
Porción comestible entera	3,1627	109,2783	109,2877	0,30	0,31 ± 0,01
	3,1356	98,2069	98,2173	0,33	
	3,1692	103,3290	103,3384	0,30	

Tabla N° 6. Determinación de proteína en porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Parte	Peso Muestra	Meq HCl	Meq de NaOH	Porcentaje proteína	Proteína promedio g/100g
Porción comestible	1,0543	4,98	4,82	1,33	1,37
	1,7830	4,98	4,68	1,47	
	1,3415	4,98	4,78	1,31	

En la determinación de proteína se usó el factor 6,25

Meq HCl = volumen por normalidad donde se recibe el destilado

Meq NaOH = volumen de la soda titulante por la normalidad

Esta determinación se realizó en la muestra desecada, por lo tanto, el contenido de proteína en base normal es igual a 0,24 g/100g.

Tabla N° 7. Análisis químico proximal de porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Parámetro	Humedad	Cenizas	Grasa	Proteína	Carbohidratos
Porcentaje	85,05	0,56	0,32	0,24	14,07
Kilocalorías /100g	---	---	2,88	0,96	56,28
Valor calórico	59,16 kcal/100g				

Tabla N° 8. Determinación cromatográfica de ácidos orgánicos en porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Ácidos	ABC estándar	Concentración de estándar	ABC muestra	Dilución	Concentración de Muestra
Ácido ascórbico	110,2301	60	539,3742	9.589	281,5 mg/100g
Ácido oxálico	1519,0848	50	319.3742	9.589	10,1 mg/100g
Ácido cítrico	128,9189	51	42,9718	9.589	163,01 mg/100g
Ácido málico	129,9167	61	120,4583	9.589	542,3 mg/100g
Ácido siríngico	118.16835	52	120.4583	9.589	508,3 mg/100g

Tabla N° 9. Patrones de pentóxido de fósforo para la curva de cuantificación de fósforo.

Patrón (mgP2O5/100ML)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,0372	0,174	0,183	0,179
0,075	0,348	0,340	0,344
0,15	0,668	0,678	0,672
0,3	1,326	1,344	1,335

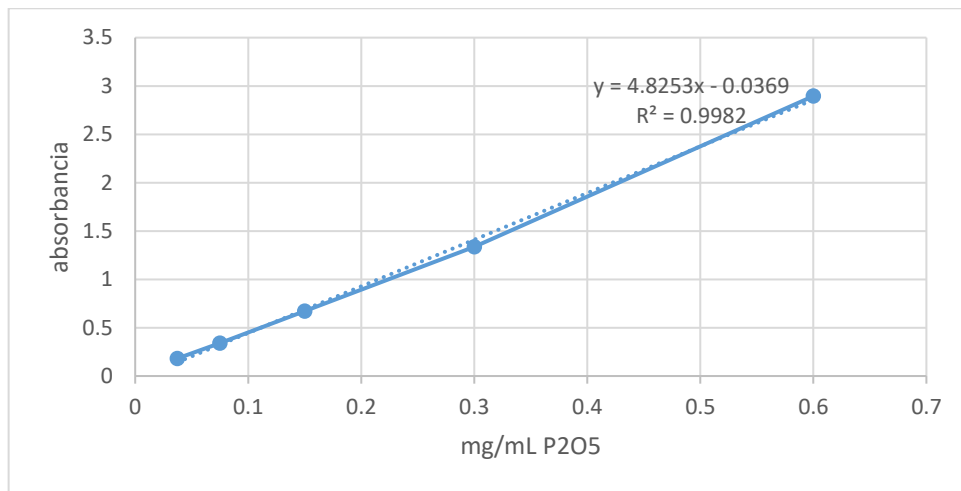


Figura 4. Curva de cuantificación de fósforo

Tabla N° 10. Determinación del contenido de fósforo en la porción comestible del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Peso de muestra (g)	Dilución	Absorbancia	Cc lectura	Cc final	Promedio
3,5327	50	0,106	0,030	0,42	0,43
3,5298	50	0,111	0,031	0,43	

Resultado promedio: 0,43 mg/100g

Tabla N° 11. Contenido de metales de importancia nutricional de la pulpa del fruto de la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Metal	Concentración en ppm (b.s)	Concentración en mg/100g (b,s)	Concentración en mg/100 g b.n
Ca	2 455,49	245,55	36,823
Cu	4,866	0,487	0,073
Fe	17,593	1,759	0,264
K	13 944,435	1394,44	209,166
Li	9,067	0,907	0,136
Mg	1 595,408	159,541	23,931
Mo	<0,0017	---	---
Na	190,650	19,065	2,859
Se	<0,0066	--	---
Zn	9,940	0,994	0,149

Nota. La muestra se trabajó en base seca debido al porcentaje de humedad que presenta

b.s. = base seca

b.n. = base normal

< 0,xxx = límite de cuantificación

N.D. = no detectable

Tabla N° 12. Contenido de metales pesados y otros en la pulpa del fruto la cactácea *Armatocereus procerus* “Jacuno”.

Metal	Concentración en ppm (b.s)	Concentración en mg/100g (b,s)	Concentración en mg/100 g b.n
As	< 0,0033	----	---
Al	54,359	5,436	0,82
Ag	N.D.	----	----
B	17,260	1,726	0,259
Ba	1,081	0,108	0,016
Be	<0,0003	----	----
Cd	<0,0003	---	---
Cr	0,749	0,075	0,011
Mn	12,602	1,260	0,189
Ni	<0,0017	---	---
Pb	<0,0033	---	----
Rb	3,119	0,312	0,047
Sr	3,161	0,316	0,001

Nota. La muestra se trabajó en base seca debido al porcentaje de humedad que presenta.

b.s. = base seca

<0,0066 = límite de cuantificación

N.D. = no detectable

IV. DISCUSIÓN

Nuestro continente América tiene flora y fauna propias, como ejemplo de esta exclusividad tenemos los cactus, los agaves, los picaflores, los camélidos americanos y las bromelias, por citar sólo unos cuantos ejemplos.

La familia Cactaceae está representada en el Perú por 43 géneros y alrededor de 250 especies, principalmente constituida por cactus arbustivo-columnares. Esta familia necesita de esfuerzos metódicos para promover su representación en los herbarios nacionales. Estas especies están distribuidas en aproximadamente todos los ecosistemas, desde los desiertos costeros, vertiente occidental, puna, valles interandinos, alcanzando exitosamente al bosque tropical amazónico, por lo que exhiben una gran diversidad de adaptaciones²⁴. La mayoría de los taxones endémicos cubren las regiones Matorral Desértico y Mesoandina, desde el nivel del mar hasta los 4000 m²⁵. En los ecosistemas áridos las cactáceas columnares se muestran como una de los vegetales dominantes y sus especies constituyen un rol vital en el flujo de energía como eje transcendental de todos los procesos y en la cadena trófica de diversos organismos, al formar la cobertura vegetal dominante²⁶. Granados (1991) menciona que la composición química del nopal, y en general de las cactáceas, varía en las distintas especies y también dentro de una misma especie²⁷; la cactácea objeto de presente estudio es una columnar la cual crece en la zona árida del anexo Huarangal del distrito de Yauca del Rosario, no se ha encontrado ningún estudio respecto a los aspectos nutricionales del fruto de esta especie en estas zonas, lo que motivó nuestra investigación.

En cuanto a las características físico-sensoriales del fruto de *Armatocereus procerus* “Jacuno” como podemos observar en la tabla N° 1, la forma correspondiente presenta una forma esférica-ovoide, diferente a las cactáceas de mayor consumo conocidas como la *Opuntia ficus* “Tuna” o el Sanky, presentando el primero una forma alargada y la segunda una forma algo periforme. En cuanto al color podemos indicar que, en todo el matorral de bosque de cactus de la zona se presenta la misma característica en cuanto a su color, no se encontró otras variedades que se diferencie en color como suele encontrarse en el caso de tunas y las pitahayas, con respecto al tamaño se presentó bastante homogéneo con tamaños con un rango entre 6 y 8 cm y un valor medio de 7 cm, valor concordante con lo declarado en cactáceas endémicas del Perú²⁵; sin embargo presenta un peso superior al promedio de las tunas²⁸, pero inferior al registrado como promedio de un sanky²⁹; en cuanto al sabor y olor fue determinado por 15 panelistas integrados por alumnos de la Facultad de Farmacia y Bioquímica que realizaban sus prácticas del curso de Análisis Instrumental, la clasificación del olor como sui géneris les sugirió es que no les parece similar a ninguna otra fruta conocida y en cuanto al sabor un total de 13 panelista indicaron que era agradable y agridulce, lo que nos lleva a indicar que presentó una alta aceptabilidad por parte del panel. En la tabla N° 2 presentamos las proporciones de las partes constitutivas del fruto de esta cactácea, hay que resaltar las semillas que son abundantes y de menor tamaño que en las

tunas y el sanky (sancayo). Estas semillas son parte de la porción comestibles y es dificultosa de separar de la pulpa misma, la porción de la cáscara representa un menor porcentaje que en el caso del sanky y la tuna.

En lo referente a la composición químico proximal en la tabla N° 3 se observa que el contenido de humedad es del orden del 85 %, encontrándose en el rango de humedad de la mayor parte de frutas indicadas en la Tabla Peruana de Composición de los Alimentos²³, en la cual no se encuentra incluida esta fruta a pesar de ser una especie propia del país; o en los casos de la pitahaya y *R. laevigata* Standl. (Sotomayor 2019, Jiménez 2020); así mismo en cuanto al contenido de cenizas tabla N° 4, los valores hallados son muy inferiores a estudios de otras cactáceas en donde se reporta en el rango de 1 – 1,5 %³⁰⁻³³. De igual manera en las tablas N° 5 y N° 6 referente al contenido de grasa y proteínas los valores encontrados para estos parámetros se encuentran en los rangos reportados para diversas especies de cactus estudiados por otros autores como Obregón-La Rosa 2020 o Sotomayor 2019. Estos valores nos permitieron determinar el valor calórico de esta fruta que a pesar de contener menos humedad que muchas otras como los cítricos, presenta un bajo aporte calórico debido a composicional proximal como se puede visualizar en la tabla N° 7. En este caso hay que tener en cuenta que en esta determinación del valor calórico se está considerando el total de carbohidratos como aportante de un valor calórico, ya que no se determinó el contenido de fibra cruda.

En la tabla N° 8, se presenta la composición de los ácidos orgánicos hallados en la porción comestible del fruto del *Armatocereus procerus* “Jacuno”. Los ácidos orgánicos son constituyentes cuantiosos en los frutos maduros y responsables de la acidez que estos presenten, además contribuyen en el sabor³⁴. Los ácidos orgánicos son de suma importancia biológica porque todos ellos constituyen parte de diferentes rutas biológicas como la del Ciclo de Krebs. Todos los ácidos orgánicos contribuyen en mayor o menor medida, de acuerdo a su concentración y de su pKa, al pH de las frutas³⁵. En muchos frutos, los ácidos más abundantes son el málico, esto es un importante indicador de la frescura, su concentración va incrementándose a lo largo del periodo de almacenamiento, y el cítrico ya que posee una importante función complejante de iones oxidantes³⁵; en este caso solo se identificaron 5 ácidos orgánicos de los cuales se pudieron conseguir los respectivos estándares.

