



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/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:

Obtención de licor de tuna (*opuntia ficus indica* (L) Mill) determinación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante

Presentado por:

MEDINA CURÍNAUPA, CHRISTIAN JOEL

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **5%** 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, 03 de Abril 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 INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Obtención de licor de tuna (*opuntia ficus indica* (l) Mill) determinación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante

Línea de investigación

Salud Pública y conservación del Medio Ambiente

Informe Final de Tesis

AUTOR

BACH. CHRISTIAN JOEL MEDINA CURIÑAUPA

Ica-Perú

2024

DEDICATORIA

Los resultados son la suma de constantes sacrificios de cosas particularmente significantes, es por eso que siempre estaré agradecido con mi madre a quien dedico el presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Mi situación actual me enorgullece hacer especial mención a mis hermanas las que hoy enriquecen mi vida, es por tal motivo que siempre tendrán mi más sincero afecto. En la misma agradezco el apoyo incondicional de mis docentes asesores, compañeros y colaboradores, muchas gracias a todos.

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	11
II. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	15
2.1. Enfoque de la investigación	15
2.2. Aspectos metodológicos	15
2.2.1. Tipo de investigación	15
2.2.2. Nivel de investigación	15
2.2.3. Diseño de investigación	15
2.2.4. Población y muestra	16
2.2.5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	16
2.2.5.1. Obtención de especie vegetal a estudiar	16
2.2.5. Técnicas y procedimientos de recolección de la información	17
2.2.5.2. Caracterización de jugo o zumo de tunas obtenido por estrujado manual de los frutos.	18
2.2.5.3. Chaptalización del jugo de <i>Opuntia ficus Indica</i> (tuna) variedad roja.	22
2.2.5.4. Procesos para la obtención de licor de <i>Opuntia ficus Indica</i> (tuna) variedad roja	23
2.2.5.5. Caracterización organoléptica de los licores de <i>Opuntia ficus Indica</i> (tuna) variedad roja obtenidos de los procesos 1, 2 y 3 respectivamente	24
2.2.5.6. Determinación de las características físico químicas del licor de <i>Opuntia ficus Indica</i> (tuna) variedad roja que tuvo el mayor grado de aceptabilidad.	25
2.2.5.7. Determinación del contenido de fenoles totales	27
2.2.5.8. Determinación de la actividad antioxidante	31
III. RESULTADOS	34
3.2. De la muestra estudiada	34
3.3. Del tratamiento a la muestra estudiada	34
3.4. De la obtención de zumo o jugo por estrujado manual de los frutos y zumo diluido con el doble de su volumen con agua destilada y calor.	34

3.5.	De las características organolépticas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.	34
3.6.	De las características físico químicas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.	35
3.7.	De las características del zumo o jugo de tunas diluidos con dos volúmenes de agua destilada y chaptalizado a 24°brix de dulzor.	36
3.8.	De la elección del licor de preferencia de los licores de tunas obtenidos por tres diferentes procesos.	38
3.9.	De la determinación del grado de aceptación del licor de tunas procedente del proceso tres.	38
3.10.	De las determinaciones físico químicas al zumo obtenido por tratamiento y chaptalizado y del licor de tunas variedad roja con mayor grado de aceptación.	40
3.11.	De la determinación del contenido de fenoles en el zumo recientemente obtenido y en el licor procedente del proceso tres.	41
3.12.	De la determinación de la actividad antioxidante del zumo de tunas recientemente obtenido y del licor procedente del proceso tres.	43
IV.	DISCUSIÓN	47
V.	CONCLUSIONES	49
VI.	RECOMENDACIONES	50
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
VIII.	ANEXOS	53
8.1	Certificación botánica	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ficha para evaluar cuál de los tres licores obtenidos tiene mayor preferencia...24
Tabla 2.	Ficha de recopilación de la información de la evaluación de grado de aceptación del licor de mayor preferencia.....25
Tabla 3.	Esquema de trabajo para la obtención de la curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu.....29
Tabla 4.	Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles totales en las muestras que se analizan.....30
Tabla 5.	Esquema de trabajo para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas y expresar el resultado como % de actividad antioxidante.....32
Tabla 6.	Esquema de trabajo para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas y expresar el resultado como % de actividad antioxidante.....33
Tabla 7.	Resultados de las determinaciones organolépticas a los zumos o jugos recientemente obtenidos sin tratamiento y zumo obtenido con tratamiento de agua destilada y calor.....35
Tabla 8.	Resultados de las características físico químicas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.....36
Tabla 9.	Características organolépticas del zumo o jugo de tunas chaptalizado.....37
Tabla 10.	Características físico químicas del zumo o jugo de tunas chaptalizado.....37
Tabla 11.	Resultados de las evaluaciones organolépticas al licor de tuna de mayor aceptabilidad.....39
Tabla 12.	Resultados de las evaluaciones físico químicas al licor de tunas de mayor aceptación..... 41

Tabla 13.	Resultados de las absorbancias de las soluciones estandarizadas de ácido gálico frente al reactivo Folin Ciocalteu.....	41
Tabla 14.	Resultados del contenido de fenoles totales en las muestras analizadas.....	43
Tabla 15.	Resultados de las absorbancias del radical libre solo DPPH y de su reacción con soluciones estándares de ácido gálico.....	44
Tabla 16.	Resultados de las absorbancias de las muestras analizadas.....	45
Tabla 17.	Resultados de la actividad antioxidante como equivalentes a actividad antioxidante de soluciones en mg de ácido gálico/100 mL absorbancias de las muestras analizadas.....	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Curva de calibración de la reacción entre soluciones estandaradas de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.....	42
Gráfico 2.	Curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.....	45

RESUMEN

Opuntia ficus Indica (L) Mill (Tuna) es una especie vegetal que crece en zonas áridas y frías, sus frutos son agradables. Su boom económico se basó en el crecimiento de la cochinilla para extraer carmín hoy en día desplazado por colorantes del ají paprika. Se presenta un estudio experimental con el objetivo de desarrollar un proceso para obtener licor de tuna que conserve los polifenoles y actividad antioxidante de los frutos de la tuna y que tenga buen grado de aceptabilidad. Se trabajó con frutos de tunas variedad roja, recolectados en el distrito de canaria, provincia de Víctor Fajardo – Ayacucho. Por estrujado manual de la pulpa se obtiene el zumo, se diluye con el doble de su volumen, se calienta entre 80-85 °C por 12 horas, se filtra y se chaptaliza a 24 °Brix. y se deja fermentar por 5 días y luego se corta la fermentación por incorporación de aguardiente de uva, se deja en reposo 20 días y se filtra y luego 40 días más de reposo se filtra y se obtiene el licor de tunas. Determinándose que el contenido de fenoles totales en el licor de tunas es equivalente al de una solución 67.87 mg de ácido gálico /100 mL con una actividad antioxidante de 61.21 % expresada como porcentaje radical libre DPPH; esta actividad corresponde a la actividad antioxidante que genera una solución de ácido gálico 63.72 mg/100 mL. El licor tiene 92.60 % de aceptabilidad por 20 degustadores.

Palabras claves: *Opuntia ficus Indica*, Licor de tunas, fenoles totales, actividad antioxidante.

ABSTRACT

Opuntia ficus Indica (L) Mill (Tuna) is a plant species that grows in arid and cold areas, its fruits are pleasant. Its economic boom was based on the growth of cochineal to extract carmine, now replaced by paprika chili dyes. An experimental study is presented with the objective of developing a process to obtain prickly pear liquor that preserves the polyphenols and antioxidant activity of prickly pear fruits and that has a good degree of acceptability. We worked with red variety prickly pear fruits, collected in the district of Canaria, province of Víctor Fajardo – Ayacucho. By manually crushing the pulp, the juice is obtained, it is diluted with double its volume, heated between 80-85 °C for 12 hours, filtered and chaptalized at 24 °Brix. and it is left to ferment for 5 days and then the fermentation is stopped by incorporating grape spirit, it is left to rest for 20 days and filtered and then 40 more days of rest it is filtered and the prickly pear liquor is obtained. It was determined that the content of total phenols in the prickly pear liquor is equivalent to that of a solution of 67.87 mg of gallic acid /100 mL with an antioxidant activity of 61.21% expressed as a percentage of DPPH free radical; This activity corresponds to the antioxidant activity generated by a 63.72 mg/100 mL gallic acid solution. The liquor has 92.60% acceptability by 20 tasters.

Keywords: *Opuntia ficus Indica*, Prickly pear liquor, total phenols, antioxidant activity.

