








Development of a process for obtaining Ayrampo pulp (*Opuntia apurimacensis*)








Artemio Flores Lima¹, Roger Orlando Luján Ruiz², Ricardo Villena Presentación³, Walter Andía Valencia⁴,
Mariel Antonella Huarancca Chilquillo⁵, Mayte Gabriela Huaman Valverde⁶, Melany Margarita Garro
Velasquez⁷

^{1,2,4,5,6,7}Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, afloresli@unmsm.edu.pe, rlujanr@unmsm.edu.pe,
rvillenap@unmsm.edu.pe, wandiav@unmsm.edu.pe, mariel.huarancca@unmsm.edu.pe, mayte.huaman@unmsm.edu.pe,
melany.garro@unmsm.edu.pe

Abstract– The present research work proposes a process for obtaining the pulp of Ayrampo, a product that is used in the food, cosmetic, and pharmaceutical industries, it presents antecedents with similar methods available in the literature. Critical and indispensable concepts for understanding the process of the Ayrampo pulp rich in Betalaina are shown. The research is quantitative experimental, the process and activities are presented, including photographs of the different activities, the equipment used is calibrated within the maintenance plan of the Faculty of Industrial Engineering of the National University of San Marcos and the raw materials were acquired from producers in Ayrampo, suppliers approved by certifying companies acquired the chemicals, The procedures were supervised by specialists (chemical engineers) with the support of industrial engineers. The results obtained allow us to propose a method for obtaining of ayrampo pulp guaranteeing, the safety and efficiency of obtaining the pulp with a yield of 46% not including seeds and shells.

Keywords-- Ayrampo; Pulp; Betalaina, Process, Laboratory activities.

Desarrollo de un proceso para la obtención de pulpa de ayrampo (*Opuntia apurimacensis*)

Artemio Flores Lima¹, Roger Orlando Luján Ruiz², Ricardo Villena Presentación³, Walter Andía Valencia⁴,
Mariel Antonella Huarancca Chilquillo⁵, Mayte Gabriela Huaman Valverde⁶, Melany Margarita Garro
Velasquez⁷

^{1,2,4,5,6,7}Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, afloresli@unmsm.edu.pe, rlujanr@unmsm.edu.pe,
rvillenap@unmsm.edu.pe, wandiav@unmsm.edu.pe, mariel.huarancca@unmsm.edu.pe, mayte.huaman@unmsm.edu.pe,
melany.garro@unmsm.edu.pe

Resumen– *El presente trabajo de investigación propone un proceso para la obtención de la pulpa de ayrampo, producto que es utilizado en la industria alimentaria, cosmética y farmacéutica, se presenta antecedentes con métodos similares que están disponible en la literatura y conceptos críticos e indispensables para la comprensión del proceso de obtención de la pulpa de Ayrampo, fruta rica en Betalainas. La investigación es cuantitativa experimental, se presenta el proceso y las actividades incluyendo fotografías de las diferentes actividades, los equipos utilizados se encuentran calibrados dentro del plan de mantenimiento de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y las materias primas fueron adquiridos de productores del Ayrampo, los químicos fueron adquiridos por proveedores homologados por empresas certificadoras, los procedimientos fueron supervisados por especialistas (ingenieros químicos) con el apoyo de ingenieros industriales. Los resultados obtenidos permiten proponer un método de obtención de pulpa de ayrampo garantizando la inocuidad y la eficiencia para la obtención de la pulpa con un rendimiento del 46% no incluyendo semillas ni cascaras.*

Palabras clave–Ayrampo; Pulpa; Betalaina, Proceso, Actividades en Laboratorio

I. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas a los aditivos sintéticos se ha intensificado significativamente en un mundo donde la conciencia sobre el bienestar y la salud impulsa la preferencia por productos naturales. En ese sentido, los consumidores y las industrias están cada vez más interesados en ingredientes que cumplan otras funciones. Por otro lado, el potencial del ayrampo, una planta nativa de las regiones altoandinas de América del Sur ha llamado la atención como fuente de betalainas, pigmentos naturales conocidos por sus propiedades antioxidantes y su amplia gama de aplicaciones industriales [1]. En varias industrias, estas betalainas, conocidas por su capacidad antioxidante, se han presentado como una opción prometedora. Además, el fruto del ayrampo ha sido utilizado desde tiempos precolombinos por las poblaciones indígenas andinas. Más recientemente, ha demostrado un gran potencial para su uso en las industrias cosmética, farmacéutica y alimentaria, donde se ha demostrado efectivo para mejorar la estabilidad y calidad de los productos, según [2] [3]. Por esta razón, el ayrampo se ha convertido en un recurso valioso que puede satisfacer las necesidades de un mercado que sigue evolucionando debido a la creciente demanda de productos que sean seguros, efectivos y saludables.