En lo referentes a las composiciones de los compuestos inorgánicos que se determinó en la pulpa de “Jacuno”, en el presente estudio se dividió en dos bloques: la determinación de fósforo que se realizó por un método espectrofotométrico en el rango visible y los metales (divididos entre aquellos que puede tener alguna importancia nutricional y aquellos que podrían originar algún daño a la salud) determinados por el método de Inducción de Plasma Acoplado (ICP). En contenido de fósforo según se puede apreciar en la tabla N° 10, puede considerarse como apreciable para una fruta según lo reportado en la tabla de composición de alimentos. En los minerales de importancia nutricional según la tabla N° 11, podemos apreciar que el contenido de

potasio, calcio, magnesio y sodio (el contenido de sodio está muy por debajo de muchas frutas reportadas en la tabla peruana de composición de alimentos) se halló en concentraciones apreciables en comparación a otros hallados a nivel de trazas como reporta Martínez-Cardozo, 2016. En el caso de los elementos minerales que serían nocivos a la salud según se aprecia en la tabla N° 12 algunos de ellos se presentan en concentraciones trazas, que no afectaría a la salud.

V. CONCLUSIONES

- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presentan una composición químico proximal de bajo valor calórico con un valor de 59,16 kcal/100g.
- El fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” presentan un bajo contenido de minerales, predominando la concentración de potasio, calcio y magnesio.
- Los ácidos en mayor concentración presente en el fruto de la cactácea silvestre *Armatocereus procerus* “Jacuno” son málico y siríngico.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar una determinación de fibras cruda y/o dietaria que permita determinar el contenido de carbohidratos disponibles y que permitirá hallar un verdadero valor calórico del fruto de la cactácea.
- Determinar los posibles compuestos bioactivos y su posterior actividad antioxidante tanto de la porción comestible como de la cáscara para ver la posibilidad de un aprovechamiento integral del fruto.
- Determinar otros posibles ácidos orgánicos presente en la composición de la porción comestible del fruto de la cactácea.
- Promocionar las propiedades nutricionales que permita dar un valor agregado que incentiva el cultivo de este cactus sobre todo en las áreas desérticas de nuestra región.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shetty AA, Rana MK, Preetham SP. Cactus: a medicinal food. J Food Sci Technol. 2012 Oct;49(5):530-6. doi: 10.1007/s13197-011-0462-5. Epub 2011 Jul 16. PMID: 24082263; PMCID: PMC3550841
2. Clean Eating. <https://www.cleaneatingmag.com/clean-diet/cactus-a-highly-sustainable-and-healthy-food/>
3. FAO. Ecología del cultivo, Manejo y usos del Nopal._Editores Prof. Paolo Inglese, Università degli Studi di Palermo, Italia; Dr. Candelario Mondragon Jacobo, Universidad Autónoma de Querétaro 1996
4. Sotomayor A, Pitizaca S, Sanchez M, Burbano A, Diaz A, Nicolalde J y col. Evaluación físico química de fruta de pitahaya *Selenicereus megalanthus* en diferentes estados de desarrollo, Enfoque UTE vol.10 no.1 Quito ene./mar. 2019
5. Venereo Gutiérrez Justo R.. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. Rev Cub Med Mil [Internet]. 2002 Jun [citado 2023 Jun 20] ; 31(2): 126-133. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-655
6. Maldonado Saavedra O, Jiménez Vázquez E, Bernabé Guapillo Vargas M, Ceballos Reyes G, Méndez Bolaina E. Radicales libres y su papel en las enfermedades crónico-degenerativas. Rev Med UV, Julio - Diciembre 2010
7. Rodríguez L, López L, García M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus b.*), maracuyá (*Passiflora edulis s.*), guayaba (*Psidium guajava l.*) y papayuela (*Carica cundinam*). Revista Alimentos,2010, Vol 19, N 21
8. Martínez-Cardozo C, Cayón-Salinas G, Ligarreto-Moreno G. Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. Corpoica cienc. tecnol. agropecu. vol.17 no.2 Mosquera May/Aug. 2016
9. Jiménez L, Barrientos L, Tena M. caracterización fisicoquímica y fitoquímica de frutos de sapuche (*Randia laevigata Standl.*) eCUCBA 2020, 13 (17)
10. Pillco C, Guzman D, Cuellar J. Composición físico química y análisis proximal del fruto de sofaique *Geoffroea decorticans* (Hook. et Arn.) procedente de la región Ica-Perú. Rev. Soc. Quím. Perú vol.87 no.1 Lima ene./mar 2021
11. Whaley O, Orellana A, Pérez E, y col. Plantas y Vegetación de Ica, Perú. Un recurso para su restauración y conservación. Primera Edición, Febrero 2010. Tiraje: 2000 ejemplares. Royal Botanic Gardens, Kew Richmond, Surrey, TW9 3AB, UK www.kew.org

12. Montenegro-Hoyos A, Vega N, Linares-Palomino R (2022) Plant diversity and structure in desert communities of the Andean piedmont in Ica, Peru. *Vegetation Classification and Survey* 3: 53-66. <https://doi.org/10.3897/VCS.68006>
13. Ostolaza Nano C. Todos los cactus del Perú. EDITORIAL FRANCO EIR. Ministerio del Ambiente, 2014 Lima -Perú.
14. Rojas Vásquez L. Caracterización citogenético-molecular de *Armatocereus mataranus subsp. ancashensis*: mapeo y análisis de los loci 5S Y 18S. Tesis Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima 2023.
15. Fundación española del Corazón. Frutas. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/794-frutas.html>
16. Corral M. Plátano: beneficios, propiedades y valores nutricionales de una fruta rica en potasio [Internet]. El Español. 2020 [citado el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: https://www.elespanol.com/ciencia/nutrición/20200701/platano-beneficios-propiedades-valores-nutricionales-fruta-potasio/498450688_0.html
17. Restrepo Jaime, Arias Natalia, Madriñán Cecilia. Determinación del valor nutricional, perfil de ácidos grasos y capacidad antioxidante de la pulpa de aguaje (*mauritia flexuosa*). *rev. cienc.* [Internet]. 2016 June [cited 2023 June 16] ; 20(1): 71-78. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-19352016000100006&lng=en.
18. Arellano RR. Uvas: beneficios y valor nutricional de esta fruta Además de ser tradición en nochevieja te aportan todo esto [Internet]. La mansión de las ideas. 2021 [citado el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.lamansiondelasideas.com/frutas-y-verduras/uvas-beneficios-y-valor-nutricional-de-esta-fruta/>
19. Univisión P. ¿Mantienen el mismo valor nutricional las frutas frescas y desecadas? [Internet]. Univisión. 2016 [citado el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.univision.com/estilo-de-vida/bienestar/mantienen-el-mismo-valor-nutricional-las-frutas-frescas-y-desecadas>
20. Vilarrasa A. Vegetales rojos: valor nutricional y cómo incluirlos en la dieta [Internet]. Mejor con Salud. 2020 [citado el 15 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://mejorconsalud.as.com/vegetales-rojos-valor->
21. Severiano-Pérez P. ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Inter disciplina* vol.7 no.19 Ciudad de México sep./dic. 2019 Epub 25-Ene-2021 <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2019.19.70287>
22. AOAC. Methods Officials of Analysis

23. Reyes García, M. Tablas peruanas de composición de alimentos / Elaborado por María Reyes García; Iván Gómez-Sánchez Prieto; Cecilia Espinoza Barrientos. 10ma ed. – Lima: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2017.
24. Calderón, N. 2003. Estudio taxonómico del género *Haageocereus* (Familia *Cactaceae*) en el Departamento de Lima. Tesis para optar el Título de Bióloga. UNALM. 86 p.
25. Arakaki M , Ostolaza C , Cáceres F y Roque J. Cactáceas endémicas del Perú. Rev. Perú. biol. Número especial 13(2): 193s - 219s (Diciembre 2006)
26. Ceroni A & V. Castro. 2006. Los cactus del cerro Umarcata. Lima. Canta. Perú. Revista de Biología Augusto Weberbauer. 9:15–18.
27. Guzmán Loayza, Deysi, & Chávez, Jorge. (2007). Estudio bromatológico del cladodio del nopal (*Opuntia ficus-indica*) para el consumo humano. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 73(1), 41-45. Recuperado en 20 de junio de 2023, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000100005&lng=es&tlng=es.
28. Meza S, R. Evaluación del efecto de la temperatura de concentración en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa concentrada de tuna anaranjada (*Opuntia spp.*). Tesis bachiller 2014 (Consultado febrero 2023) Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1234>
29. Balvin Canchaya D. Análisis químico proximal y determinación de la actividad antioxidante en el fruto *Corryocactus brevistylus* (Sanky) del anexo Pucurí. Tesis Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional San Luis Gonzaga. 2020.
30. Nolazco D, Guevara A. Estudio de las principales características fisicoquímicas y comportamiento del Sanqui (*Corryocactus brevistylus subsp. puquiensis* (Rauh & Backeberg) Ostolaza) en almacenamiento. Anales científicos UNALM 2009, Vol. 70 N° 4.
31. Obregón-La Rosa Antonio José, Augusto Elías-Peñañiel Carlos César, Contreras-López Eliana, Arias-Arroyo Gladys Constanza, Bracamonte-Romero Michael. Características fisicoquímicas, nutricionales y morfológicas de frutas nativas. Rev. investig. Altoandín. [Internet]. 2021 Ene [citado 2023 Jun 19] ; 23(1): 17-25. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572021000100017&lng=es. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2021.202>
32. Paucara Condori, C. Caracterización Física y química de la tuna (*Opuntia ficus indica*) en el municipio de Luribay provincia de Loayza del departamento de la Paz. Tesis. Facultad de agronomía. Universidad San Andrés. Bolivia 2017
33. Zenteno-Ramírez, Gabriela, Juárez-Flores, B. Irene, Aguirre-Rivera, J. Rogelio, Ortiz-Pérez, M. Deogracias, Zamora-Pedraza, Cynthia, & Rendón-Huerta, J. Antonio. (2015). Evaluación de azúcares y fibra soluble en el jugo de variantes de tunas (*Opuntia*

spp.). *Agrociencia*, 49(2), 141-152. Recuperado en 19 de junio de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000200003&lng=es&tlng=es.