I. INTRODUCCION

La tuna es un preciado fruto que crece y desarrolla favorablemente en valles interandinos su cultivo fue ampliamente promocionado cuando la cochinilla, insecto que vive en sus hojas o pencas, se exportaba en grandes cantidades convirtiéndose en uno de los principales productos no tradicionales de exportación¹⁰. Actualmente la competitividad en el mundo de los colorantes ha provocado la disminución de sus exportaciones por el reemplazo del carmín por colorantes de la paprika. Sin embargo, la tuna, fruto estacional, sigue siendo un fruto con excelentes cualidades nutricionales y funcionales merced a su contenido de fenoles con actividad antioxidante¹¹. Debido a la marcada producción en época de cosecha y el corto periodo de vida útil estos frutos pierden su valor económico contribuyendo poco a las expectativas económicas de los productores. Son varios los intentos por dar valor agregado a los frutos de la tuna utilizando su pulpa en la preparación de refrescos y licores artesanales sin la promoción adecuada de las propiedades nutraceuticas y funcionales del producto¹². Teniendo en cuenta esta situación desarrolle como plan de tesis el tema "Obtención de licor tuna (*Opuntia ficus Indica* (L) Mill) determinación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante" ejecutando actividades para despegar el problema planteado a inicio de trabajo bajo la interrogante ¿Cuáles son los procesos para obtener licor de Tuna (*Opuntia ficus Indica* (L) Mill) con contenido de fénoles totales y de mostrar que el producto obtenido conserva las propiedades antioxidantes del fruto. A termino del estudio me permito hacer la propuesta siguiente: de los frutos de *Opuntia ficus Indica* (L) Mill (Tuna) variedad roja se obtiene un producto, licor de tunas, cuyo consumo aportará al organismo las propiedades nutraceuticas y funcionales de los frutos de la tuna; además de las otras bondades que aportan las bebidas alcohólicas o licores en la sociedad. El desarrollo de este trabajo se justificó porque es necesario estudiar la transformación de los frutos a productos de consumo masivo a fin de aprovechar la abundancia de estos frutos en su periodo de cosecha regulando un justiprecio para los frutos y garantizar la rentabilidad del cultivo favoreciendo el desarrollo económico de los productores y consecuentemente el desarrollo socio cultural de las zonas productoras de este fruto. Además, este estudio es importante porque el licor de tunas obtenido tiene con apreciables contenidos de fenoles totales con actividad antioxidante y merece ser estudiado para demostrar los efectos benéficos del consumo de este producto en personas para prevenir, detener o curar las enfermedades degenerativas mediadas por estrés oxidativo. Independientemente de todo aquello que falta para iniciar estudios de inversión publica o privada para la industrialización de los frutos de tunas en su conversión en licor de tunas; el objetivo propuesto a inicio de trabajo: determinar

cuál es el mejor proceso para para obtener licor de *Opuntia ficus Indica* (L) Mill (Tuna) con fénoles y actividad antioxidante lo he alcanzado. El aprovechamiento de estos frutos ha sido, es y seguirá siendo materia de sendos estudios para aprovechar íntegramente esta especie vegetal. Algunos estudios sobre *Opuntia Ficus Indica* han sido desarrollados por:

Luzmila P¹ (2,016) Manifiesta que la tuna posee compuestos antioxidantes mas no en el ayrampo y desarrolla un trabajo analítico observacional con el objetivo de determinar la capacidad antioxidante del ayrampo (*Opuntia apurimacensis*) y de la tuna (*Opuntia ficus-indica*).Obtuvo los extractos acuosos y determinó contenido de de vitamina C, polifenoles totales y capacidad antioxidante (FRAP).Reportando que El ayrampo tiene mayor concentración de vitamina C (49,9 y 36,1 mg de ácido ascórbico/100 g fruto fresco), mayor concentración de polifenoles totales (107,3 y 68,7 mg de equivalente ácido gálico/100 g frutos frescos) y mayor capacidad antioxidante (1,1 y 0,7 moles de Fe-II/100 g frutos frescos) que la tuna. Concluyendo que el ayrampo presentó mayor capacidad antioxidante que la tuna.

Villabona A² (2013) Informa que los municipios de la Costa Atlántica Colombiana no cuentan con suministro de agua potable y la aplicación artesanal de la tuna como coagulante es una práctica tradicional y común en las comunidades rurales. Desarrolla un estudio para la caracterización del tallo de la Tuna que crece de manera silvestre en el departamento de Bolívar, y del polvo extraído de esta planta, con el objetivo de determinar qué compuestos químicos están asociados en el poder coagulante para la remoción de turbidez y de color en aguas crudas. Las pencas se, pelan, secando, muelen, tamizan y des pigmentan para obtener el coagulante. Determinó que la penca contiene alto porcentaje de humedad y baja concentraciones de saponinas, flavonoides, sales minerales de calcio y hierro por lo que no serían los responsables de la actividad coagulante, más bien esta propiedad sería por la presencia de polímeros del tipo alginatos y ácidos poli galacturónicos.

Ochoa C³(2012) Estudió el efecto de diferentes temperaturas sobre el almacenamiento de tuna roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller), variedad San Martín. Ensayo las temperaturas 4 ± 1 , 9 ± 2 y $28\pm 2^{\circ}\text{C}$ para determinar la vida útil del fruto. semanalmente se le caracteriza a los frutos mediante: ensayos fisicoquímicos, enzimáticos, antioxidante y microbiológicos hasta determinar que los frutos no son aptos para el consumo. Determino que el tiempo y la temperatura de almacenamiento son factores que afectan pérdida de peso, textura y la actividad de la polifenoloxidasa en cáscara de tuna. Con respecto al contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y actividad de la enzima pectinesterasa en pulpa de tuna no presentaron diferencia significativa a las diferentes temperaturas de almacenamiento. Sin

embargo, la actividad antioxidante presentó un aumento significativo con el tiempo.

Terán Y4 (2015) manifiesta que la tuna es una planta que se adapta a condiciones especiales que se presentan en zonas áridas y semiáridas del país y sus frutos son comestibles con alto contenido de componentes químicos importantes desde el punto de vista alimenticio, funcional y tecnológico. Se planteó como objetivo Caracterizar físico químico las fracciones: piel, cáscara, pulpa y semillas del fruto. provenientes de El Tocuyo, Municipio Moran, del Estado Lara Determinando que los frutos tienen alto rendimiento en la pulpa (57%), pH (5,98), acidez baja en la cáscara (0,027%) y en la pulpa (0,012%), sólidos solubles (8,33°Brix), azúcares totales (3,533%) y reductores (2,077%) en la pulpa, mayor contenido de humedad en cáscara (88,62%), y vitamina C (21,973mg/100g), alto contenido de proteínas en las semillas (5,629%). Concluyendo que es un fruto con la potencialidad de alimento funcional resultando una alternativa como materia prima para la producción de alimentos.

Farias N5 (2,012) Señala que los ingredientes usados como aditivos colorantes en alimentos deben tener requisitos básicos es fundamental que sean inocuos y poder para colorear con el objeto de utilizar la mínima cantidad posible; ser lo más estable posible a la luz, calor, cambios de pH; no tener aroma ni sabor desagradables, con el fin de no interferir con las características del alimento que se colorea. La búsqueda del colorante y propone el estudio de las betalainas pigmento presente en la tuna purpura para este fin. entre otros vegetales con el objetivo de estudiar la estabilidad y obtener información para su utilización. Concentro jugo de tuna purpura hasta 62-63 grados Brix. Lo envaso en frascos de vidrio y se guardó en refrigeración protegido de la luz. Evaluó el efecto del pH y temperaturas, sobre la estabilidad de los pigmentos provenientes del concentrado en solución acuosa 0,2 % a distintos pH 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 y 7,0. Y diferentes temperaturas 25, 50, 75 y 100 grados C por 5 min respectivamente. Concluyendo que la estabilidad de las betaninas, pigmento presente en mayor proporción se ve afectada por pH ácidos. a partir de los 55°C.

Tomas G⁶ (2,012) estudio los clodiolos, gel y pulpa de tunas rojas, moradas y blancas de la región Ayacucho para determinar minerales, metabolitos secundarios, capacidad antioxidante y evaluarlo como un alimento funcional. Determino la presencia de taninos catéquicos, saponinas esteroidales, flavonoides, cumarinas, y alcaloides; además. reporta magnesio, calcio, fósforo y zinc trazas de hierro y potasio. Con contenido de fibras y proteínas por lo que se les considera un alimento funcional a estos frutos Debido a la presencia de todos estos nutrientes a la tuna se le puede considerar como un alimento funcional.

Melgar B⁷ (2019) manifiesta que la industria agro-alimentaria procesa cantidades de materias primas que conlleva a la generación de millones de toneladas de residuos. sin embargo, la

riqueza organoléptica y la calidad nutraceútica en estos residuos hacen posible su reutilización para generar nuevos productos con repercusiones económicas. En este sentido desarrolla un estudio sobre las características nutricionales, sensoriales y nutraceúticas de *Persea americana* y *Opuntia spp* y sus subproductos, con el objetivo de caracterizar y proponer el aprovechamiento de los residuos generados por dichos cultivos. Esta exploración fue usando técnicas analíticas, bioquímicas y microbiológicas. Caracterizó las propiedades lipídicas, de azúcares y ácidos orgánicos de los frutos. Se evaluó las propiedades nutraceúticas de los compuestos bioactivos de ambos subproductos frutícolas mediante distintas técnicas como Folin-Ciocalteu para la determinación de polifenoles totales, tricloruro de aluminio para evaluar flavonoides totales y el poder reductor, ABTS, DPPH, TBARS y β -caroteno para la determinación de capacidad antioxidante hidrofílica e lipofílica de los extractos. Además, evaluó el poder antimicrobiano, antitumoral y hepatotóxico. Con estos análisis se suponen la obtención de información relevante sobre la extracción de compuestos bioactivos para aplicaciones nutraceúticas y colorantes que pueden ser añadidos a una amplia gama de productos de las industrias farmacéuticas, cosméticas y alimentarias. Piliagua F⁸ (2019) sostiene que el nopal no se aprovecha pese al gran valor nutricional y desarrolla un estudio con el objetivo de demostrar que la pectina extraída del nopal sirve como ingrediente espesante en la elaboración de dulces. Plantea una hidrólisis acida para extraer la pectina y evaluó el contenido de cenizas, humedad y sólidos totales como parámetros físicos-químicos. Caracterizó la pectina obtenida e informa un rendimiento de 1.11 %, grado de metoxilo (22.94 %), esterificación (81.83 %), viscosidad (2.05). concluye que el nopal posee una pectina que la convierte en una alternativa natural y sustentable de elaboración del dulce de cacao.