En respuesta a esta tendencia, la investigación actual se enfoca en desarrollar el método más eficiente para extraer el fruto de ayrampo; considerando como objetivo, maximizar la pureza y estabilidad del extracto obtenido para proporcionar un ingrediente natural de alta calidad que puede utilizarse en una variedad de aplicaciones industriales, lo cual permite satisfacer así las expectativas tanto de los consumidores como de las industrias que buscan soluciones naturales y funcionales.

II. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes

La investigación realizada por [2], tuvo como finalidad identificar el nivel óptimo para reemplazar el colorante carmín con el colorante natural derivado del ayrampo. En un primer momento, se desarrolló un análisis de las características fisicoquímicas de las semillas del ayrampo. Para la extracción del colorante se realizó un acondicionamiento de las semillas usando una solución de agua. Para ello, se distribuyeron 15, 20 y 25 gramos de semillas de ayrampo en tres recipientes separados, a los cuales se les añadió 100 mililitros de agua, dejándolos reposar durante 2 minutos a una temperatura de 20°C. Posteriormente, la solución colorante fue vertida en una olla de acero inoxidable y se calentó a 80°C a fuego medio durante 12-15 minutos. Al finalizar el tiempo de calentamiento, las muestras se redujeron a la mitad de su peso total. Finalmente, la mezcla se filtró utilizando un colador de acero inoxidable con malla fina, obteniendo un peso neto de 42.5, 40 y 37.5 gramos de extracto de colorante para cada muestra respectiva.

En el estudio de [4], se evaluó como la pasteurización, a distintos tiempos y temperaturas, influía en el contenido de betalainas, polifenoles totales y la capacidad antioxidante de un extracto funcional a base de ayrampo. Con la finalidad de obtener el extracto de ayrampo, se realizó una selección de materia prima en buen estado y se los lavó con agua potable para deshacerse de las partículas extrañas en la superficie del ayrampo. Posteriormente, se lo desinfectó aplicando hipoclorito de sodio en agua a 300 ppm durante 15 minutos. Asimismo, se lo sometió a condiciones de 70°C por 20 segundos para desactivar la enzima polifenol oxidasa, y para facilitar el despulpado se realizó una serie de pasos, primero se utilizó hidróxido de sodio al 4% diluido en agua a 90°C durante 5 minutos, en seguida se sumergió en agua clorada a 20 ppm por

30 segundos y, por último, para neutralizar residuos del hidróxido de sodio, se sumergió en una solución de agua con ácido cítrico al 0.5%. El despulpado se realizó de manera mecanizada. A continuación, se realizó el clarificado mediante un tratamiento enzimático y se llevó a cabo la pasteurización. Se envasó en caliente y se enfrió a cabo la pasteurización. Se envasó en caliente y se enfrió en agua fría con cloro a 20 ppm. Finalmente, el resultado fue almacenado en botellas en temperaturas de refrigeración. Tras el análisis realizado, se concluyó que los rendimientos resultaron bajos tras realizarse el clarificado, perdiéndose el 40.5% de jugo aproximadamente.

En la investigación hecha por [5] se aborda el proceso de extracción del pigmento extraído a partir de la fruta de ayrampo con el objetivo de evaluar su estabilidad en diferentes condiciones de pH y temperatura. La metodología empleada incluyó un proceso sistemático de extracción y purificación del colorante. Se comenzó con la selección cuidadosa de frutos en buen estado, seguidos de un lavado con agua potable para eliminar impurezas y espinas. Luego, los frutos fueron escaldados en autoclave a 50°C para fijar el color y reducir la carga microbiana. Después, con la ayuda de un cuchillo se procedió a retirar la cascara de la pulpa para luego separarla de las semillas con el uso de un prensador manual. El extracto resultante se filtró para remover los sólidos en suspensión. Posteriormente, el extracto fue sometido a purificación con etanol al 96%, lo que permitió la precipitación de la pectina y la conservación del colorante. Luego, el extracto etanólico fue centrifugado para eliminar impurezas y finalmente concentrado al vacío hasta alcanzar un nivel de 40 °Brix. Este proceso demostró que el colorante es más estable a una temperatura de 4 °C y un pH de 5, condiciones bajo las cuales se retuvo un alto porcentaje de los pigmentos de betalainas, lo que destaca su potencial como aditivo natural en aplicaciones industriales.