34. AMIANI, Franco et al. Ácidos orgánicos acumulados en la pulpa de los frutos: ocurrencia, metabolismo y factores que afectan sus contenidos - una revisión. *Rev. Chapingo Ser.Hortic* [online]. 2015, vol.21, n.2, pp.97-128. ISSN 2007-4034. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.01.004>
35. Casañas Rivero, R; Rodríguez Rodríguez, E; González, M.; Marrero Domínguez, A; Díaz Romero, C. Contenido de ácidos orgánicos en cinco variedades de patatas cultivadas en Tenerife (España). *Cienc. Technol. Aliment.* 2003, Vol. 4, No. 1, pp 16-21.

VIII. ANEXOS

1. Certificación botánica

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

“AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO”

El Blgo. que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. **HUARCAYA CERRÓN KEVIN RUBÉN**, con DNI N° 71835735, para su determinación pertenece al nombre científico de ***Armatocereus procerus*** RAUH & BACKER “jacuno/giganton”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

SUB CLASE: CARYOPHYLLIDAE

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: CACTACEAE

SUB FAMILIA: CACTOIDEAE

GÉNERO: ***Armatocereus***

ESPECIE: ***Armatocereus procerus*** RAUH& BACKER

N.V. “jacuno/giganton”

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica 15 de mayo del 2023.





Dr. Miranda Huamán David Máximo
BIÓLOGO
CBP. 3681

Figura 5. Certificación botánica.

2. Fotografías

2.1. Recolección de la muestra



Figura 6. Recolección de la muestra.

2.2. Tratamiento de la muestra



Figura 7. Remoción de espinas y separación de la parte comestible.

2.3. Medición de sólidos solubles



Figura 8. Medición de sólidos solubles.

2.4. Medición de humedad



Figura 9. Pesado de la muestra húmeda.



Figura 10. Colocación de la muestra en el horno.

2.5. Determinación de pH



Figura 11. Determinación de pH.

2.6. Determinación de cenizas



Figura 12. Determinación de cenizas.

2.7. Determinación de proteínas



Figura 13. Determinación de proteínas.

2.8. Determinación de ácidos orgánicos



Figura 14. Preparación de los viales con los ácidos y la muestra.

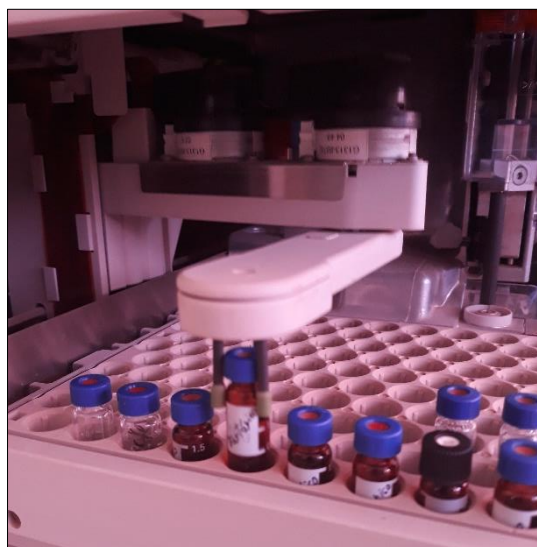


Figura 15. Colocación de los viales en las celdas del HPLC.

3. Curvas de calibración de metales

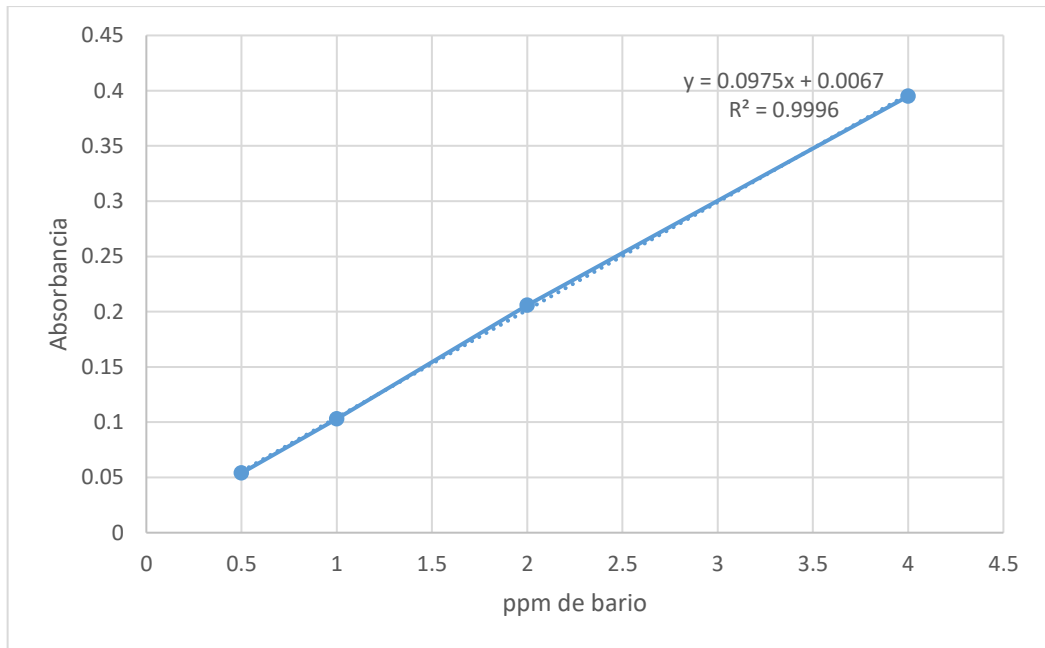


Figura 16. Curva de calibración para bario.

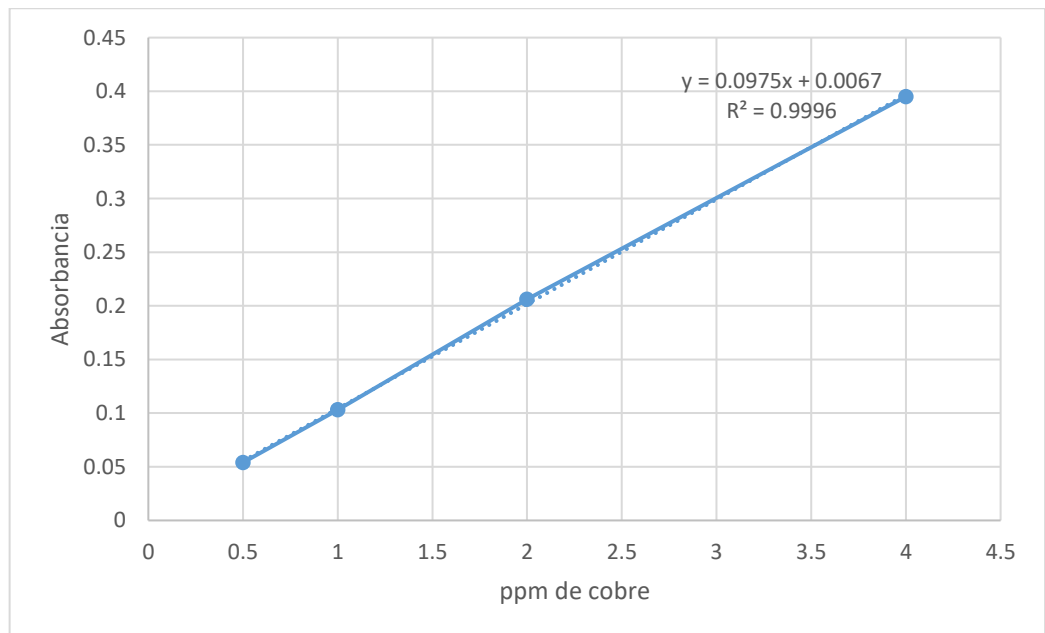


Figura 17. Curva de calibración para cobre.

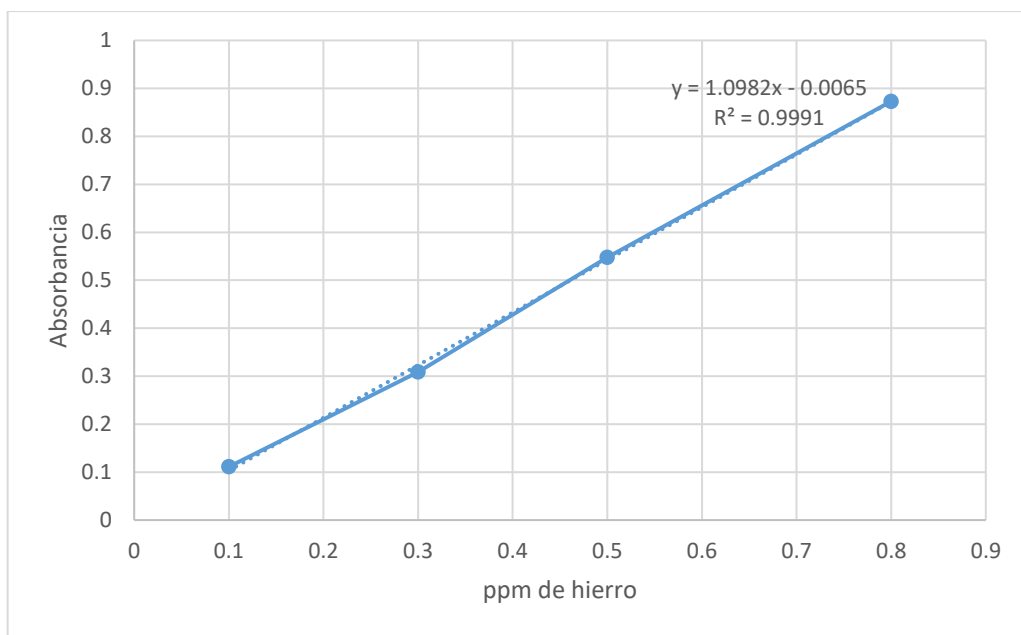


Figura 18. Curva de calibración para hierro.

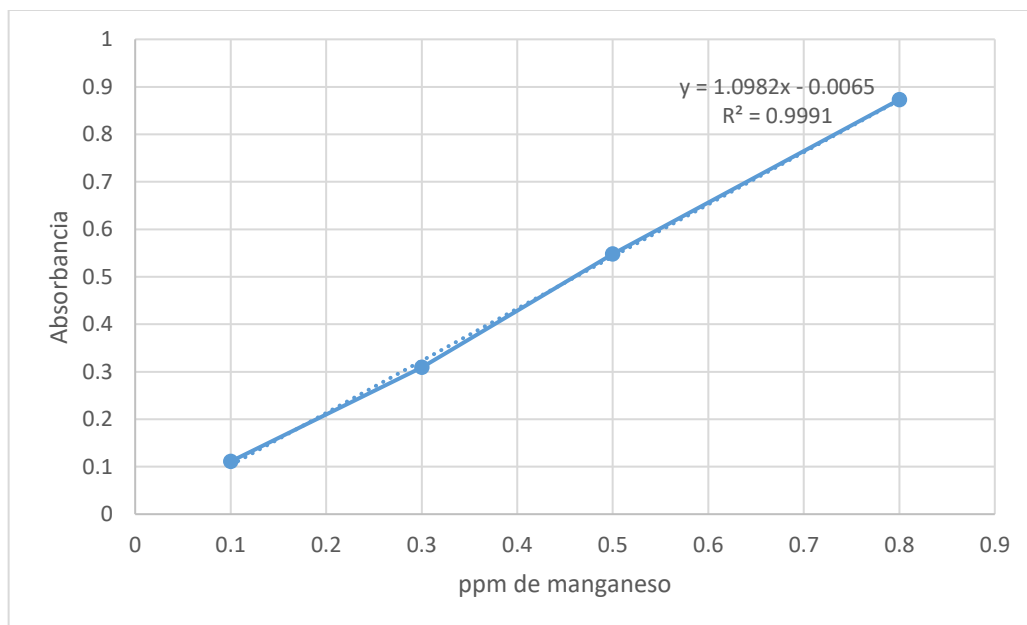


Figura 19. Curva de calibración para manganeso.