Lima J⁹ (2017) Se trazó como objetivo la elaboración de una bebida alcohólica destilada utilizando *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna”, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí, Lima – Perú. El análisis bromatológico de la pulpa fresca presenta: 86,0 % de humedad; 2,0 % de fibra cruda; 0,1% de extracto etéreo; 0,4% de cenizas; 0,5% de proteínas; 11,0% de carbohidratos. Además, una acidez total de 0,044 g% ácido cítrico, pH de 6,15 y 11° brix. Los parámetros de fermentación que permitieron el mayor rendimiento fueron pH 4,0, dilución 1:2 (pulpa: agua) y concentración de levadura 0,4 g/L obteniendo una bebida destilada con 48,00 % v/v de etanol, 0,05 g/L de extracto seco y 79.24 mg/100 mL de acidez volátil.

II. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

2.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El método científico resulta ser una herramienta de valor incalculable para que mediante su aplicación de aclaren, descubran, describan los orígenes, causas y efectos de problemas que aquejan a la humanidad. Un problema a resolver es mantener el desarrollo económico sostenible de regiones o pueblos, que merced al aprovechamiento de algún recurso natural, luchan por escapar de la pobreza; principal freno para el desarrollo socio cultural de la población. En nuestro país el auge agro exportador se debe principalmente a las regiones costeras probablemente por las grandes superficies de terrenos que se destinan a los cultivos y el buen clima que sumado a la inversión de tecnología modernas se favorecen para el éxito de toda la actividad agro exportadora. *Opuntia Ficus Indica* es una especie vegetal que crece favorablemente en las zonas andinas y que su boom económico basado en la exportación de la cochinilla, insecto del cual se extrae el colorante carmín, viene siendo reemplazado paulatinamente por productos innovadores que superan los beneficios del carmín. Esta preocupante observación inclino mi decisión de iniciar estudios para agregar valor a este cultivo y desarrolle el presente tema a fin de dar utilidad sostenible a sus frutos, las tunas, iniciando una propuesta de obtener un licor de tunas que conserve las propiedades nutraceuticas de los frutos de y que a futuro cercano pueda ser trabajado para la introducción como un producto de consumo masivo en diferentes sociedades.

2.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.2.1. Tipo de investigación

El estudio que aportará conocimientos fundamentales o básicos para el uso técnico-científico y aprovechamiento de un recurso natural es un estudio básico.

2.2.2. Nivel de investigación

Es un trabajo investigación cuantitativo puesto que se medirán las variables procesos de obtención, fenoles totales y actividad antioxidante en el licor de tuna a obtener.

Por el tiempo y la secuencia en que se desarrolló el trabajo la investigación es un estudio transversal observacional – experimental porque la muestra a tratar como la información hallada son del mismo tiempo en que se ejecuta el trabajo.

2.2.3. Diseño de la investigación

El diseño de trabajo es experimental ya que se usó información ya existente (métodos de ensayos de obtención de zumos de frutos, obtención de vinos y licores, cuantificación de fenoles totales porcentaje actividad antioxidante) que competentemente utilizados nos han permitido alcanzar los objetivos propuestos a inicio.

2.2.4. Población y muestra

Población

La población estuvo constituida por todos los frutos de la especie vegetal *Opuntia Ficus Indica* (variedad roja) que crecen en el distrito de canaria, de la provincia de Víctor Fajardo de la Región Ayacucho.

Muestra

Estuvo constituida por 20 Kg de frutos de la especie *Opuntia ficus Indica* (variedad roja) que crecen en el distrito de canaria, de la provincia de Víctor Fajardo de la Región Ayacucho.

2.2.5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

2.2.5.1. OBTENCIÓN DE ESPECIE VEGETAL A ESTUDIAR

Los frutos de tunas variedad roja fueron cosechados del fundo de la familia Medina Curiñaupa en el distrito de canaria, provincia de Víctor Fajardo, región Ayacucho e inmediatamente fueron trasladadas por el tesista al Laboratorio de Química Analítica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNICA.

2.2.6. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

2.2.6.1. OBTENCIÓN DE ESPECIE VEGETAL A ESTUDIAR

Los pasos ejecutados con las muestras son los siguientes:

1º Limpieza externas de todo aquello diferente y no perteneciente al fruto:
Mediante inspección ocular se detectaba toda partícula extraña al fruto y se retiraba

con las manos protegidas con guantes apropiados que impidan que las espinas presentes en los frutos causen malestar.

2º Pesada de producto que ingresa al proceso.

Haciendo uso de una balanza comercial se pesan porciones de 5 Kg de tuna

3º Pelado o retiro de cáscara para la obtención de la parte comestible

Con cuchillo de acero inoxidable se cortan los extremos de los frutos y seguidamente se hace un corte longitudinal sobre el cuerpo del fruto. Desde este corte se jala el pellejo de la tuna y se separa la parte comestible que se deposita en un bol de acero inoxidable de tamaño apropiado.

3º pesada de la parte comestible del fruto

Los frutos desprovistos de sus cáscaras son pesados en porciones de 1 kg y guardados en bolsas de polietileno nuevas y puestas en la refrigeradora hasta su posterior procesamiento.

4º Despulpado estrujado

Las pulpas de los frutos fueron estrujadas manualmente hasta obtener partículas menores a 0.5 cm y se dejan en reposo por 3 horas para efectuar la filtración y obtener el zumo de los frutos que serán sometidos a su análisis organoléptico y físico químico correspondiente.

5º Filtración

La filtración se hace aplicando vacío. Se coge un matraz Kitazato y se tapa con un embudo de Buchner, se acondiciona el manto filtrante que es una tela de algodón de color blanco, se acopla el vacío, se enciende la bomba de vacío mientras se deja caer el líquido a filtrar; graduando la fuerza de la bomba de vacío para obtener una filtración permanentemente controlada. Culminada la filtración se procede a guardar el líquido filtrado en recipientes de plástico protegiéndolo de la luz y en la refrigeradora.

2.2.6.2. CARACTERIZACIÓN DE JUGO O ZUMO DE TUNAS OBTENIDO POR ESTRUJADO MANUAL DE LOS FRUTOS.

Para esta parte del trabajo se usó el zumo o jugo de tunas variedad roja procedente de la filtración del estrujado de estos frutos. Se ejecutaron las siguientes determinaciones:

A) Determinación de las características organolépticas

Utilizando los órganos de los sentidos se determinó:

Color: Se coge un tubo de ensayos de 13 x 100 mm y se depositan en el 10 ml de la muestra a analizar se deja en reposo por 30 minutos al abrigo de la luz y desde aquí se juzga el color.

Olor: El tubo de ensayos que se utilizó para la evaluación del color se acerca a la cercanía de las fosas nasales y por ventilación palmar se acerca los olores a la nariz para juzgar el olor.

Aspecto: Con una pipeta de 1 ml se retira la muestra a analizar y se juzga su consistencia depositando una o dos gotas entre los dedos índice y pulgar, preliminarmente se juzga transparencia.

Sabor: A sabiendas que se trata de un producto comestible desde el tubo de ensayo que contiene la muestra a analizar se lleva a la boca una porción de la muestra para percibir su sabor

B) Determinación de las Características físico químicas

Para esta parte del trabajo se usaron: 1° El zumo de los frutos obtenidos por estrujado de los frutos. Sin tratamiento y 2° El líquido filtrado del tratamiento del estrujado de los frutos con el doble de su volumen de aguas destilada y calor. Se ejecutaron las siguientes determinaciones:

1° Determinación del contenido de sólidos solubles totales

- a) **Método:** Gravimetría por destilación
- b) **Definición:** Son los compuestos químicos totales que se encuentran disueltos en el material que se analiza.
- c) **Fundamento:** El método está basado en la aplicación de calor en el material que esta siendo analizado con el propósito de evaporar toda la parte líquida que lo contiene. Dejando un producto de naturaleza sólida o semisólida que

son los sólidos solubles.

d) Procedimiento: En una cápsula de peso conocido se depositan 10 ml del material a analizar y se lleva a la estufa con corriente de aire acondicionada a 90-95 °C hasta constancia de peso.

e) Resultados:

Los resultados se obtienen de la aplicación de la relación siguiente:

Se calcula de la relación siguiente:

$$gSS/100mL = gRS \times 10$$

$$gSS = g \text{ de solidos solubles}/100 \text{ ml}$$

$$gRS = \text{gramos de residuo que quedan después de evaporar el solvente}$$

$$10 \text{ ml de la muestra analizada}$$

2° Determinación del contenido de grados Brix

a) Método: Sacarimétrico

b) Definición: El grado °Brix es la forma de expresar el contenido de azúcar disuelto en el material que se analiza. Un grado Brix es equivalente a un gramo de sacarosa en 100 ml de la disolución.

c) Procedimiento: Se acondiciona el sacarímetro, el material a analizar se homogeniza con la ayuda de un gotero se depositan dos gotas del material a analizar en el compartimento porta muestra.

d) Resultados. En la pantalla digital del sacarímetro aparecerá el número que marca los °Brix del material que se analiza.