De manera similar, un estudio realizado por [6] se centró en evaluar el impacto de las diferentes temperaturas de concentración en las características fisicoquímicas y la capacidad antioxidante de la pulpa de ayrampo, utilizando un enfoque metodológico hipotético-deductivo. La extracción de la pulpa de ayrampo se inició con la recolección de frutos maduros, los cuales fueron cuidadosamente seleccionados, lavados y desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio para eliminar impurezas. La obtención de la pulpa se realizó mediante la molienda de los frutos en una licuadora, seguida de un refinado que consistió en pasar la mezcla por un colador de tela, asegurando así una pulpa homogénea y libre de partículas indeseables. Esta pulpa fue sometida a un proceso de concentración al vacío a temperaturas de 40°C, 50°C y 60°C, hasta alcanzar un contenido de 30°Brix. La capacidad antioxidante fue evaluada mediante un método de extracción metanólica, donde las muestras fueron sumergidas en metanol a 8°C durante 24 horas. Los resultados mostraron que temperaturas más altas de concentración disminuyen la capacidad antioxidante y deterioran el color de la pulpa, encontrándose una correlación positiva entre ambos factores.

B. Definición del ayrampo

El ayrampo, científicamente conocido como *Opuntia apurimacensis*, es una planta que se clasifica dentro de la familia de las cactáceas. Se ubica en campos abiertos y cálidos, específicamente en la región sierra de América del Sur, a altitudes entre los 800 y 2800 m.s.n.m. Esta planta llega a crecer hasta 30 cm de alto, exhibiendo un tallo cilíndrico y espinas fuertes, sedosas y aciculares. *Opuntia apurimacensis* produce una flor que emite un color rojo sangre, el cual es similar a otras cactáceas y opuntiáceas [2].

El ayrampo produce un fruto de color rojo intenso, bastante jugoso y pulposo. Este fruto contiene semillas de forma globular, envueltas en una masa roja semipastosa, lo que le da su aspecto distintivo y llamativo según [7].

C. Origen del ayrampo

El ayrampo es originario de las regiones altoandinas de América del Sur y ha sido parte de las poblaciones indígenas desde la época precolombina, utilizado como alimento, medicina tradicional y colorante natural. Esta planta se sitúa principalmente en países como Perú, Bolivia, Chile y Argentina y posee orígenes incaicos [8]. En Perú, el ayrampo crece en la región de Apurímac, específicamente en las ciudades de Andahuaylas y Abancay [9], y en las quebradas de Ayacucho y Huancavelica. De manera similar crece en ciudades como La Paz, Oruro y Cochabamba, donde se adapta a las condiciones extremas de altitud y clima árido [10].

La historia del ayrampo se remonta a las antiguas culturas andinas, quienes utilizaban las semillas no solo por su color vibrante e intenso, sino también por sus beneficios medicinales [2]. Las semillas eran molidas y usadas como colorante natural en alimentos y aplicaciones textiles [11]. Asimismo, se les daba uso en la medicina tradicional para tratar dolencias que incluían problemas digestivos y afecciones de la piel.

D. Variedades

Resulta fundamental diferenciar el *Opuntia apurimacensis*, conocido popularmente como ayrampo, de otros frutos que comparten el mismo nombre.

1) *Opuntia Soehrensii Britton y Rose*: *Opuntia Soehrensii* se encuentra categorizada dentro del orden cactales. Se encuentra, principalmente, en la zona central del Perú, a altitudes de entre 2.000 y 3.800 m.s.n.m., específicamente, en los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Huancavelica y Arequipa, donde se tienen climas tropicales [12]. Este cactus es un arbusto silvestre que crece entre las rocas, en condiciones difíciles de suelo, agua y temperatura [4].

Tal como se muestra en la figura 1, esta se caracteriza por la presencia de un tallo cilíndrico constituido por cladodios con apariencia ovoide y aplanada y con gran variedad de espinas aciculares y sedosas. Asimismo, presentan flores que se ubican en la parte superior de la penca y fruto, el cual es una baya comestible, pulposa de color rojizo, con presencia de espinas pequeñas y finas [2].