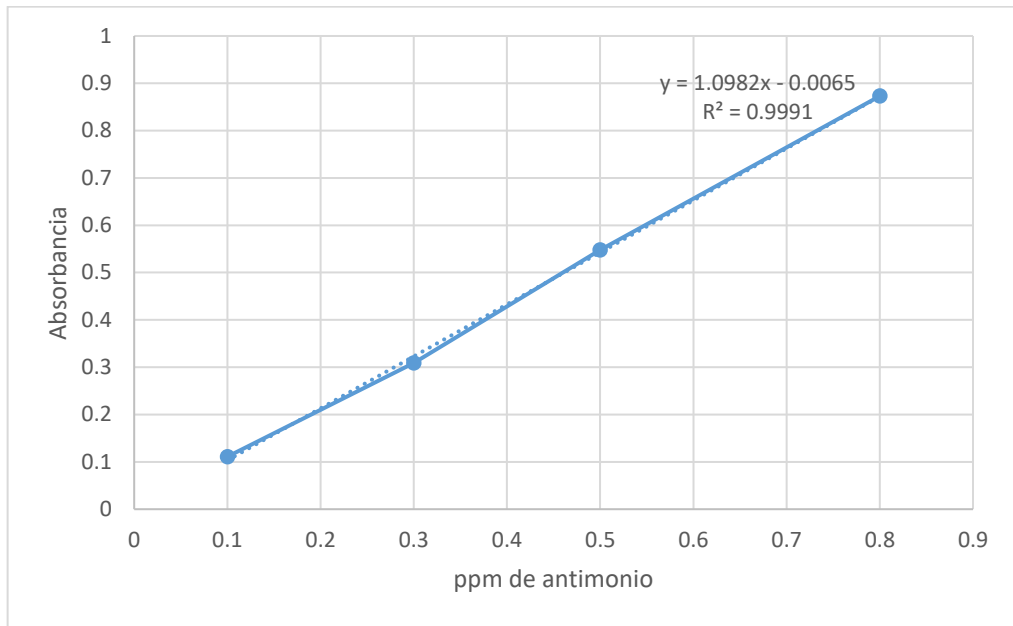


Figura 20. Curva de calibración de antimonio.

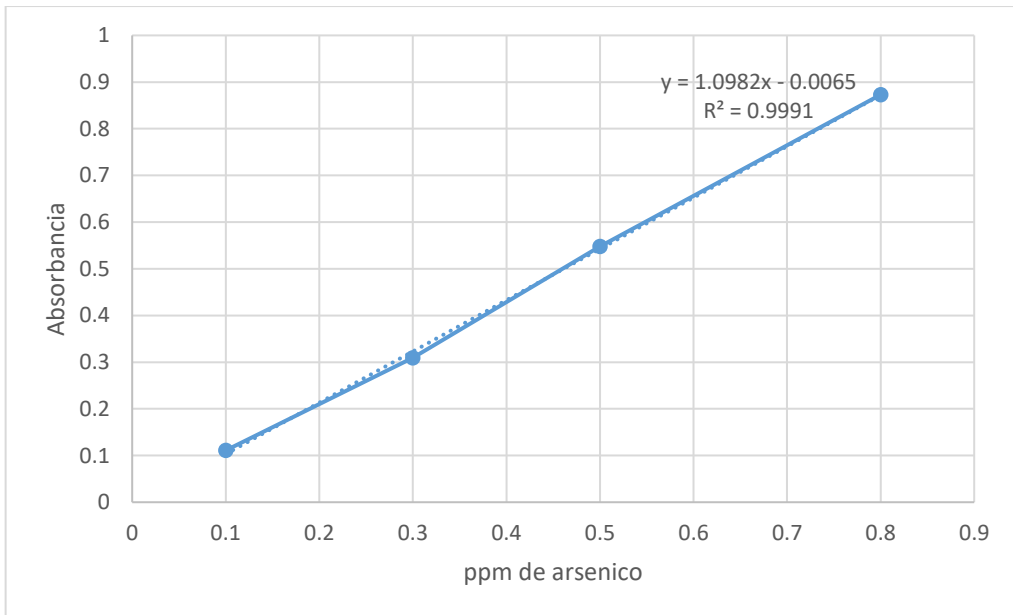


Figura 21. Curva de calibración de arsénico.

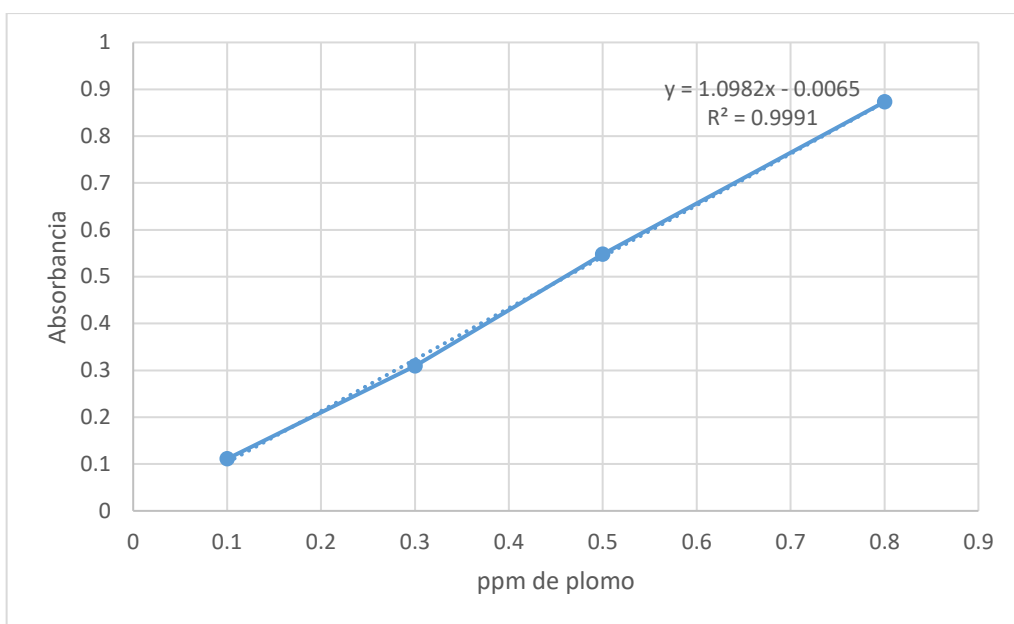


Figura 22. Curva de calibración de plomo.

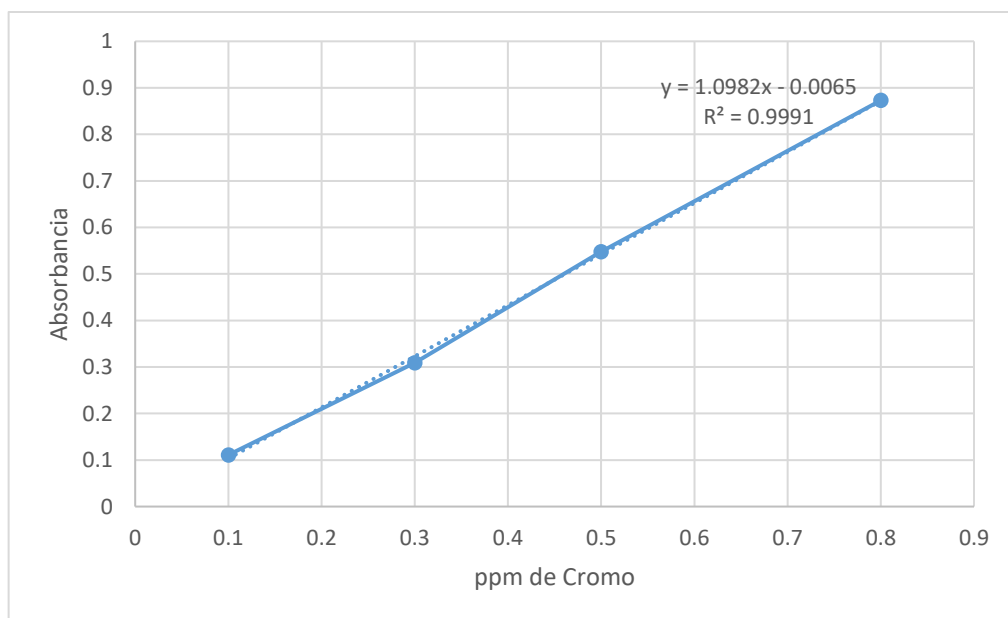


Figura 23. Curva de calibración de cromo.

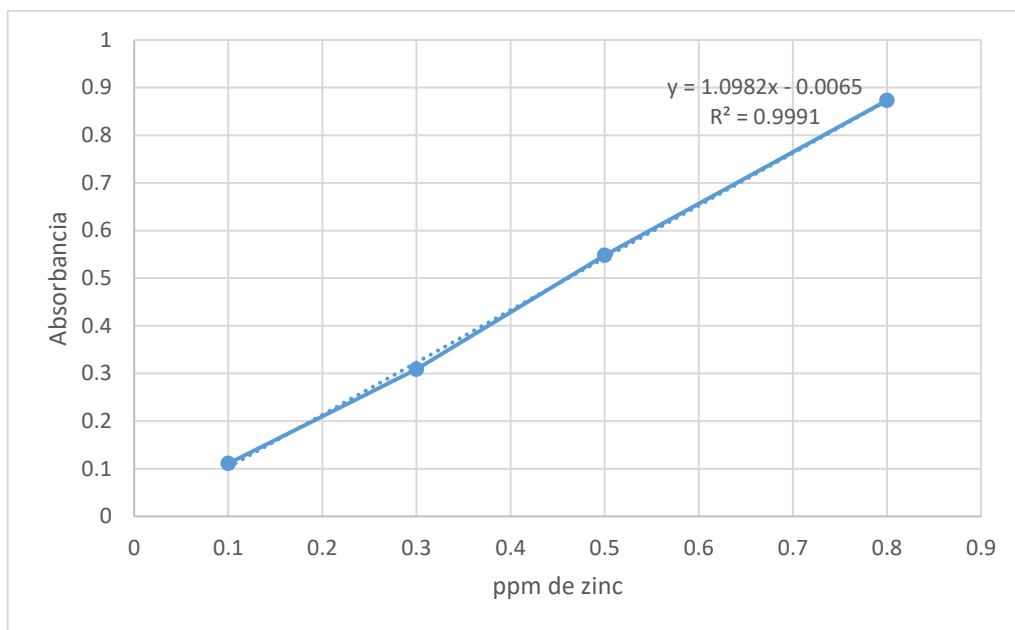


Figura 24. Curva de calibración para zinc.