3° Determinación de cenizas.

a) Método: Incineración pirolítica

b) Definición. La ceniza es el residuo sólido que queda después de haber incinerado toda la materia orgánica del material que se analiza.

c) Fundamento.- El método está basado en la aplicación de calor fuerte en el material que se analiza para eliminación de la parte orgánica quedando como

residuo una parte solida de color blanco o grisáceo que son las cenizas o parte inorgánica del material analizado,

d) Procedimiento.

Se homogeniza el material a analizar y se depositan 10 mL en una cápsula de peso conocido, se lleva a la carbonización de la materia orgánica cuidando que no se encienda ni se produzcan salpicaduras hasta que todo esté color negro, con la ayuda de una pinza porta capsulas se introduce en la mufla graduado a una temperatura de 550-560 |C hasta constancia de peso.

Resultados:

Los resultados se calculan con la expresión siguiente:

$$\% \text{ de Ceniza} = \text{gRS} \times 10$$

$$\% \text{ de Ceniza} = \text{g de ceniza} / 100 \text{ ml}$$

$$\text{gRS} = \text{gramo de residuo solido o cenizas}$$

$$10 \text{ factor para referir a } 100 \text{ mL}$$

4° Determinación de acidez titulable:

a) **Método:**

De análisis químico analítico cuantitativo volumétrico acido base

b) **Fundamento**

El método está basado en el empleo de reacciones químicas de neutralización acido-base. Ácidos y bases reaccionan cuantitativamente entre sí en números idénticos de equivalentes químicos; el sistema o acido o alcalino antes de la neutralización se debe de monitorear con el uso de un indicador acido-base ya que estas reacciones no van acompañadas de un cambio macroscópico visible. La acidez se determina haciendo uso de una solución valorada de un álcali de concentración conocida.

c) **Procedimiento.**

Para cada muestra a analizar se procede como sigue: En un matraz Erlenmeyer de 250 mL se colocan 150 mL de agua destilada, con una pipeta se agregan la alícuota 5.00 mL de la muestra a analizar preliminarmente homogenizada y 4 gotas de indicador fenolftaleína 0.1 %; se procede a la titulación desde una bureta cargada con solución de NaOH 0.05 N hasta que aparezca el color rojo

grosella característico de medios básicos en presencia de fenolftaleína. Para cada muestra el trabajo se hace por triplicado

d) Resultados.

Los resultados se obtienen utilizando la expresión siguiente:

$$\text{Meq acidez/100 mL} = \text{ml CR} \times \text{N NaOH} \times \text{F}$$

Donde:

Meq de acidez / 100 ml = miliequivalentes de ácido en cada 100 ml de muestra

mL CT = ml de Hidróxido de sodio 0.05 N consumidos en la titulación

N = Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

F = 20 (factor para llevar a 100 ml)

5°. Determinación del pH

a) Método: Potenciometría

b) Definición: Es un método de análisis químico que aprovecha la electroquímica y mide la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos en una disolución, solución, siendo el potencial de uno de los electrodos función de la concentración del ión que se determina.

c) Fundamento

El potenciómetro o medidor de magnitudes de pH es un instrumento científico (electrodo de hidrogeno) que mide la actividad de iones hidrogeniones presentes en solución acuosa indicando su grado de acidez o basicidad. El medidor de pH mide la diferencia de potencial eléctrico entre los iones hidrogeniones y un electrodo de referencia de hidrogeniones.

d) Procedimiento

Se coge el equipo medidor de pH o potenciómetro para la medición de concentración de hidrogeniones; se calibra con solución buffer de pH 7 y luego con solución buffer de pH 4. Luego se miden 20 ml de la muestra a analizar y se depositan en vaso de precipitados de 50 mL. Se introduce el electrodo de hidrógeno se espera que se estabilice la lectura lo cual debe durar entre 1-2 minutos. y se observa el valor del pH del material analizado directamente

e) **Resultados:** Se registran directamente en la pantalla digital del instrumento.

De las evaluaciones hasta parte del trabajo se deciden acciones para obtener el licor de tunas

2.2.6.3. CHAPTALIZACIÓN DEL JUGO DE *OPUNTIA FICUS INDICA* (TUNA) VARIEDAD ROJA.

Para esta parte del trabajo se utilizó el zumo o jugo de tunas procedentes de la filtración del estrujados de estos frutos y fue tratado como sigue: un volumen del líquido filtrado del estrujado de frutos de tuna se puso en contacto con dos volúmenes de agua destilada y llevados a la acción del calor de 80-85 °C por 12 horas, se retira del calor y se filtra. El filtrado es sometido a una caracterización organoléptica y físico química tal como lo fue analizado el líquido filtrado procedente del estrujado de los frutos. Los procedimientos y detalles fueron los mismos a los descritos en el Item 2.2.5.3. de este trabajo. Los resultados de la determinación del contenido de azúcares fermentables fueron utilizados para hacer los cálculos necesarios y determinar los gramos necesarios de sacarosa a añadir para llevar al zumo a un contenido de 24°Brix de dulzor.

2.2.6.4. PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE LICOR DE *OPUNTIA FICUS INDICA* (TUNA) VARIEDAD ROJA

Para la obtención del licor de tunas el zumo chaptalizado hasta alcanzar 24°Brix se divide en tres porciones y con cada una de ellas se ensayó un proceso de obtención del licor de tunas. Estos son:

Proceso 1: Un litro del zumo chaptalizado a 24°brix se le incorpora 1 mL de suspensión de levadura o fermento activada (*S. cerevisiae* al 0.1 % preparada con solución de sacarosa 5 %) y se deja fermentar por 20 días en recipiente cerrado con ducto de salida para los gases formados en la fermentación y cuidando que la temperatura no exceda los 25°C. Culminado este tiempo se filtra y se añade 1.0 mL de solución de bisulfito de potasio 0.1 %. Por litro de zumo tratado.

Proceso 2: Un litro del zumo chaptalizado a 24°brix se le incorpora 1 mL de suspensión de levadura o fermento activada (*S. cerevisiae* al 0.1 % preparada con solución de sacarosa 5 %) y se deja fermentar por 10 días en recipiente cerrado con ducto de salida para los gases formados en la fermentación y cuidando que la temperatura no exceda los 25°C Culminado este tiempo se filtra, se retira muestra para evaluar el contenido alcohólico, y se procede al corte de la fermentación por adición de un volumen de pisco o aguardiente de uva necesario para alcanzar un contenido alcohólico entre 12-14 °Gay Lussac y se deja en reposo en recipiente cerrado por 10 días y se filtra; Al líquido filtrado se añade 1.0 mL de solución de bisulfito de potasio 0.1% / litro y se guarda protegido de la luz por dos meses.

Proceso 3: Un litro del zumo chaptalizado a 24°brix se le incorpora 1 mL de suspensión de levadura o fermento activada (*S. cerevisiae* al 0.1 % preparada con solución de sacarosa 5 %) y se deja fermentar por 5 días en recipiente cerrado con ducto de salida para los gases formados en la fermentación y cuidando que la temperatura no exceda los 25°C Culminado este tiempo se filtra, se retira muestra para determinar el contenido alcohólico, y se procede al corte de la fermentación por adición de un volumen de pisco o aguardiente de uva necesario para alcanzar un contenido alcohólico entre 12 – 14 ° gay Lussac y se deja en reposo en recipiente cerrado por 20 días y se filtra; Al líquido filtrado se añade 1.0 mL de solución de bisulfito de potasio 0.1% / litro y se guarda protegido de la luz por 40 días más.

2.2.6.5. CARACTERIZACIÓN ORGANOLÉPTICA DE LOS LICORES DE *OPUNTIA FICUS INDICA* (TUNA) VARIEDAD ROJA OBTENIDOS DE LOS PROCESOS 1, 2 Y 3 RESPECTIVAMENTE.