Fig. 1 *Opuntia*

Rose

Soehrensii Britton y

2) *Berberis sp.*: Esta fruta es proveniente de plantas silvestres y arbustivas de la familia de las berberidáceas, con mayor producción en las áreas altoandinas de Huancavelica. Sin embargo, su presencia es más limitada en las regiones de Ayacucho y Apurímac [4]. Esta se desarrolla en ambientes no exigentes, y su principal diferenciación con las demás especies llamadas del mismo modo, es el color azul violáceo que caracteriza a sus frutos [13].



Fig. 2 *Berberis sp.*

E. Composición química

El ayrampo destaca por presentar betalaínas en su composición química. Las betalaínas son un grupo de compuestos hidrogenados hidrosolubles y termolábiles, derivados del aminoácido tirosina. Aunque el pigmento natural es rojo, puede ofrecer una amplia variedad de tonos desde el rojo hasta un amarillo intenso [4].

Las betalaínas se originan a partir del ácido betalámico, de esta base se dividen en dos grupos estructurales: las betacianinas, responsables del color rojo-violeta y las betaxantinas, que proporcionan el color amarillo-naranja [14]. Sin embargo, su estabilidad se ve limitada por factores fisicoquímicos como la temperatura, el pH, la luz, la actividad del agua, la actividad enzimática, entre otros.

Asimismo, tal como se evidencia en [14], presentan compuestos fenólicos como flavonoides y taninos, los cuales son compuestos orgánicos, que incluyen en su estructura al menos un grupo fenol. Estos poseen capacidades antioxidantes, que actúan mediante la naturalización de radicales libres y la quelación de metales [1]. Además, son fuente natural de minerales, ácidos orgánicos y aminoácidos.

F. Propiedades

Opuntia apurimacensis es una planta conocida por su variedad de propiedades, entre las que se destacan su capacidad antioxidante, antiproliferativa, cardioprotectora y antimicrobiana [15]. Estas propiedades han sido objeto de varios estudios científicos, donde destaca el de [16], cuya investigación consistió en una revisión detallada sobre la extracción y procesamiento de betalaínas, incluyendo las presentes en el ayrampo. Este estudio destaca el poder tintorial

de las betalaínas, las cuales mantienen estabilidad en un rango de pH de 3 a 7. Esto las convierte en esenciales para su uso en alimentos neutros y bajos en acidez. Asimismo, se compara su capacidad antioxidante con la de las antocianinas, ofreciendo de esta forma una opción natural a los colorantes sintéticos con beneficios adicionales para la salud [17].

Por otra parte, un estudio realizado por [9] examinó las propiedades antioxidantes del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y la tuna (*Opuntia ficus-indica*). Los resultados indicaron que el ayrampo, a comparación con la tuna, cuenta con una mayor concentración de vitamina C, polifenoles totales y función antioxidante. Específicamente, el ayrampo contiene 49.9 mg de vitamina C por cada 100 g, 107.3 mg de polifenoles equivalentes de ácido gálico por cada 100 g, y una capacidad antioxidante de 1.1 mmol de Fe-II por cada 100 g. Estos análisis fueron realizados con extractos acuosos de las frutas y evaluados mediante la prueba de Mann-Whitney. Es así como este estudio destaca al ayrampo como una fuente rica en antioxidantes.

G. Usos

El ayrampo tiene increíbles usos medicinales debido a sus propiedades nutricionales. Son utilizados tradicionalmente para curar aftas bucales, aliviar los síntomas del sarampión y la escarlatina, frente a la conjuntivitis o como acompañante del cañazo para aliviar la fiebre. Comúnmente, se preparan en infusiones, haciendo uso de sus flores o incluso raíces [9]. Estas infusiones, ayudan a evitar el cansancio y la anemia, combaten la desinteria amebiana y estimulan la retención de orina. Sus semillas actúan como un laxante efectivo, como tónico, debido a sus compuestos minerales, proteínas y aceites esenciales, y como febrífugo, mientras que sus hojas son útiles para aliviar el nerviosismo y el estrés [2].

Como se menciona en [14], se han realizado diversos estudios acerca de las propiedades del ayrampo, donde se han obtenido resultados positivos en cuanto a sus efectos antihipertensivos, así como de su capacidad antibacteriana, al experimentarse con un gel a base de extracto seco de ayrampo.

Por otro lado, desempeña un papel importante en la gastronomía, al ser utilizado en la preparación de chicha, mazamorra e incluso jugos y bebidas fermentadas. Asimismo, como se menciona en [2], antiguamente la preparación de la puca picante, un plato tradicional de la ciudad de Ayacucho se realizaba teniendo como ingrediente al ayrampo, sin embargo, en la actualidad este fue reemplazado por la beterraga.