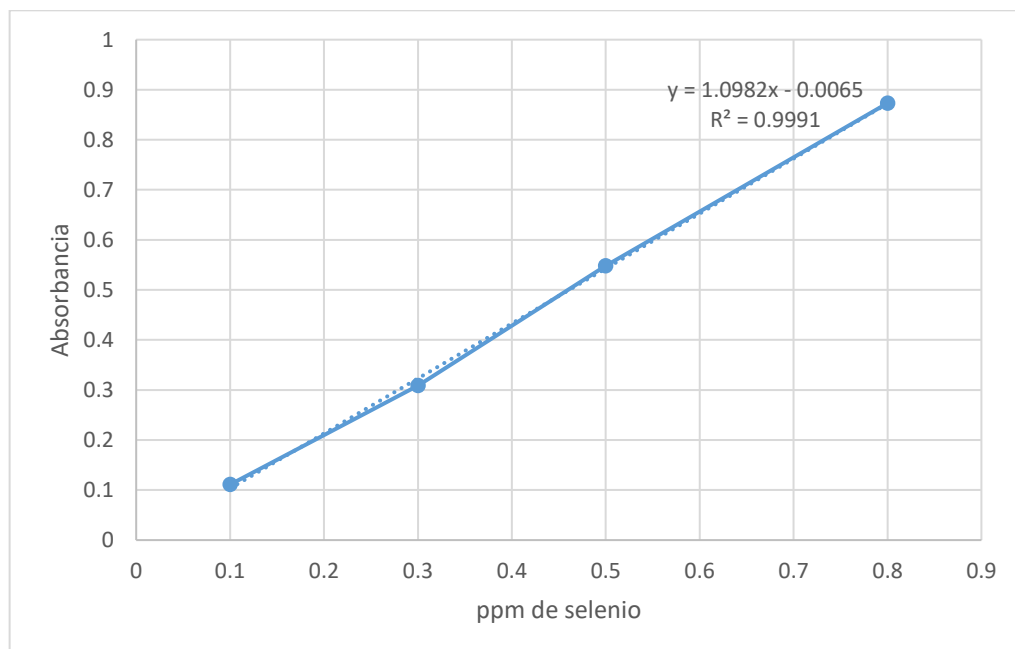


Figura 25. Curva de calibración de selenio.

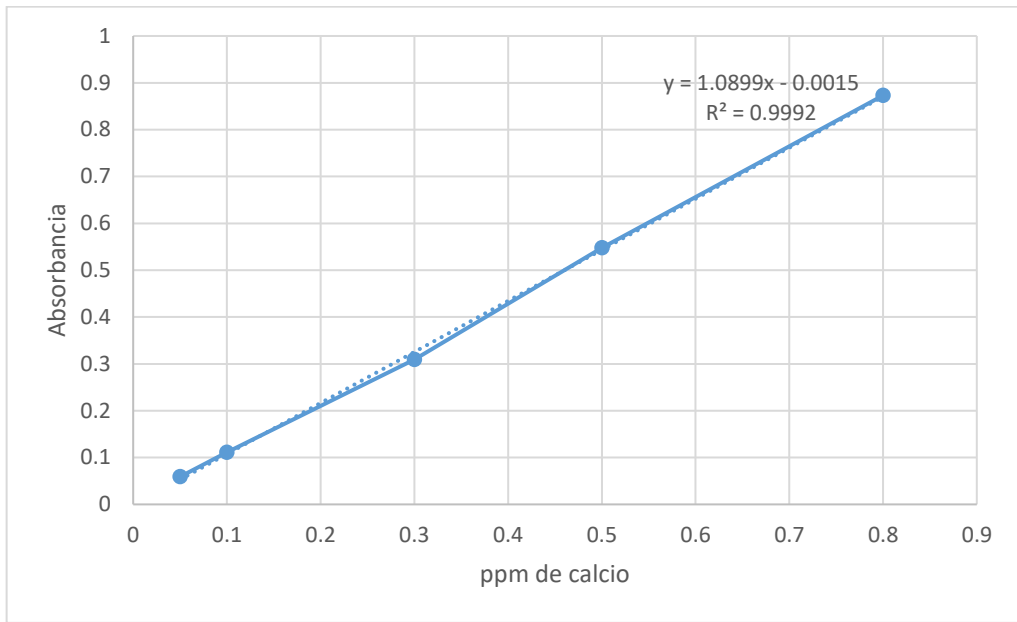


Figura 26. Curva de calibración para calcio.

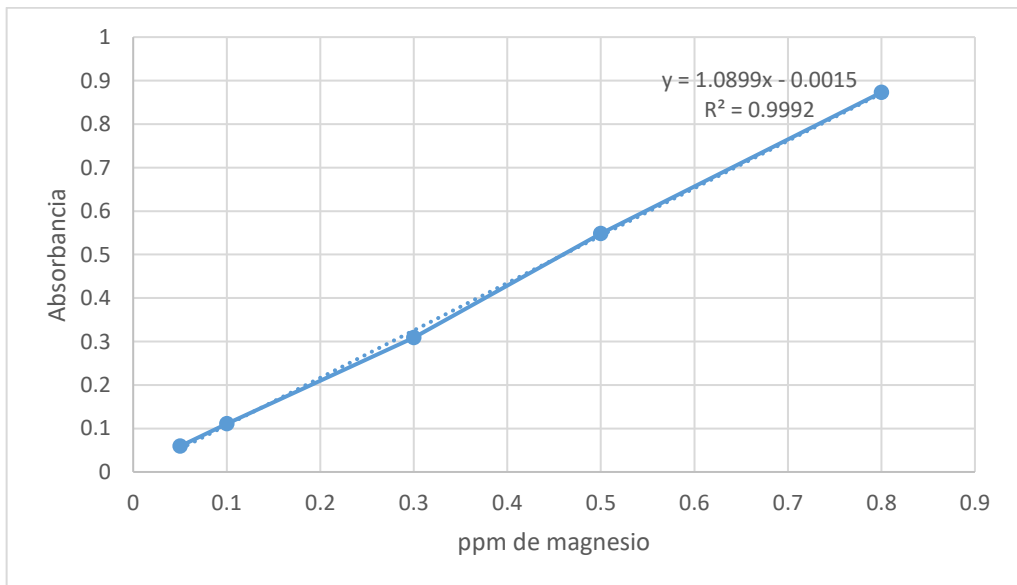


Figura 27. Curva de calibración para magnesio.

4. Cromatogramas de los ácidos orgánicos

- **Ácido ascórbico**

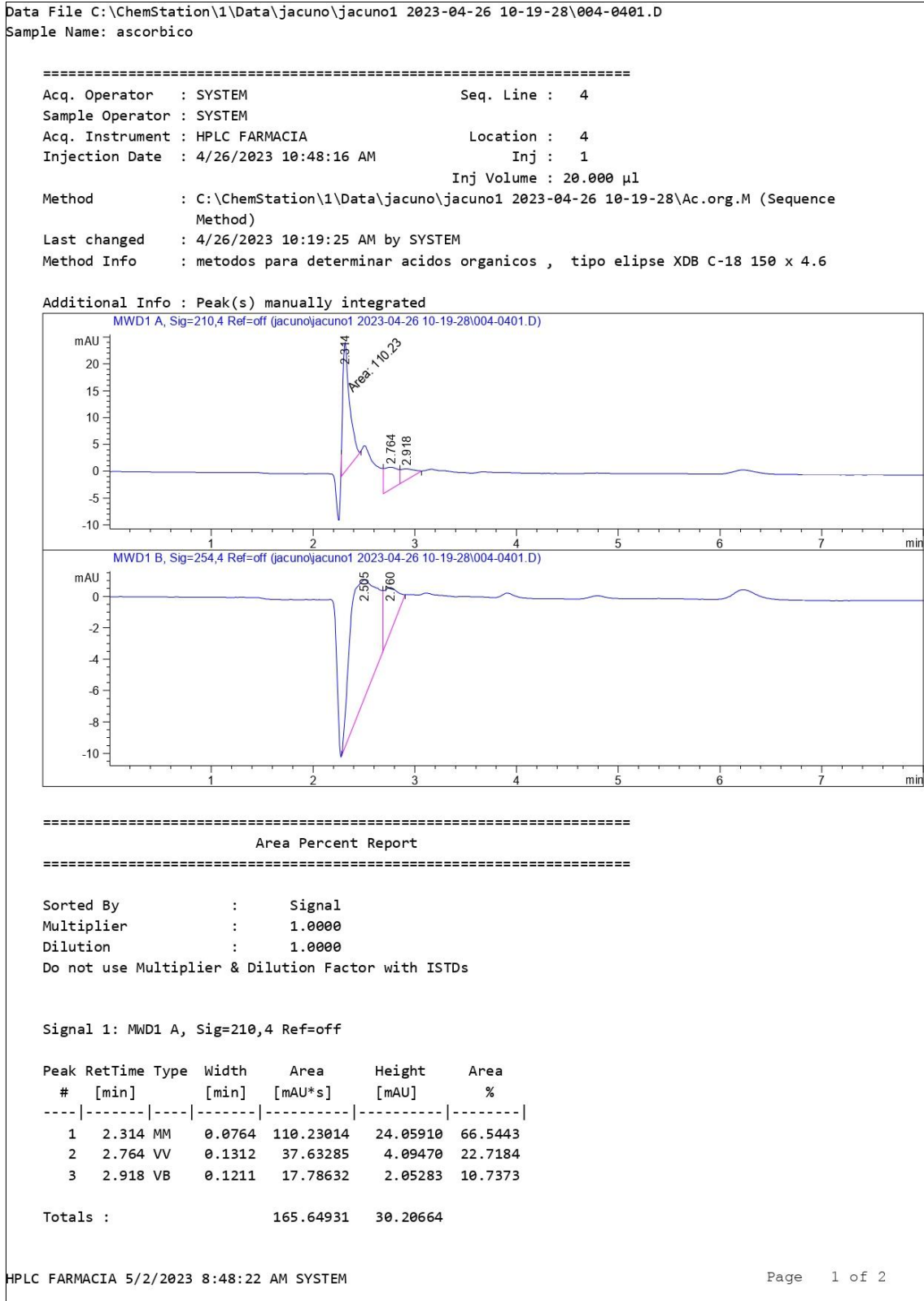


Figura 28. Cromatograma del ácido ascórbico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\004-0401.D
Sample Name: ascorbico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.505	BV	0.2408	142.31654	7.51825	83.9895
2	2.760	VB	0.1349	27.12902	2.85450	16.0105

Totals : 169.44556 10.37275

=====
=====
Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
Final Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
*** End of Report ***

Figura 29. Cromatograma del ácido ascórbico.