Para esta parte del trabajo se utilice los líquidos filtrados de los productos obtenidos de los términos de los procesos 1, 2 y 3 detallados en el ítem 2.2.5.5. Las determinaciones fueron generales es decir primero deberían elegir el licor de su

preferencia. Para esta labor los degustadores resolverían la ficha de encuesta propuesta en la tabla 1. En esta primera tarea se elige cual es el licor más preferido. Para este proceso se dio a degustar un volumen de 25 mL contenidos en un vaso adecuado y evaluado el primer licor hubo un intervalo de 15 minutos para la evaluación del segundo del segundo licor, similarmente se procedió con el tercer licor. La ficha de evaluación a cada uno de los licores obtenidos de cada proceso se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1. Ficha para evaluar cuál de los tres licores obtenidos tiene mayor preferencia

LICOR	EVALUADO														
	COLOR			OLOR			SABOR			ASPECTO			°ALCOHOLICO		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	A	b	c	a	b	c
1															
2															
3															
El licor de su preferencia es:															

Leyenda:

1= Licor procedente del proceso 1

2= Licor procedente del proceso 2

3= Licor procedente del proceso 3

a=malo

b= regular

c=bueno

Esta ficha fue llenada por cada uno de los 20 degustadores. Culminada esta etapa del trabajo. En otra tarea similar el licor preferido por los degustadores fue sometido a una determinación de su grado de aceptabilidad por 20 personas de mi entorno amical y trabajadores de la Facultad de Farmacia y Bioquímica los que evaluaron el color, olor, sabor, aspecto y grado alcohólico con una escala de valores de excelente 5 puntos, bueno 4 puntos, aceptable 3 puntos, poco aceptable 2 puntos y 1 no aceptable 1 punto. se

procedió a evaluar el grado de aceptación o aceptabilidad del licor de mayor preferencia. La evaluación se realizó mediante ficha de recopilación de información que se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 2. Ficha de recopilación de la información de la evaluación de grado de aceptación del licor de mayor preferencia.

E	EVALUADO																								
	COLOR					OLOR					SABOR					ASPECTO					GRADO ALCOH.				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1																									
2																									
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									

Leyenda:

E = Evaluador

Los evaluadores anotan su preferencia marcan con un X o con un aspa cada ítem a evaluar con los calificativos de.

5 = excelente, 4 = Bueno, 3 = Aceptable, 2 = poco aceptable y 1 = no aceptable

2.2.6.6. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL LICOR DE *OPUNTIA FICUS INDICA* (TUNA) VARIEDAD ROJA QUE TUVO EL MAYOR GRADO DE ACEPTABILIDAD.

Para esta parte del trabajo se utilizó el licor que obtuvo el mayor grado de aceptabilidad (el procedente del proceso tres) determinado por la evaluación de 20 degustadores. Se determinó:

1° Determinación de sólidos solubles totales: Método gravimétrico

Esta determinación se realizó siguiendo las pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo utilizando como muestra el licor de tunas a evaluar.

2° Determinación de cenizas: Método gravimétrico

Esta determinación se realizó siguiendo las pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo utilizando como muestra el licor de tunas a evaluar.

3° Determinación de los grados Brix.

Esta determinación se realizó siguiendo las pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo utilizando como muestra el licor de tunas a evaluar.

4° Determinación de la acidez titulable: Método de análisis químico cuantitativo ácido-base.

Esta determinación se realizó siguiendo las pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo utilizando como muestra el licor de tunas a evaluar.

5° determinación del pH

Esta determinación se realizó siguiendo las pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo utilizando como muestra el licor de tunas a evaluar.

6° Determinación de grado alcohólico

a) **Método:** Destilación simple

b) Definición

Es el contenido de alcohol del material que se analiza expresado en grados Gay Lussac por cada 100 mL del material analizado.

c) **Fundamento:**

El método se basa en la separación del total del alcohol del material que se analiza por destilación simple, el alcohol se recibe en un recipiente de volumen conocido,

terminada la destilación del alcohol se agrega agua destilada al contenido alcohólico hasta alcanzar el volumen de la muestra analizada. Seguidamente se mide el grado alcohólico con un alcoholímetro.

d) Procedimiento:

Se mide en una probeta 100 ml de la muestra a analizar y se deposita en el matraz de destilación de 250 mL de fondo redondo y boca esmerilada, se agregan unas perlas de vidrio, se conecta el refrigerante y se inicia la destilación recibiendo el destilado en una probeta de 100 mL. La destilación concluye cuando se ha destilado 75 ml de la muestra. Se retira la probeta y se completa a un volumen de 100 mL haciendo uso de agua destilada. seguidamente con la ayuda de un alcoholímetro se determina el grado alcohólico.

e) Resultados.

Los grados alcohólicos del material que se analiza se toma por lectura directa del alcoholímetro.

2.2.6.7. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FENOLES TOTALES

Esta parte del trabajo se realizó en tres muestras:

1. Zumo recientemente obtenido de tunas
2. Zumo tratado antes de la chaptalización
3. Licor de tuna de mejor aceptación

a) Método: Espectrofotométrico usando el reactivo de Folin Ciocalteu

b) Fundamento:

La determinación está basada en la reacción del reactivo de Folin Ciocalteu que es una mezcla de ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico de color amarillo y los fenoles presentes en el material que se analiza como producto de ello el reactivo se reduce y el color amarillo cambia a un color azul intenso. La intensidad de la reacción se mide espectrofotométricamente

c) Reactivos

Reactivo de Folin Ciocalteu : Se compra de proveedores

Carbonato de sodio 20% En un pequeño vaso de precipitados se pesan 20 g de carbonato de sodio, se disuelven con agua destilada y se pasa cuantitativamente a una fiola de 100 mL y se enrasa.

Solución madre de ácido gálico Se prepara disolviendo 1.0 g de ácido gálico en 100 mL de agua destilada

Disoluciones estándares de ácido gálico 20, 40, 60, 80 y 100 mg/100 mL, respectivamente.

Se cogen 5 fiolas de 100 mL se enumeran y se les añade unos 50 mL de agua destilada y luego en cada una de ellas 2, 4, 6, 8 y 10 mL de la solución madre de ácido gálico y se enrasan las fiolas a 100 mL.

d) Preparación de la muestra a analizar.

Para esta parte del trabajo se usó el licor de tuna que obtuvo el más alto grado de aceptación. El zumo recientemente obtenido por estrujados de los frutos de la tuna. Sin tratamiento y el zumo o jugo obtenido del tratamiento un volumen de estrujado con dos volúmenes de agua destilada, calor y filtrado. Es decir zumo antes de la chaptalización.

e) Obtención de la curva de calibración entre el reactivo de Folin Ciocalteu y las soluciones estándares de ácido gálico 20, 40, 60, 80 y 100 mg/100mL respectivamente.

Para cumplir con este trabajo se procedió como se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 3. Esquema de trabajo para la obtención de la curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu.

Soluciones estándares de ácido gálico	Cantidad analizada	Agua destilada	Na₂CO₃ 20%	Reactivo de Folin Ciocalteu mL
--	---------------------------	-----------------------	---	---------------------------------------

	mL	mL	mL	
00 mg/100mL	0.0	8.5	1.0	0.5
20 mg/100mL	0.1	8.4	1.0	0.5
40 mg/100mL	0.1	8.4	1.0	0.5
60 mg/100mL	0.1	8.4	1.0	0.5
80 mg/100mL	0.1	8.4	1.0	0.5
100 mg/100mL	0.1	8.4	1.0	0.5

Los reactivos se adicionan en el orden de izquierda a derecha se homogenizan y se dejan en reposo cuidando que no les de la luz y se mantiene así por de 30 minutos. Tiempo después del cual se lleva a la lectura en el espectrofotómetro calibrado a 760 nanómetro de longitud de onda

f) Cuantificación de fenoles en la muestra analizada

El trabajo se realizó por triplicado y con tres muestras diferentes. Los procesos y detalles se presentan en el esquema siguiente:

Tabla 4. Esquema de trabajo para la determinación del contenido de fenoles totales en las muestras que se analizan.

Muestra	N° de determinaciones	Reactivos			
		Alícuota (ml)	Agua destilada (mL)	Carbonato sódico (mL)	Reactivo Folin Ciocalteu (mL)

Blanco	1	00	8.5	1.0	0.5
Zumode tuna recientemente obtenido. Sin tratamiento	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
Zumode antes de la chaptalización	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
Licorde tuna con mayor grado de aceptación	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5

Fuente: El autor del trabajo

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se dejan en reposo protegidos de la luz por un periodo de 30 minutos. Culminado el reposo se lleva al espectrofotómetro para la lectura de las absorbancias a una longitud de onda de 760 nanómetros.

2.2.6.8. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

- a) **Método:** Espectrofotométrico usando DPPH como radical libre,
- b) **Fundamento del método**

La determinación de la actividad antioxidante esta basada en que el radical libre 1,1difeníl-2-picrylhidrazil (DPPH) en disolución etanólica presente un intenso color azul

Violáceo cuya intensidad se mide en el espectrofotómetro a 517 nanómetros de longitud de onda, y cuando interacciona con compuestos que poseen antioxidantes, estos dependiendo de su actividad antioxidante, disminuyen la concentración por consumo o atrapamiento del radical libre DPPH que se monitorea en el espectrofotómetro.

c) Reactivos

Disolución de DPPH de absorbancia conocida

Se prepara disolviendo 22 mg del radical libre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil en etanol 96°.

Disoluciones madre de ácido gálico

Se preparó con 100 mg de ácido gálico disueltos hasta completar 100 mL de la disolución.