Además, también tienen presencia en la industria textil como colorantes naturales, debido a que el extracto de su pulpa contiene betalaínas, pigmentos rojos y amarillos, que son solubles en agua y tienen propiedades adecuadas para su aplicación en alimentos y cosméticos [1].

Pese a su gran potencial en las mencionadas industrias, es muy poco conocido a nivel mundial, es mayormente aprovechado en los países andinos.

H. Sustitutos

A pesar de las propiedades que posee el ayrampo, este puede ser sustituido por varios alimentos. La tuna (*Opuntia*

ficus-indica) surge como un buen sustituto debido a su contenido de betalainas, siendo una de las principales fuentes naturales de este pigmento [18]. Un estudio realizado por [19] revela que la tuna presenta una actividad antioxidante de 6.12 $\mu\text{mol eq Trolox/g}$ aproximadamente, lo que la ubica como una fuente esencial de compuestos bioactivos. Asimismo, dicho estudio demuestra que la variedad morada de la tuna contiene concentraciones de fenoles que oscilan entre 420 y 660 mg/L, cuya obtención se dio mediante el uso del método del reactivo de Folin-Ciocalteu.

Por otra parte, la remolacha (*Beta vulgaris*) se presenta como un excelente sustituto natural del ayrampo. Este vegetal es una fuente rica de betalainas, pigmentos que incluyen betacianinas y betaxantinas, responsables de sus colores rojo y amarillo, respectivamente. Además de proporcionar colores vibrantes, estos compuestos tienen propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo efectos antioxidantes y potencialmente anticancerígenos según se indica en [20]. Los pigmentos naturales obtenidos de la remolacha se emplean en cosméticos, así como en la elaboración de productos de repostería, lácteos, salsas y bebidas isotónicas, y son especialmente valorados en productos para deportistas debido a sus aportes nutricionales [21].

Por último, la pitahaya roja (*Hylocereus polyrhizus*) es una excelente fuente de pigmentos naturales debido a su alto contenido de betalainas, especialmente betacianinas, que le otorgan su color rojo intenso. Una investigación hecha por [22] ha demostrado que las cáscaras de la pitahaya roja contienen hasta 18,67 mg de betacianinas por cada 100 g, lo cual destaca su utilidad como colorante natural. Además, en la misma investigación se señala que la pitahaya roja presenta una considerable actividad antioxidante, con un porcentaje de inhibición y un poder reductor significativo en ensayos como el ABTS y FRAP, respectivamente.

III. METODOLOGÍA

La investigación realizada presenta un enfoque cuantitativo caracterizado por la recolección y análisis de datos numéricos cuya finalidad involucra la medición de fenómenos de forma objetiva mediante el uso de herramientas estadísticas [23]. En el contexto del estudio hecho, el enfoque cuantitativo facilita la verificación y validación de datos, lo que permite corroborar la eficiencia del método de extracción utilizado. Por su parte, el alcance tiene un carácter exploratorio debido a la investigación de un área relativamente nueva, con el objetivo de identificar mejores técnicas de extracción del pigmento de ayrampo. En una investigación de alcance exploratorio se busca descubrir variables clave y posibles relaciones que no han sido estudiadas en profundidad anteriormente, lo que permite sentar las bases para futuras investigaciones [23]. Por otro lado, el método utilizado es de tipo experimental, caracterizado por la manipulación y control de variables cuyo objetivo implica observar y medir sus efectos, lo que posibilita establecer

relaciones de causa y efecto en un entorno controlado [24]. En el caso de la investigación realizada, se regulan ciertos parámetros como la cantidad de componentes químicos usados para hallar la combinación óptima que maximice la pureza y estabilidad del pigmento de ayrampo.

Para garantizar la precisión de los resultados de esta investigación se emplearon métodos fundamentados. La técnica de pesaje cuantitativo se utilizó tanto para el pasado inicial de la fruta como para el pesado final del extracto líquido. Esto se hizo empleando una balanza analítica de alta precisión (AS 60/220.R2), que garantizó la precisión de las mediciones y la confiabilidad de los datos obtenidos. El análisis de rendimiento extractivo fue otra técnica importante que permitió calcular la eficiencia del proceso de extracción del pigmento de ayrampo. Este proceso se basó en principios matemáticos para calcular el porcentaje de masa del extracto en relación con la masa inicial de la fruta. Estas técnicas, respaldadas por instrumentos precisos fueron esenciales para demostrar que el método de extracción utilizado era efectivo.

