



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



AT 2025-FFBB-018

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 vinagre a partir de subproducto de *Opuntia ficus indica*; (L) Mill y determinación de sus características frente a vinagres comerciales”

Presentado por:

TIPACTI VERA, CARLOS JESUS

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **0%** por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20146476

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

Ica, 25 de febrero de 2025

.....
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR 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 vinagre a partir de subproducto de *Opuntia ficus indica*; (L) Mill y determinación de sus características frente a vinagres comerciales”

Línea de investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Bach. TIPACTI VERA CARLOS JESÚS

Ica, Perú

2024

Dedicatoria

Principalmente a mis padres por guiar mi camino con su ejemplo, a mis hijos que son mi motor y motivo para seguir esforzándome a seguir adelante para hacer realidad los objetivos trazados.

Agradecimientos

Principalmente a Dios todo poderoso, porque permitió mi crecimiento a lo largo de estos años, tanto en el ámbito personal como en lo profesional, por darme las oportunidades que eh tenido, gracias a cada maestro por sus enseñanzas, en especial a mi asesor por su ayuda y guía.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	viii
<i>Abstract</i>	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA. 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21	13
III. RESULTADOS.....	30
IV. DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	42
VIII. ANEXOS.....	44

Índice de tablas

Tabla 1. Esquema de trabajo para la obtención de la curva de valoración entre el reactivo Folin Ciocalteu versus las soluciones estándares de ácido gálico.	24
Tabla 2. Procesos para la cuantificación de fenoles totales en el vinagre de tuna obtenido y vinagres de uso doméstico.	25
Tabla 3. Esquema de trabajo para determinar el % de actividad antioxidante de vinagres obtenidos de bagazo de tuna y vinagres comerciales de uso doméstico.	27
Tabla 4. Esquema para obtener la curva de la reacción entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH.	28
Tabla 5. Resumen de procesos para determinar la actividad antioxidante de los vinagres obtenidos con residuos de pulpa de tunas y vinagres comerciales.	29
Tabla 6. Resultados de las características organolépticas del bagazo o residuo de tuna roja después de haber separado su jugo o zumo	30
Tabla 7. Resultados de las determinaciones físico químicas del bagazo o residuo de pulpa de tunas	30
Tabla 8. Resultados de los rendimientos de menstros de los seis procesos a que fueron sometidos los residuos o bagazo de tuna roja.	31
Tabla 9. Resultados de los análisis de menstros para elegir el mejor y ser usado en la obtención del vinagre.	31
Tabla 10. Resultados de la caracterización de los vinagres obtenidos y vinagres de uso doméstico comprados en el mercado local.	32
Tabla 11. Resultados de las absorbancias de las soluciones de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.	33
Tabla 12. Resultados del contenido de fenoles totales en los vinagres obtenidos con residuos de pulpa de tuna y vinagres comerciales	34

Tabla 13. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH.	35
Tabla 14. Resultados de las absorbancias de los vinagres obtenidos y vinagres comerciales expresados como % de inhibición al radical DPPH.	36
Tabla 15. Resultados de las absorbancias de los vinagres obtenidos y vinagres comerciales expresados como equivalentes a disoluciones de mg de ácido gálico/100 mL.	37

Índice de figuras

Figura 1. Curva de calibración de la reacción entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu	34
Figura 2. Curva de calibración de la reacción entre soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH	36

Resumen

Este trabajo es un estudio experimental transversal con el objetivo de determinar el posible aprovechamiento de los residuos que quedan después de separar el zumo o jugo de pulpa de las tunas rojas. Los residuos de pulpa son tratados en la proporción peso de residuo de pulpa-peso de solvente 1:1, 1:2 y 1:3 con agua destilada y mezcla etanol agua-destilada 10 :90 para obtener menstros de residuos de pulpa y se chaptalizan. Se determinan las características organolépticas y físico química de los menstros y se eligen los mejores para la obtención del vinagre. Se ensayan dos métodos para obtener el vinagre por incorporación de *Saccharomyces cerevisiae* con y sin aireación del sistema. Los vinagres obtenidos son analizados para determinar sus características organolépticas y físico quicas y los resultados son comparados con los del análisis de dos vinagres comerciales en sus presentaciones tinto y blanco respectivamente.