Disoluciones estándares de ácido gálico

Se cogen 5 fioles de 100 mL y se depositan 5, 10, 15, 20 y 25 mL de la solución madre de ácido gálico respectivamente en cada una de ellas 100 mL de disolución conteniendo 1 mg de ácido gálico/ml de disolución y se enrasan las fioles. Con lo que consigue preparar las disoluciones estándares de 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico/100 mL respectivamente.

d) Expresión de la actividad antioxidante como % de inhibición al radical libre DPPH

La actividad antioxidante se expresa como el porcentaje de inhibición al radical libre DPPH. La absorbancia de la solución de DPPH medida a 517 nanómetros y sin influencias de ningún antioxidante se considera como 100 % de la actividad del radical libre, la misma disolución se pone en contacto con la muestra que si tiene componentes antioxidantes estos reaccionarán con el DPPH y lo consumirán provocando disminución de la absorbancia preliminarmente registrada para el DPPH solo. La pérdida de la intensidad se calcula en términos de porcentaje y eso corresponde a la actividad antioxidante de la muestra analizada.

e) **Procedimiento para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas.**

Para esta parte del trabajo se usaron las mismas muestras que las utilizadas para la determinación del contenido de fenoles totales, similarmente el trabajo se hizo por triplicado, Los procesos se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5. Esquema de trabajo para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas y expresar el resultado como % de actividad antioxidante.

MUESTRA	N° REPE- TICIONES	PROCESO		
		CANTIDAD ANALIZADA (ML)	SOLVENTE	SOLUCIÓN DE DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
DPPH solo	1	0.0	0.0	3.0
	2	0.0	0.0	3.0
	3	0.0	0.0	3.0
Zum de tuna recientemente obtenido. Sin tratamiento	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Zum de tuna antes de la chaptalización	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Licor de tuna de mayor aceptación	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Fuente: El autor del trabajo

Los reactivos se agregan en el orden d izquierda a derecha, se homogenizan y se deja en reposo protegiéndolos de la luz, por un tiempo de 30 minutos. Concluido el reposo se lleva al espectrofotómetro para la lectura de sus absorbancias a 517 nanómetros de longitud de onda.

f) **Obtención de la curva de calibración ngtre las soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH de absorbancia conocida.**

Los procesos para esta determinación se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 6. Esquema de trabajo para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas y expresar el resultado como % de actividad antioxidante.

MUESTRA	CANTIDAD ANALIZADA (ML)	SOLVENTE (ML)	DPPH (ML)
Blanco	00	3	0.0
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.1	0.0	2.9

Fuente: El autor del trabajo

Los reactivos se agregan y se homogenizan. Se dejan en reposo por 15 minutos al cuidado de la luz. Transcurrido el tiempo se lleva al espectrofotómetro para su lectura a 517 nanómetros de longitud de onda.

III. RESULTADOS

3.1. De la muestra estudiada

La especie vegetal estudiada fueron los frutos de *Opuntia ficus Indica* (tuna) variedad roja. La clasificación botánica fue hecha por el Biólogo David Miranda profesor de Botánica Sistemática de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. (Anexo 1)

3.2. Del tratamiento a la muestra estudiada

El rendimiento de pulpa, promedio de tres determinaciones efectuadas y con 1,370 g, 1,984 g y 2,460 g de frutos de tuna variedad roja, es de 56.20 % y de cáscaras 42.84 %.

3.3. De la obtención de zumo o jugo por estrujado manual de los frutos y zumo diluido con el doble de su volumen con agua destilada y calor.

El promedio de zumo o jugo de tunas variedad roja recientemente obtenidos por estrujados de los frutos es de 100% con respecto al peso de pulpa tratada. 1.0 kg de pulpa produce un litro de zumo estrujado. Cuando este estrujado es filtrado se obtiene 420.0 mL de jugo o zumo de tuna.

420.0 mL de jugo o zumo de pulpa de frutos de tunas variedad roja estrujados se diluyen con 840 mL de agua destilada puestos a la acción del calor hasta alcanzar 80-85 °C y se mantiene así por 12 horas,

3.4. De las características organolépticas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.

Los resultados de las características organolépticas se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 7. Resultados de las determinaciones organolépticas a los zumos o jugos recientemente obtenidos sin tratamiento y zumo obtenido con tratamiento de agua destilada y calor.

MUESTRA	OBSERVADO			
	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
Jugo o zumo de tunas variedad roja obtenidos recientemente por estrujado manual	Rojo	Sui generis	Sui generis Agradable Dulce	Líquido denso
Jugo o zumo de tunas variedad roja obtenidos por tratamiento con dos volúmenes de agua destilada y calor.	Roja	Sui generis	Sui generis Poco agradable Soso	Líquido Fluido

Fuente. Del autor del trabajo

3.5. De las características físico químicas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.

Los resultados de la caracterización físico química de los zumos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 8. Resultados de las características físico químicas de los jugos o zumos de tunas variedad roja.

MUESTRA	DETERMINADO				
	SOLIDOS SOLUBLES TOTALES	GRADOS BRIX	CENIZAS	ÁCIDEZ TITULABLE	PH
Jugo o zumo de tunas variedad roja recién obtenidos sin tratamiento	15.54	7.7	0.24 %	1.2 meq/100 mL	4.6
Jugo o zumo de tunas variedad roja con tratamiento de destilada y calor	5.36	2.8	0.09	0.54 meq/100 mL	5.9

Fuente: del autor del trabajo

3.6. De las características del zumo o jugo de tunas diluidos con dos volúmenes de agua destilada y chaptalizado a 24°brix de dulzor.

Para esta parte del trabajo se usó el líquido filtrado procedente de la dilución del jugo o zumo de tuna y su posterior tratamiento con calor y luego fue chaptalizado. Los resultados se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 9. Características organolépticas del zumo o jugo de tunas chaptalizado

MUESTRA	OBSERVADO			
	COLOR	OLOR	SABOR	ASPECTO
Jugo o zumo de tunas variedad roja chaptalizado	Rojo	Sui generis	Sui generis Agradable Marcadamente dulce	Líquido fluido viscoso

Fuente: El autor del trabajo

Tabla 10. Características físico químicas del zumo o jugo de tunas chaptalizado

Muestra	Evaluado					
	Sólidos Solubles	Ceniza	°Brix	Acidez titulable	pH	Grado alcohólico
Zumo de tunas rojas obtenidos, recientemente obtenidos, tratados y chaptalizado	29.1 %	0.36 %	24.1° °Brix	1.2 Meq/100 mL	4.2 Unidades	N.D.

Fuente; El autor del trabajo

3.7. De la elección del licor de preferencia de los licores de tunas obtenidos por tres diferentes procesos.

De esta parte del trabajo las evaluaciones revelan:

Para el licor procedente del proceso 1. La preferencia fue nula por el gran contenido alcohólico y poco agradable al gusto y olor.

Para el licor procedente del proceso 2: La preferencia fue de solo dos personas mayoritariamente rechazaron por el contenido de grado alcohólico y poco grado de dulzor.

Para el licor procedente del proceso 3: La preferencia fue mayoritaria por su notorio y aceptable grado alcohólico y por su grado de dulzor.

Con respecto al color y aspecto las apreciaciones fueron buenas en general el licor de mayor preferencia es el licor procedente del proceso tres.

3.8. De la determinación del grado de aceptación del licor de tunas procedente del proceso tres.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 11. Resultados de las evaluaciones organolépticas al licor de tuna de mayor aceptabilidad.

E	EVALUADO																								
	COLOR					OLOR					SABOR					ASPECTO					GRADO ALCOH.				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					X					X					X					X					x
2					X					X					X					x					x
3					X					X					X					X					x
4					X					X					X					X					x
5				X						x					x					X					x
6					X					X					x					x					x
7					X					x					X					x					x
8					X					X					X					X					x
9					X					x					X					x					x
10					X					X					X					x					x
11				X						x					x					x					x
12					X					X					X					X					X
13					X					X					X					X					x
14					X					X					X					X					x
15					X					x					X					X					x
16					X					X					X					X					x
17					X					X					X					x					x

Tabla 12. Resultados de las evaluaciones físico químicas al licor de tunas de mayor aceptación.

Muestra	Evaluado					
	Solidos Solubles	Ceniza	°Brix	Acidez titulable	pH	Grado alcohólico
Licor de tunas con mayor grado de aceptación	12.9 %	0.41 %	12° °Brix	1.6 Meq/100 mL	3.4 Unidades	12.8

Fuente: del autor del trabajo

3.10. De la determinación del contenido de fenoles en el zumo recientemente obtenido y en el licor procedente del proceso tres.