IV. RESULTADOS

A. Proceso de obtención del extracto de la fruta del ayrampo

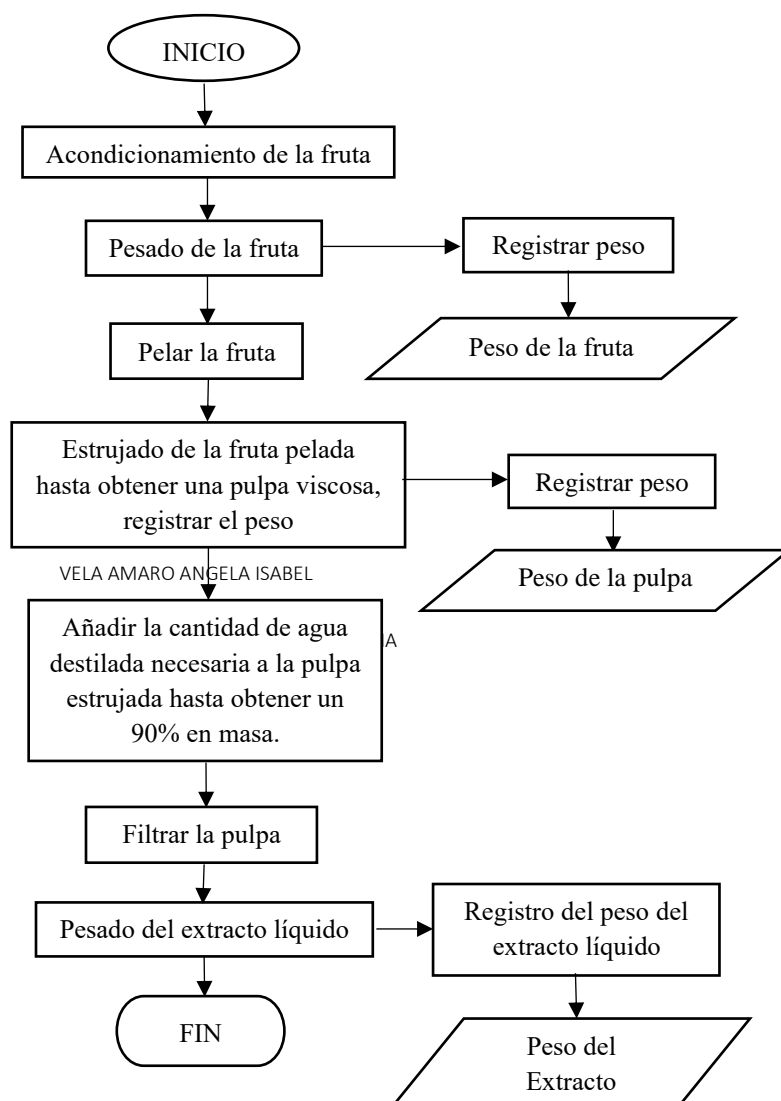




Fig. 3 Flujoograma del proceso de obtención del extracto de la fruta del ayrampo

%masa =

$$\frac{\text{masa pulpa estrujada}}{\text{masa pulpa estrujada} + \text{masa agua destilada}} \times 100 \quad 1)$$

Acondicionamiento de la fruta: Se lava la fruta



cuidadosamente y con abundante agua, usando guantes y una esponja suave, con la finalidad de retirar contaminantes.

Fig. 4 Fruto de ayrampo

2) *Pesado de la fruta:* Una vez obtenida la fruta limpia y seca, se lleva a una balanza analítica AS 60/220.R2 con la finalidad de obtener un peso exacto, se registra el peso de la fruta.



Fig. 5 Pesado de la fruta

3) *Estrujado de la pulpa:* Se retiró la cascara de la fruta, usando un cuchillo de acero inoxidable, se procede a estrujar la pulpa con una licuadora de inmersión hasta obtener un estado viscoso, se registra el peso.



Fig. 6 Retirado de la cáscara de la fruta

Fig. 7 Estrujado de la pulpa

4) *Concentrado de la pulpa al 90% en masa:* Con el peso de la pulpa estrujada, añadir una cantidad de agua destilada en un beaker, utilizando la fórmula (1) y (2) que garantiza la concentración del 90% en masa.

$$\text{masa de agua destilada} = \frac{\text{masa pulpa estrujada}}{9} \quad (1)$$

$$(2)$$

5) *Filtrado de la pulpa:* Para el filtrado se utilizó una malla tipo tela de nylon monofilamento de 150 micras, con la finalidad de obtener un extracto totalmente líquido, libre de sólidos.