• **Ácido cítrico**

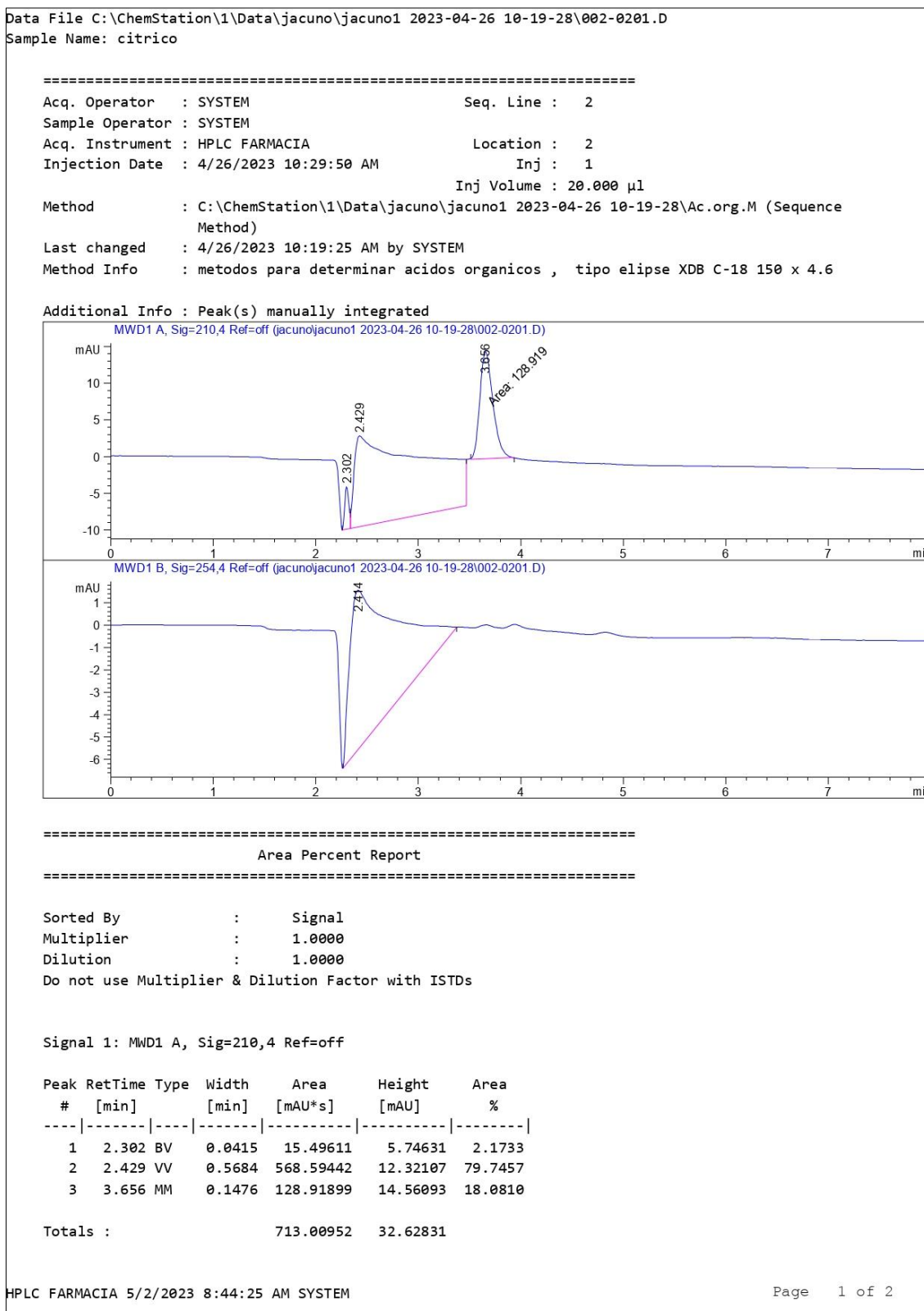


Figura 30. Cromatograma del ácido cítrico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\002-0201.D
Sample Name: citrico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.414	BB	0.4112	218.05373	7.12282	100.0000

Totals : 218.05373 7.12282

=====
=====

Summed Peaks Report

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
=====

Final Summed Peaks Report

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

*** End of Report ***

Figura 31. Cromatograma del ácido cítrico.

- **Ácido málico.**

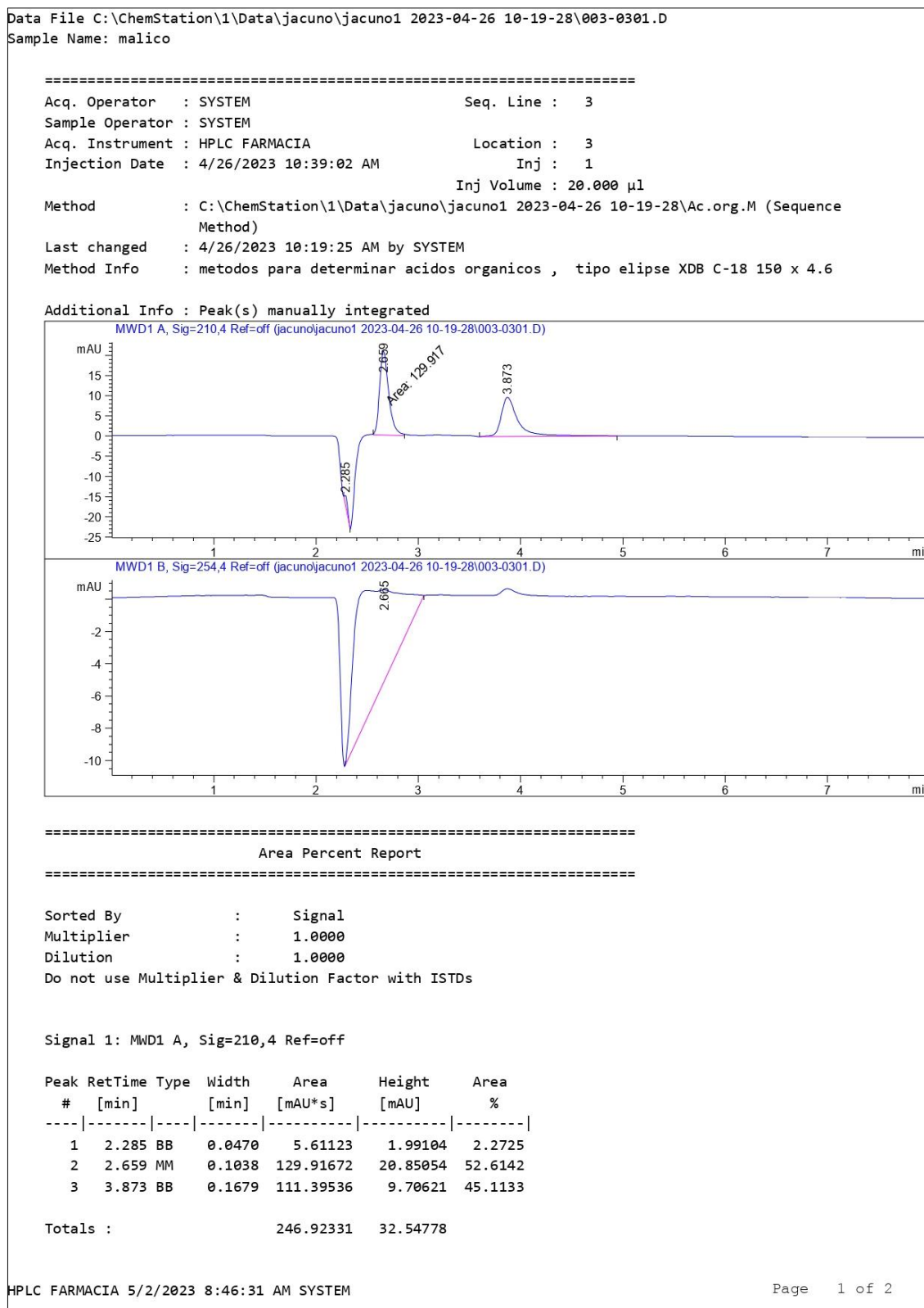


Figura 32. Cromatograma del ácido málico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\003-0301.D
Sample Name: malico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.665	BB	0.4537	208.57635	5.66356	100.0000

Totals : 208.57635 5.66356

=====
=====
Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
Final Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
*** End of Report ***

Figura 33. Cromatograma del ácido málico.