A) De la obtención de la curva de calibración entre las disoluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

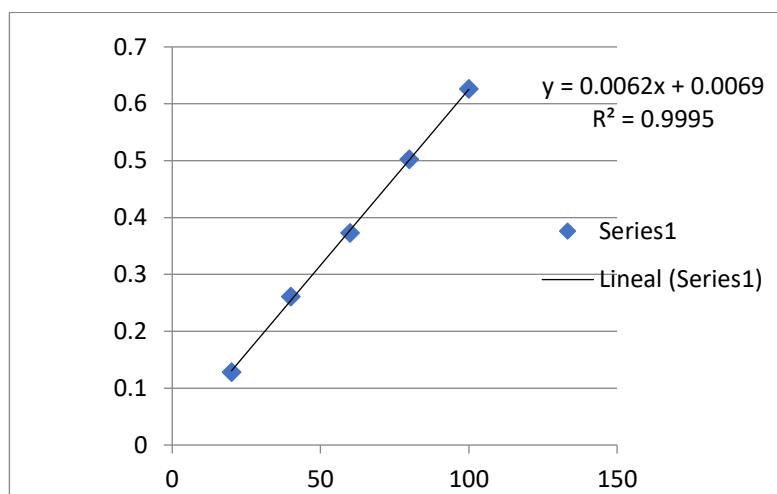
Tabla 13. Resultados de las absorbancias de las soluciones estandartes de ácido gálico frente al reactivo Folin Ciocalteu.

MUESTRA	ML. ANALIZADO	ABSORBANCIA
Blanco	0.0	0.000
Ácido gálico 20 mg/100 mL	0.1	0.128
Ácido gálico 40 mg/100 mL	0.1	0.261
Ácido gálico 60 mg/100 mL	0.1	0.373
Ácido gálico 80 mg/100 mL	0.1	0.502
Ácido gálico 100 mg/100 mL	0.1	0.626

Fuente: Del autor del trabajo

Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico se analizan por el método estadístico de los mínimos cuadrados para obtener los valores de la recta $y = mx + b$. Con estos resultados se obtiene la curva de calibración cuyo grafico es el siguiente:

Gráfico 1. Curva de calibración de la reacción entre soluciones estandartes de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu



Fuente: tabla n 9

Determinados los valores de $m = 0.0062$ y $b = 0.00691008$ se determinan matemáticamente las concentraciones de las muestras cuyas absorbancias se las muestras analizadas.

B) De la determinación del contenido de fenoles totales en las muestras analizadas

El contenido de fenoles torales en las muestras analizadas se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 14. Resultados del contenido de fenoles totales en las muestras analizadas

MUESTRA	REPETICIONES	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN
Zumode tuna recién obtenido. Sin tratamiento	1	0.425	66.92
	2	0.443	70.32
	3	0.446	70.89
Promedio	0.441		69.94
Zumode tuna con tratamiento	1	0.568	93.91
	2	0.577	95.60
	3	0.571	94.47
Promedio	0.572		94.66
Licorde tuna de mejor aceptación	1	0.436	69.00
	2	0.429	67.68
	3	0.425	66.92
Promedio	0.430		67.87

Fuente: del autor del trabajo

3.11. De la determinación de la actividad antioxidante del zumo de tunas recientemente obtenido y del licor procedente del proceso tres

A) De la determinación de la absorbancia del radical libre solo y de las soluciones estándares de ácido gálico

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 15. Resultados de las absorbancias del radical libre solo DPPH y de su reacción con soluciones estándares de ácido gálico

MUESTRA	ABSORBANCIA
Blanco	0.00
DPPH solo	1.052
Ácido gálico 5 mg/100 mL	0.966
Ácido gálico 15 mg/100 mL	0.801
Ácido gálico 15 mg/100 mL	0.660
Ácido gálico 20 mg/100 mL	0.504
Ácido gálico 25 mg/100 mL	0.361

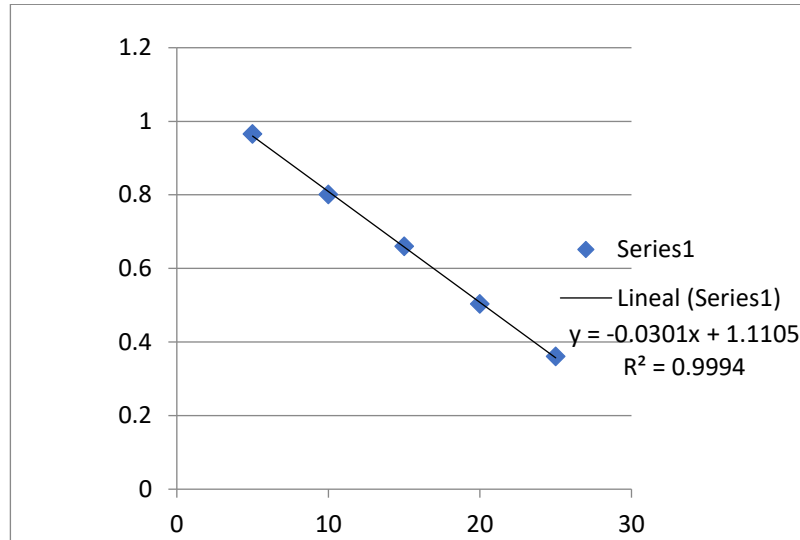
Fuente: del autor del trabajo

Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico se someten a un análisis estadístico por el método de los mínimos cuadrados y se obtienen los valores de la recta $y = mx + b$.

B) Del análisis de datos de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.

Con los datos de las absorbancias de las reacciones entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH se obtiene la curva de calibración de estas reacciones.

Grafico 2. Curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.



Fuente: tabla 15

C) De la determinación del % de inhibición al radical libre DPPH

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 16. Resultados de las absorbancias de las muestras analizadas

Muestra analizada	Absorbancia	Actividad inhibitoria al radical DPPH
Blanco	0.0	0.0
DPPH solo	1.052	100
Zumo de tuna recién obtenido	0.427	59.41
Zumo de tuna con tratamiento	0.302	71.29
licor de tuna procedente del proceso tres	0.408	61.21

Fuente: Datos del autor del trabajo

D) Determinación de las equivalencias en mg ácido gálico/100 ml de las muestras analizadas.

Para esta determinación se utilizan las absorbancias de las muestras analizadas y se tratan matemáticamente con la ecuación de la recta $Y = mX + b$ donde Y es la absorbancia de la muestra, $m = -0.0301$ el valor de la pendiente y $b = 1.1105$ el valor del intercepto. Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 17. Resultados de la actividad antioxidante como equivalentes a actividad antioxidante de soluciones en mg de ácido gálico/100 mL absorbancias de las muestras analizadas

Muestra analizada	Absorbancia	Equivalente a ácido gálico mg/100 ml
Blanco	0.0	0.0
Zumo de tuna recientemente obtenido	0.427	67.30
Zumo de tuna recientemente obtenido y tratado	0.302	43.72
licor de tuna procedente del proceso tres	0.408	63.72

Fuente: Datos del autor del trabajo

IV. DISCUSIÓN

En nuestra patria, las zonas altoandinas se caracterizan por tener una agricultura domestica poco industrial condicionada por las monotonías de los cultivos y la dificultad para sacar los productos al mercado; de estos factores, poco favorables para el desarrollo agrario, son los comercializadoras mayoristas los más beneficiados pues aparecen a comprar cuando todos cosechan ofertan precios indignos para los productos. Una alternativa para mejorar la estabilidad de los precios seria la entrega de productos a centros de acopios estatales o privados a precios prefijados y esos centros los únicos permitidos, por normas, a la comercialización de los productos a los mayoristas. Otra alternativa para la mejora económica de la actividad agraria en las zonas altoandinas es la industrialización de sus productos y de los residuos que se generan como lo propone Melgar B7 . Últimamente en el mundo se originó el boom de consumo del colorante carmín, extraído del insecto comúnmente conocido como cochinilla (*Dactylopius coccus*) que se desarrolla plenamente en las pencas de las tunas (*Opuntia ficus Indica*), utilizado en las industrias alimentarias y cosméticas, sin embargo, este boom mundial paso de moda y el cultivo dejo de ser lo rentable que era por permitir el desarrollo de la cochinilla. De este mismo cultivo se obtienen frutos agradables que gran parte de la población no los consume por tema de falta de cultura con respecto a las propiedades nutraceuticas principalmente dirigidas a la prevención de las enfermedades degenerativas que padecen las personas, como consecuencia del inevitable desequilibrio antioxidantes-radicales libres que se produce en nuestro organismo, en la medida que pasan los años. En ese sentido desarrolle el presente tema para dejar conocimientos básicos de cómo obtener un producto de consumo masivo haciendo uso de frutos de *Opuntia ficus Indica* que previa difusión e introducción al mercado pudiera ser una alternativa para garantizar consumo a precio estable para estos frutos. Otros estudios que aportan a la caracterización y dan bases para la industrialización de tunas son reportados por: Terán Y4 (2015) Lara-Colombia señala que los frutos de las son comestibles con alto contenido de componentes químicos importantes desde el punto de vista alimenticio, funcional y tecnológico y rinde en la pulpa 57% con pH 5,98, acidez de 0,012%, sólidos solubles 8,33°Brix concluyendo que es un fruto con la potencialidad de alimento funcional resultando una alternativa como materia prima para la producción de alimentos. estos resultados sobre la caracterización de frutos de tunas son concordantes con los determinados para los frutos de tunas usados en este trabajo pues presentan un rendimiento de 56 % de pulpa con acidez titulable de 0.018 meq acidez /100 mL, 4.6. unidades de pH y 8.1 grados Brix de solidos