Fig. 8 Filtrado de la pulpa

6) *Pesado del extracto líquido:* Una vez filtrado, se registra el peso del extracto líquido utilizando una balanza analítica y se procede a almacenar en un envase ámbar, evitando su oxidación, se procede a llevar a un ambiente libre de humedad.

7) *Cálculo del rendimiento*: El rendimiento de la pulpa obtenida se calcula mediante la fórmula (3)

$$R(\%) = \left(\frac{\text{Peso de la pulpa colada sin semillas}}{\text{Peso de la fruta inicial}} \right) \times 100 \quad (3)$$

Con los datos se obtiene que el peso de la pulpa colada sin semillas fue de 230 g, y el peso de la fruta inicial fue de 500g:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \left(\frac{230}{500} \right) \times 100 = 46\%$$

Así, el rendimiento de la pulpa obtenida sería del 46%.

V. CONCLUSIÓN

Se ha demostrado que según el proceso desarrollado en laboratorio se obtiene un extracto de ayrampo que puede ser destinado al sector alimentación, cosmético y farmacéutico

Para el acondicionamiento y estrujado se considera indispensable garantizar la inocuidad tal como se realizó en laboratorio con uso de equipos,

Es indispensable garantizar la precisión en el proceso de pesado de la pulpa y del extracto mediante la calibración de los equipos y que en la filtración no haya presencia de semillas de ayrampo mediante uso de mallas de nylon número 100

Se tiene que garantizar la cantidad adecuada de componentes en el proceso de extracción de la pulpa que nos permita obtener 46% de masa útil

VI. DISCUSIÓN

El rendimiento de la obtención de la pulpa fue del 46% (no incluye semillas, cáscaras), no se cuenta con estudios similares que aborden la obtención de la pulpa. Este resultado un punto de inicio para futuras investigaciones.

En la investigación desarrollado por [4], se encuentra similitudes en el proceso de garantizar la inocuidad de la pulpa de Ayrampo.

REFERENCIAS

[1] J. Y. Falcón Quispe and R. M. Juárez Chiri, "EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE POLIFENÓLES Y BETALAÍNAS EN UNA BEBIDA ELABORADA A PARTIR DE SANCAYO (*Corryocactus brevistylus*) Y AYRAMPO (*Opuntia soehrensii*)," 2016.

[2] V. del C. Quispe Wong, "SUSTITUCIÓN DEL COLORANTE CARMIN POR UN COLORANTE NATURAL A BASE DE AYRAMPO (*Opuntia soehrensii*) EN LA ELABORACIÓN DE SALAME," Tesis de Licenciatura, Universidad Le Cordon Bleu, 2019. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.14546/53>

[3] E. Aquis, "Efecto antiulceroso del extracto hidroalcohólico del fruto de *Opuntia soehrensii* Brit. y Rose 'ayrampo,'" Ayacucho - Perú, 2011.

[4] J. E. Meneses Peralta, "EFECTO TERMODEGRADATIVO DE LA PASTEURIZACIÓN EN EL CONTENIDO DE BETACIANINAS, POLIFENÓLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EL NÉCTAR FUNCIONAL DE AYRAMPO (*Opuntia apurimacensis*)," 2021. Accessed: Aug. 05, 2024. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.13028/3593>

[5] Y. L. Jimenez Ygnacio, "EVALUACION DE LA ESTABILIDAD DEL COLORANTE DE AIRAMPO (*Opuntia soehrensii* Britton & Rose)," Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2014. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2653>

[6] M. Escobar Layme, "Efecto de la temperatura de concentración de pulpa de ayrampo (*Berberis flexuosa* R. & P.) en sus características fisicoquímicas y capacidad antioxidante," Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2017. [Online]. Available: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/unh/5913>

[7] A. M. Gonzáles Ceanto, "Evaluación de las isotermas de adsorción y del almacenamiento de pulpa de ayrampo (*Berberis* sp.) en polvo," Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/unh/5751>

[8] E. M. Yahia and C. Mondragon-Jacobo, "Nutritional components and antioxidant capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia* spp.)," *Food Research International*, vol. 44, no. 7, pp. 2311–2318, Aug. 2011, doi: 10.1016/j.foodres.2011.02.042.