- **Ácido oxálico**

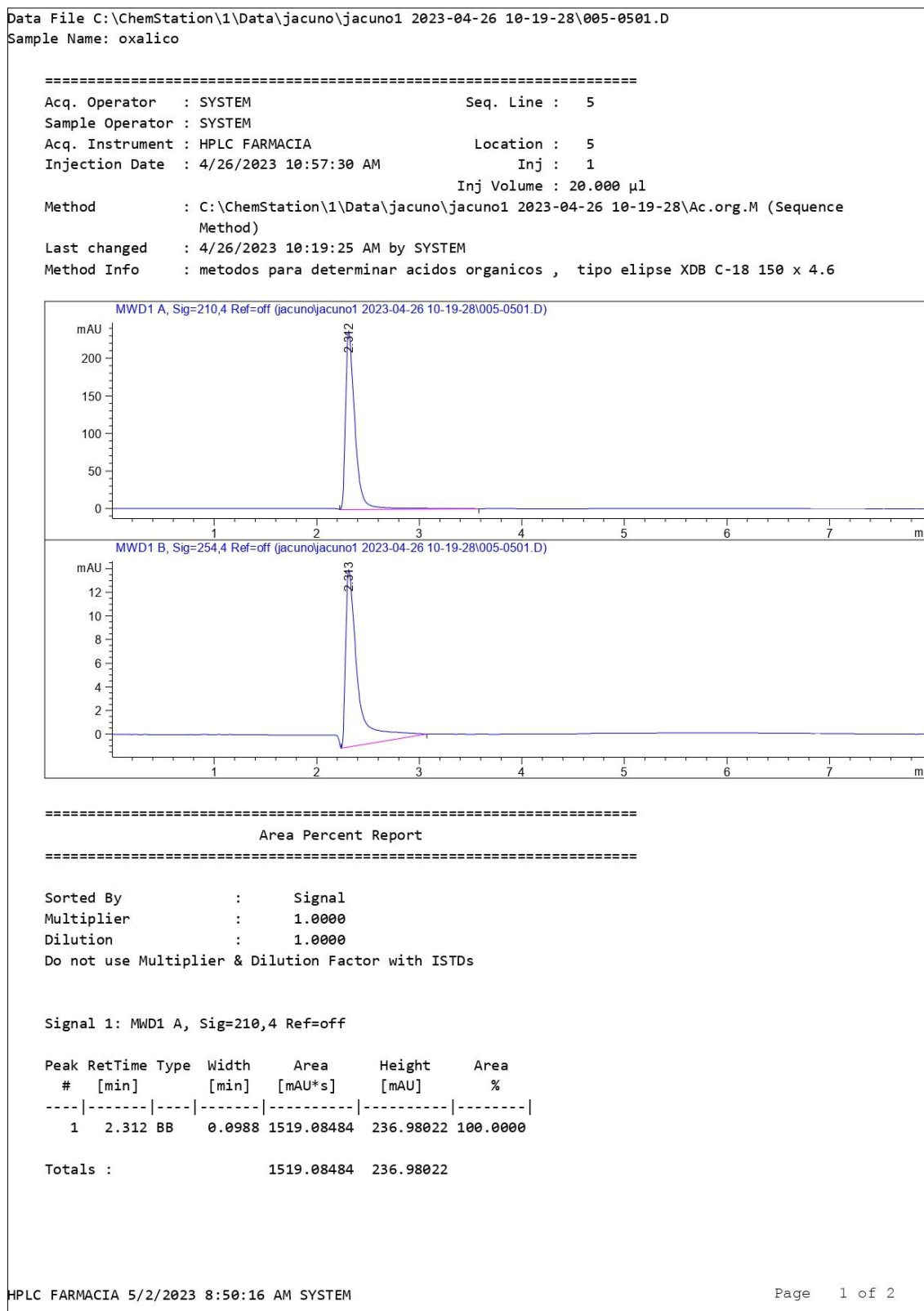


Figura 34. Cromatograma del ácido oxálico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\005-0501.D
Sample Name: oxalico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.313	BB	0.1222	123.46072	14.97864	100.0000

Totals : 123.46072 14.97864

=====
=====
Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
Final Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
*** End of Report ***

Figura 35. Cromatograma del ácido oxálico.

• **Ácido siríngico**

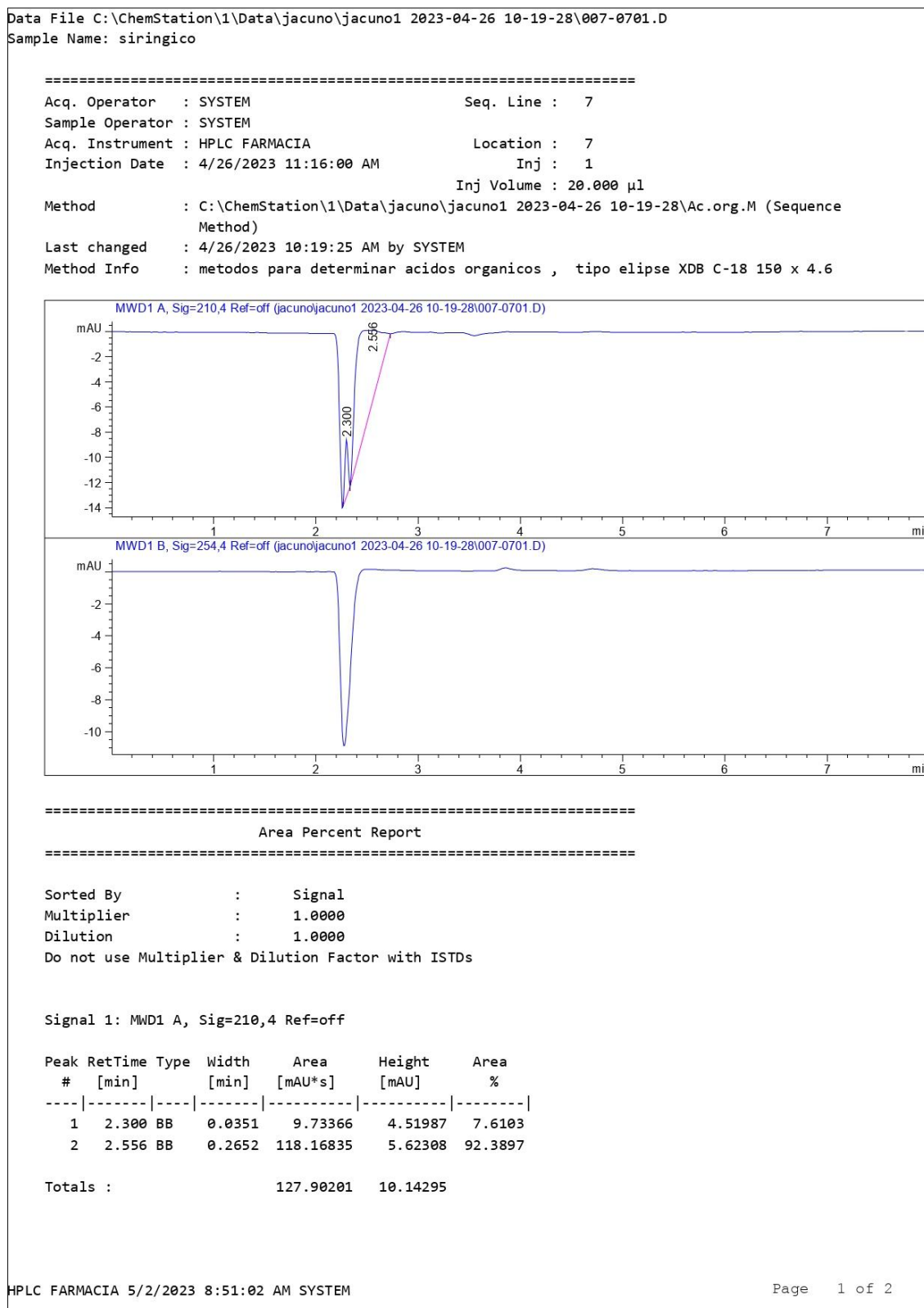


Figura 36. Cromatograma del ácido siríngico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\007-0701.D

Sample Name: siringico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

=====

=====

Summed Peaks Report

=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Empty table.

=====

Final Summed Peaks Report

=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

*** End of Report ***

Figura 37. Cromatograma del ácido siríngico.

- **Ácido tartárico.**

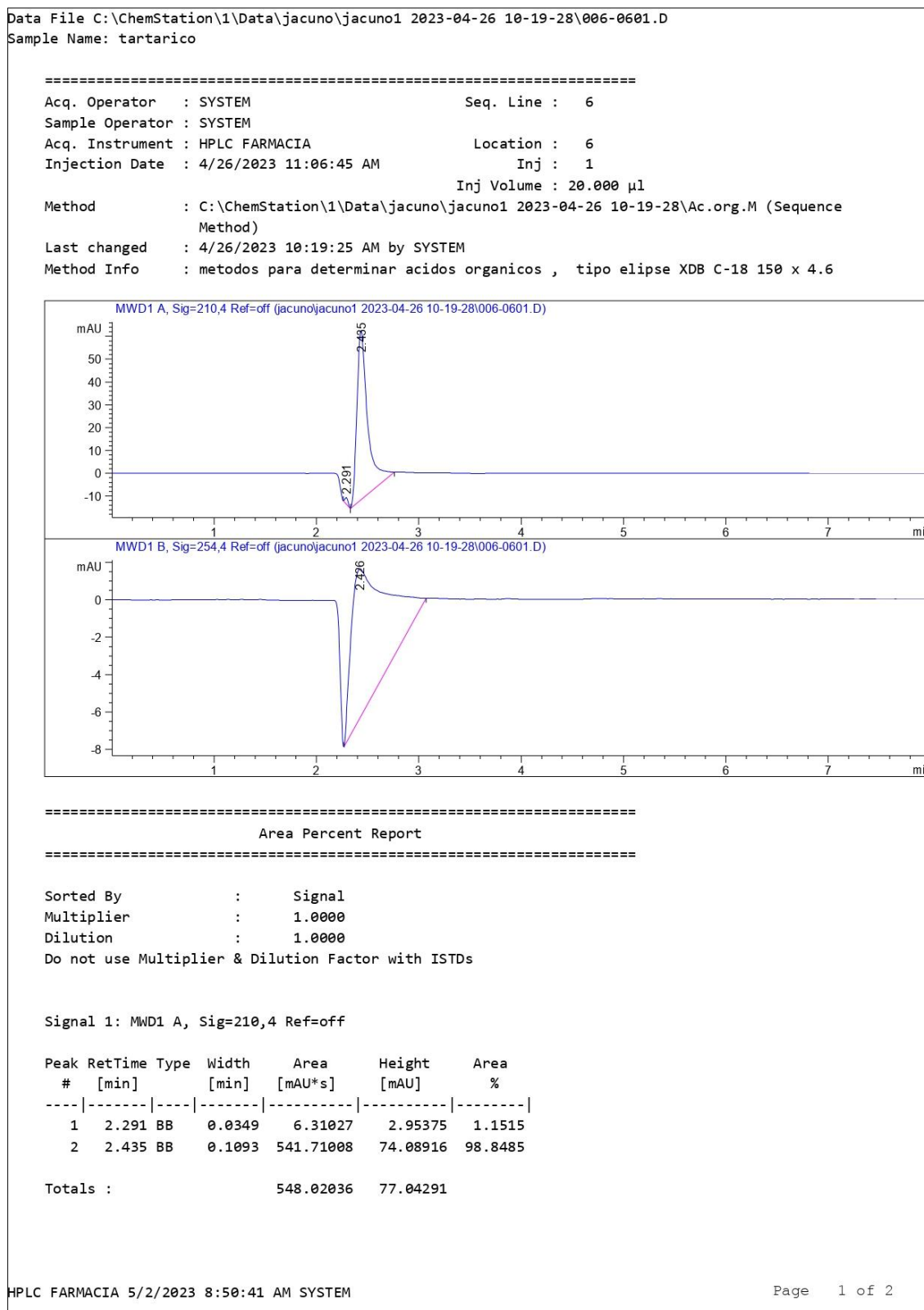


Figura 38. Cromatograma del ácido tartárico.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\006-0601.D
Sample Name: tartarico

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.426	BB	0.3213	185.15529	7.96217	100.0000

Totals : 185.15529 7.96217

=====
=====
Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
Final Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
*** End of Report ***

Figura 39. Cromatograma del ácido tartárico.