fermentesibles. Ochoa C3(2012) reporta para la tuna roja (*Opuntia ficus indica*) compuestos fenólicos con un contenido de 48.27 mg EAG/100 ml con capacidad antioxidante de 21.79 mg de trolox/100 ml. Tomas G6 (2,012) para una solución hidroalcohólica 2.5 mg de pulpa de tuna roja /ml de solvente reporta una actividad antioxidante de 80.3 % expresada como porcentaje de inhibición al radical libre DPPH. Estos resultados son proporcionados con respecto a lo hallado en mi trabajo; para el zumo o jugo de tunas sin tratamiento he hallado fenoles totales con un contenido de 69.94 mg EAG/100 mL.este zumo tiene la capacidad de inhibir en 67.30 % la actividad de una solución de radical libre DPPH de absorbancia 1.052 este % de inhibición es el que ocasionaría una solución de 67.30 mg EAG/100 ml.. Un volumen de zumo o jugo de tunas diluidos con agua destilada al doble de su volumen tiene un contenido de fenoles totales de 94.66 mg EAG/100 mL ello probablemente se deba a que fue tratado con calor 80-85°C por 12 horas lo que debe haber favorecido el proceso de extracción de compuestos químicos y tiene la capacidad de inhibir en 71.29 % la actividad de radicalaria de una solución de DPPH de absorbancia 1.052;esta capacidad es equivalente a la actividad antioxidante de una solución 43.72 mg equivalente a ácido gálico/100 mL. A partir del jugo tratado obtuve licor de tunas siguiendo los procesos domésticos que se dan en las campañas iqueñas para la obtención del vino perfecto amor característico de la región y ampliamente aceptado por ser un producto dulce con aroma y sabor a uvas. El licor de tunas obtenido es también un producto dulce que conserva el aroma y sabor de los frutos de la tuna y 20 degustadores de mi entorno personal lo califican como un buen producto. Lima J9 (2017) elaboró una bebida alcohólica destilada utilizando *Opuntia ficus-indica* “tuna”, procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí-Lima y reporta un contenido de etanol de 48,00 %v/v n o reporta contenido de fenoles ni actividad antioxidante posiblemente por ser un licor destilado los componentes químicos de las tunas quedaron en alambique y no fueron destilados; el licor que preparé tiene un contenido etanólico de 12.8 grados y tiene 67.87 mg de fenoles totales EAG/100 mL, con capacidad para inhibir el 61.21 % la actividad radicalaria de una solución de DPPH de 1.052 de absorbancia. Esta actividad antioxidante es equivalente a la de una solución 63.72 mg EAG/100 ml. La caracterización de este producto puede ser útil para la promoción de los beneficios de este producto además de los que aporta una bebida alcohólica a la sociedad.

V. CONCLUSIONES

1. El mejor proceso para obtener licor de tunas con fenoles y actividad antioxidante es el propuesto en el proceso tres.
2. De un Kg de frutos de tuna se obtiene 1,350.00 mL de licor de tuna.
3. El contenido de fenoles totales en el licor de tunas es equivalente el de una solución de ácido gálico de 67.87 mg /de fenoles /100 MI
4. La actividad antioxidante del licor de tunas es 61.21% expresada como porcentaje de inhibición al radical libre DPPH de absorbancia 1.052; esta actividad corresponde a la actividad antioxidante que genera una solución de ácido gálico 63.72 mg/100 mL.

VI. RECOMENDACIONES

1. Estudiar las posibilidades de industrialización de la especie vegetal *Opuntia ficus Indica* (Tuna) variedad roja para obtener licor de tuna.
2. Se debe efectuar un estudio de mercado para la introducción del licor de tunas como un producto que además de aportar las bondades de un licor se presente como un producto nutraceútico merced a sus contenido fenólico y actividad antioxidante.
3. Iniciar estudios para el aprovechamiento de los residuos orgánicos que quedan después de procesar los frutos de las tunas para la obtención licor.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Luzmila P. Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna) An. Fac. med. vol.77 no.2 Lima abr./jun. 2016
2. Villabona A, Paz I y Martínez J. Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. Rev. Colomb. Biotecnol. Vol. XV No. 1 Julio 2013 137-144
3. Ochoa C y Guerrero J. Efecto del Almacenamiento a Diferentes Temperaturas sobre la Calidad de Tuna Roja (*Opuntia ficus indica* (L.) Miller). Información Tecnológica Vol. 23(1),117-128 (2012)
4. Terán Y, Petit D, Garrido E y D`Aubeterre. Análisis de las características físico-químicas del fruto de *Opuntia ficus- indica* (L.) Miller, cosechados en Lara, Venezuela. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 16, N° 1, 2015, pp. 69-74
5. Farias N. Estabilidad de las betalainas de tuna purpura (*Opuntia ficus indica* L. Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Agrónoma. Pontificia Universidad católica de Valparaíso .2012
6. Tomas G. Huamán J, Aguirre R, Bravo M, León J, Guerrero M y col. Estudio químico y fitoquímico de la *Opuntia ficus-indica* “tuna”, y elaboración de un alimento funcional. Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol. 15 N.º 1 , 2012. Págs. 70-74
7. Melgar B. Aprovechamiento de subproducto de cultivos de higos chumbo (*Opuntia ficus Indica*) y aguacate (*Persea americana*). Tesis. Para optar el grado Académico de Doctor. Universidad Politécnica de Valencia.2019
8. Pilligua F. Extracción de la pectina del nopal (*opuntia ficus indica*) y su aplicación en un dulce de cacao. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Universidad de Guayaquil facultad de Ciencias Químicas Carrera en Química y Farmacia. 2019.
9. Lima J. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficusindica* (L.) Miller procedente del distrito de San Bartolomé, Huarochirí-Lima [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2017
10. Portales K. Estrategias competitivas y exportación de tuna al mercado italiano en el periodo 2008-2014.Tesis. Facultad de Ciencias Empresariales Escuela Académico Profesional de Negocios Internacionales. Universidad Cesar Vallejos Lima Perú 2015.

11. Alba J, Chávez J, Verdalet J, Martínez A y Aquino E. betalaínas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas. *Gayana Bot.*. vol.71 no.2 Concepción dic. 2014
12. Sumaya M, Suarez T, Cruz N, Alanis E y Sanpedro J. Innovación de productos de alto valor agregado a partir de la tuna mexicana. *Quinta Época*. Año XIV. Volumen 27. Julio-diciembre del 2010.
13. Galán M. Metodología de Investigación. Se puede conseguir en. <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>
14. Gómez Bastar Sergio. Metodología de la Investigación. Primera Edición 2,012. Ediciones Red Tercer Milenio Hernand. Metodología de la Investigación. 6ª Edición 2,014. Editorial Mc Graw- Hill. Instituto Nacional de estadísticas. Resultados definitivos Ica. Disponible en:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1545/11TOMO_01.pdf.
15. Cabanillas J y Vásquez M. Comparación del efecto antioxidante de las tres variedades de los frutos *Opuntia ficus-indica* “tuna”, en la provincia de Cajamarca. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Facultad de Ciencias de la Salud “Dr. Wilman Ruíz Vigo” Carrera Profesional de Farmacia y Bioquímica. 2,017.
16. Muñoz C y Pulido D. Capacidad antioxidante del zumo de *Opuntia ficus indica* var. amarillo (tuna) frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazil in vitro. Tesis. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de farmacia y Bioquímica 2012

VIII. ANEXOS

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

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

El BIo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga **MEDINA CURIÑAUPA Christian Joel**, con DNI N° 43385685, para su determinación pertenece al nombre científico de *Opuntia ficus- indica* (L.) Mill “tuna o nopal”, según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: CARYOPHYLLALES

FAMILIA: CACTACEAE

GÉNERO: *Opuntia*

ESPECIE: *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill

N.V. “tuna o nopal”

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

Ica, 27 de febrero del 2023.




Dr. Miranda Noamán David Máximo
BIÓLOGO
CBP. 3681



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



CONSTANCIA

LA DIRECTORA ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA.

HACEN CONSTAR QUE EL ESTUDIANTE:

MEDINA CURÍÑAUPA CHRISTIAN

Código N° 20053984

En vías de regularización, se le autoriza el uso de las instalaciones del laboratorio de Química Analítica, para el desarrollo de su proyecto de tesis, el cual lleva como título "OBTENCIÓN DEL LICOR DE TUNA (*Opuntia ficus indica* (L) MILL) DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FENOLES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE", y que aprobado el proyecto deberá presentar un documento con su asesor, indicando los días y horas que hará uso del laboratorio.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Ica, 12 de Abril 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



Dra. Francisca M. Garcia Wong
DIRECTORA DE ESCUELA PROFESIONAL



RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX DE JUGO O ZUMO DE TUNA DILUIDO CON TRATAMIENTO TÉRMICO



RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX DE JUGO O ZUMO DE TUNA DILUIDO SIN TRATAMIENTO TÉRMICO

Resultado de la determinación de los grados brix del zumo o jugo de tuna



FRUTOS DE OPUNTIA FICUS INDICA EN TRATTAMIENTO