[9] P. Jorge and L. Troncoso, "Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna)," *Anales De La Facultad De Medicina*, vol. 77, no. 2, pp. 105–109, 2016, doi: <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v77i2.11812>.

[10] H. A. Rivera Tito *et al.*, "Extraction of 2'-O-apiosyl-6'-O-crotonic acid-betanin from the ayrampo seed (*Opuntia soehrensii*) cuticle and its use as an emitting layer in an organic light-emitting diode," *RSC Adv*, vol. 10, no. 60, pp. 36695–36703, Oct. 2020, doi: 10.1039/d0ra05543c.

[11] S. Jurić *et al.*, "Sources, stability, encapsulation and application of natural pigments in foods," 2020, *Taylor and Francis Ltd.* doi: 10.1080/87559129.2020.1837862.

[12] M. Aroni Arias, "SINERGISMO ANTIMICROBIANO DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DEL *Opuntia soehrensii* (ayrampo) Y *Psidium guajava* L. (guayaba), FRENTE A *Staphylococcus aureus* Y *Listeria monocytogenes*," 2018.

[13] S. Soto Benito, "EVALUACIÓN DEL TIEMPO DE EBULLICIÓN EN LA INTENSIDAD DE COLOR Y SOLIDEZ A LA LUZ DEL TENIDO DE LANA DE OVINO (*Ovis aries*) CON AYRAMPO (*Berberis* sp)," 2017.

[14] C. M. Villar Reyes and E. L. Cusi Collado, "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y FOTOPROTECTORA in vitro DE LA CREMA GEL ELABORADA CON EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA DE LA VARIEDAD AMARILLA DEL FRUTO DE *Opuntia soehrensii* B. (AYRAMPO)," 2020.

[15] C. Albano *et al.*, "Betalains, phenols and antioxidant capacity in cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) mill.] fruits from Apulia (South Italy) genotypes," *Antioxidants*, vol. 4, no. 2, pp. 269–280, Jun. 2015, doi: 10.3390/antiox4020269.

[16] G. B. Celli and M. S. L. Brooks, "Impact of extraction and processing conditions on betalains and comparison of properties with anthocyanins — A current review," *Food Research International*, vol. 100, pp. 501–509, Oct. 2017, doi: 10.1016/j.foodres.2016.08.034.

[17] S. S. Kumar, P. Manoj, P. Giridhar, R. Shrivastava, and M. Bharadwaj, "Fruit extracts of *Basella rubra* that are rich in bioactives and betalains exhibit antioxidant activity and cytotoxicity against human cervical carcinoma cells," *J Funct Foods*, vol. 15, pp. 509–515, May 2015, doi: 10.1016/j.jff.2015.03.052.

[18] D. Choque-Quispe *et al.*, "Bioactive Compounds and Sensory Analysis of Freeze-Dried Prickly Pear Fruits from An Inter-Andean Valley in Peru," *Molecules*, vol. 28, no. 9, May 2023, doi: 10.3390/molecules28093862.

[19] G. T. Choque Delgado, N. X. Cruz Morales, K. Y. Villa Gómez, and W. M. da Silva Cunha Tamashiro, "Antioxidant, Antiproliferative, and Immunomodulatory Activities in Peruvian Fruits," *Food Reviews International*, vol. 39, no. 1, pp. 189–208, 2023, doi: 10.1080/87559129.2021.1902345.

[20] J. D. Boscán Anzola and S. Pérez, "Evaluación de colorantes naturales extraídos de la remolacha (*Beta vulgaris*) para su uso potencial en una bebida isotónica," *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, vol. 2, no. 21, pp. 5–24, 2023, doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10389212>.

[21] M. Miralles-Mayol, J. Raya-González, A. Rodríguez-Fernández, and D. Castillo, "Efecto de la suplementación con zumo de remolacha sobre el

- resultado obtenido en un test máximo incremental y en dos test de valoración de potencia del tren inferior en triatletas amateurs,” *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, vol. 67, no. 18, pp. 1–14, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.5232/ricyde2022.06701>.
- [22] S. J. Calva-Estrada, M. Jiménez-Fernández, and E. Lugo-Cervantes, “Betalains and their applications in food: The current state of processing, stability and future opportunities in the industry,” *Food Chemistry: Molecular Sciences*, vol. 4, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.fochms.2022.100089.
- [23] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and M. del P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*, 6th ed. McGraw-Hill, 2014.
- [24] G. Baena Paz, *Metodología de la investigación*, 3rd ed. Grupo Editorial Patria, 2017.