• Mezcla

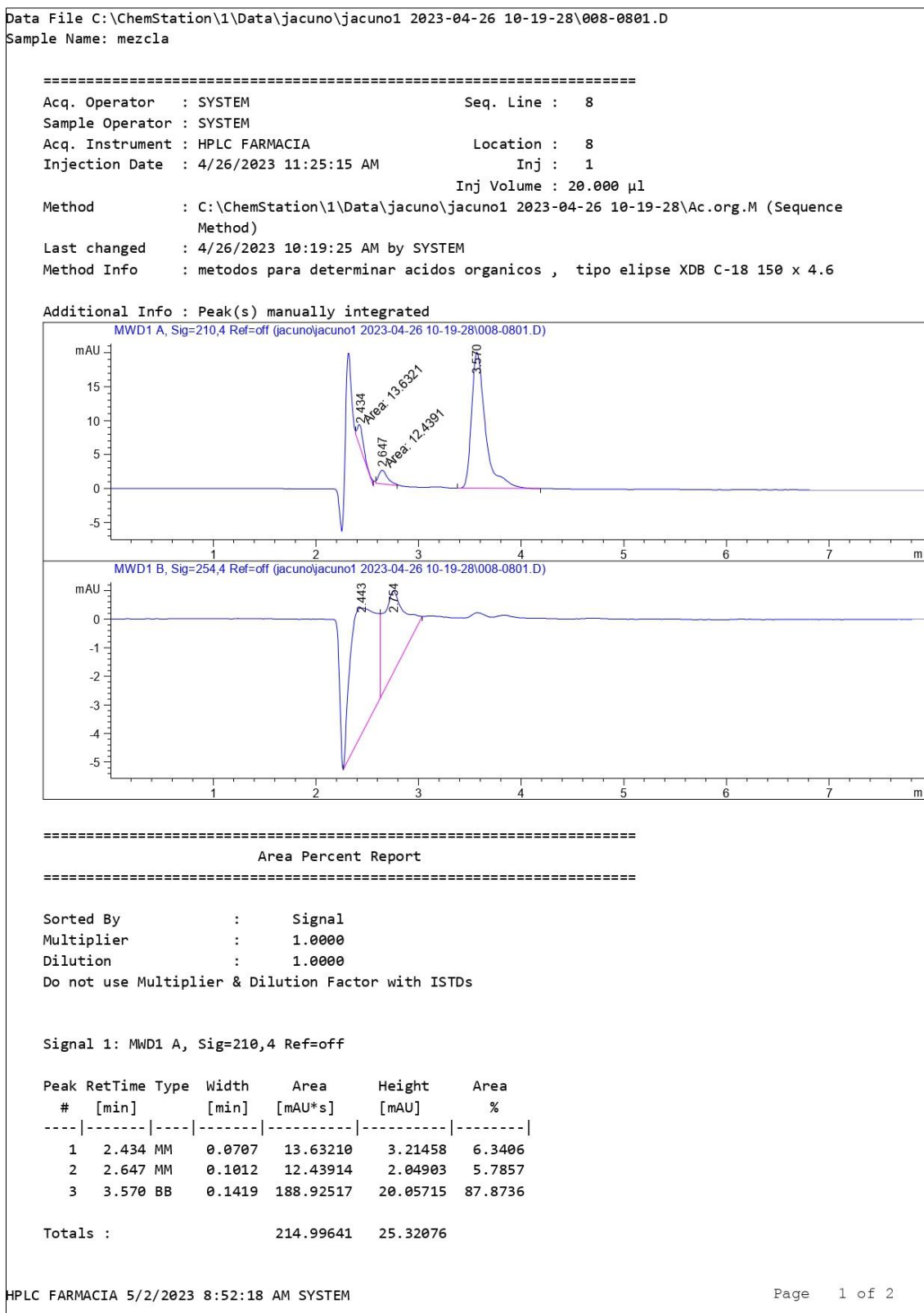


Figura 40. Cromatograma de la mezcla.

Data File C:\ChemStation\1\Data\jacuno\jacuno1 2023-04-26 10-19-28\008-0801.D
Sample Name: mezcla

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.443	BV	0.2493	75.51403	4.41959	64.3901
2	2.754	VB	0.1951	41.76173	2.84818	35.6099

Totals : 117.27576 7.26777

=====
=====
Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
Empty table.

=====
Final Summed Peaks Report
=====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
*** End of Report ***

Figura 41. Cromatograma de la mezcla.

• **Muestra**

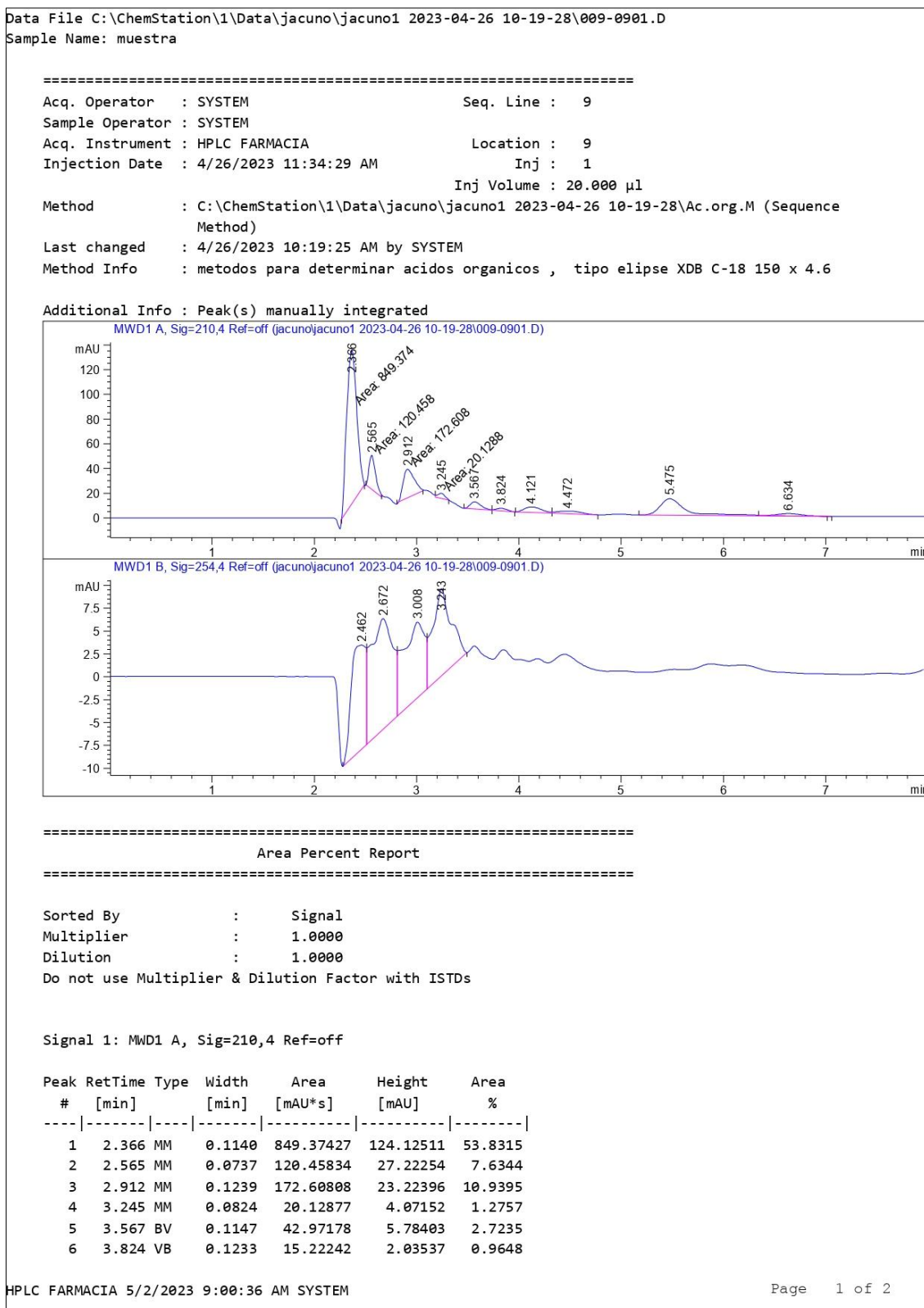


Figura 42. Cromatograma de la muestra.

Sample Name: muestra

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
7	4.121	BV	0.1911	52.01099	4.36075	3.2963
8	4.472	VB	0.2645	34.52419	2.13649	2.1881
9	5.475	BV R	0.2619	239.57739	13.44604	15.1839
10	6.634	VB E	0.2464	30.96163	1.91709	1.9623

Totals : 1577.83786 208.32290

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	2.462	BV	0.1592	114.22923	11.37525	21.1275
2	2.672	VV	0.2058	182.41765	12.10636	33.7395
3	3.008	VV	0.1970	122.98637	8.29249	22.7472
4	3.243	VB	0.1703	121.03195	9.51848	22.3857

Totals : 540.66521 41.29258

=====
 =====
 Summed Peaks Report
 =====
 =====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
 Empty table.

Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
 Empty table.

=====
 =====
 Final Summed Peaks Report
 =====
 =====

Signal 1: MWD1 A, Sig=210,4 Ref=off
 Signal 2: MWD1 B, Sig=254,4 Ref=off
 *** End of Report ***

Figura 43. Cromatograma de la muestra.

**INFORME DE ENSAYO
N° N0000 - 2023**

Cliente: *HUARCAYA CERRON KEVIN*
Dirección: *ICA - ICA - ICA*
R.U.C.: *00071835735*
email: *felipesurco@gmail.com*
Solicitud de Ensayo N°: *ENS-2473-2023/N*
Nombre del Producto: *EXTRACTO DE PLANTAS*
Información proporcionada por el cliente: *M1: Muestra 1*
Aromatocereus procerus "Junco" - Muestra seca
Fecha: 08-05-23
Características de la muestra: **Presentación y Tipo de Envase:** *Envasado en envase de polietileno blanco opaco, sellado.*
Cantidad recibida: *2 g.*
Fecha de recepción: *11 de mayo de 2023*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 12 al 24 de mayo de 2023*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Metales totales		
	Aluminio (LC= 0,0033)	54,359	mg/kg
	Arsénico (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Bario (LC= 0,0010)	1,081	mg/kg
	Berilio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Boro (LC= 0,0033)	17,260	mg/kg
	Cadmio (LC= 0,0003)	<0,0003	mg/kg
	Calcio (LC= 0,0002)	2 455,498	mg/kg
	Cobre (LC= 0,0013)	4,866	mg/kg
	Cromo (LC= 0,0007)	0,749	mg/kg
	Estroncio (LC= 0,0002)	3,161	mg/kg
	Hierro (LC= 0,0003)	17,593	mg/kg
	Litio (LC= 0,0010)	9,067	mg/kg
	Manganeso (LC= 0,0003)	12,602	mg/kg
	Magnesio (LC= 0,0002)	1 595,408	mg/kg
	Molibdeno (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/kg
	Níquel (LC= 0,0017)	<0,0017	mg/kg
	Potasio (LC= 0,0033)	13 944,435	mg/kg
	Plomo (LC= 0,0033)	<0,0033	mg/kg
	Rubidio (LC= 0,0026)	3,119	mg/kg
	Selenio (LC= 0,0066)	<0,0066	mg/kg
	Sodio (LC= 0,0017)	190,650	mg/kg
	Zinc (LC= 0,0007)	9,940	mg/kg

LC= Limite de cuantificación.

Figura 44. Informe de ensayo de metales del laboratorio Certilab.