Se investiga la presencia de compuestos de naturaleza fenólica y actividad antioxidante de las muestras analizadas. Determinándose compuestos de naturaleza fenólica solamente en los vinagres procedentes de los procesos 2 y 5 descritos en este trabajo más no en los vinagres comerciales. El contenido de fenoles totales en los vinagres procedentes de los procesos 2 y 5 son equivalentes al de soluciones de ácido gálico de concentraciones de 27.206 mg y 13.079 mg/100 mL. y tienen la capacidad para actividad de inhibir el radical DPPH, respectivamente, el 23.69 y 9.93 % de una solución del radical libre DPPH de absorbancia 1.038 y son equivalentes a la actividad antioxidante de soluciones de ácido gálico de concentraciones 10.072 y 3.112 mg/100 mL, respectivamente.

Palabras clave. *Opuntia ficus indica*; (L) Mill. Obtención de vinagre. Actividad antioxidante

Abstract

This work is a cross-sectional experimental study with the objective of determining the possible use of the waste that remains after separating the juice or pulp of red prickly pears. The pulp residues are treated in the proportion weight of pulp residue-weight of solvent 1:1, 1:2 and 1:3 with distilled water and a 10:90 water-distilled ethanol mixture to obtain menses from pulp residues and chaptalize. The organoleptic and phycochemical characteristics of the menstruations are determined and the best ones are chosen to obtain the vinegar. Two methods are tested to obtain vinegar by incorporating *Saccharomyces cerevisiae* with and without aeration of the system. The vinegars obtained are analyzed to determine their organoleptic and physical characteristics and the results are compared with those of the analysis of two commercial vinegars in their red and white presentations respectively.

The presence of phenolic compounds and antioxidant activity of the analyzed samples is investigated. Compounds of a phenolic nature were determined only in the vinegars from processes 2 and 5 described in this work, but not in the commercial vinegars. The content of total phenols in the vinegars from processes 2 and 5 are equivalent to that of gallic acid solutions with concentrations of 27,206 mg and 13,079 mg/100 mL. and have the capacity to inhibit the DPPH radical, respectively, 23.69 and 9.93% of a solution of the DPPH free radical with absorbance 1.038 and are equivalent to the antioxidant activity of gallic acid solutions of concentrations 10.072 and 3.112 mg/100 mL, respectively.

Key words. *Opuntia ficus indica; (L) Mill.* Obtaining vinegar. Antioxidant activity

I. INTRODUCCIÓN.

Desde los albores de la humanidad y hasta nuestros días se usa el vinagre. Principalmente como condimento en preparación de algunos alimentos, para el tratamiento de algunos males que aquejan al hombre y como repelente de insectos. La fuente o materia prima para la obtención de vinagres naturales son los subproductos de frutos con marcado contenido de azúcares fermentables de los cuales se obtiene licor como por ejemplo en la obtención de vinos procedentes de la *Vitis vinífera* y de los subproductos (orujo de uvas) se obtiene el denominado vinagre natural o vinagre casero que por su procedencia además de aportar sabor y sazón a los alimentos aporta como nutraceuticos los metabolitos secundarios presentes en los orujos que no fueron extraídos durante la producción del vino. Similarmente se destinan otros frutos para la obtención licores como son los casos de licor de manzanas o sidra y últimamente licor de arándanos. Los subproductos generados del tratamiento de los frutos usados para obtener zumos conservan metabolitos secundarios. En términos generales a más intensidad de color, que va desde el amarillo, naranjado, rojo, púrpura o azul negro, son indicadores de la presencia o contenido de metabolitos secundarios de utilidad a la salud del hombre. *Opuntia ficus indica* (L) Mill (tuna) es una especie vegetal que crece en diferentes latitudes, en nuestro país es común su desarrollo, sus frutos se consumen y generan como subproducto la cáscara que notoriamente debe de tener un peso parecido al peso del fruto consumido. La tuna variedad roja es estudiada para la obtención de licor de tuna y la separación del jugo o zumo genera grandes volúmenes de subproductos de pulpa y cáscaras de tuna. Los residuos de pulpa de tuna roja, que se destinan a la separación de su zumo, conservan el intenso color de la pulpa y consecuentemente de contenido de metabolitos secundarios del fruto y es necesario iniciar estudios para su aprovechamiento. Motivo por lo cual desarrolle el plan de tesis “Obtención de vinagre de *Opuntia ficus indica*; (L) Mill y determinación de sus características frente a vinagres comerciales” para este trabajo utilice como materia prima el subproducto de pulpa generado de la separación del zumo de la tuna que se destinan en la elaboración de licor de tuna. Teniendo como principal problema del trabajo despegar la siguiente interrogante ¿Cuáles son los procesos para obtener vinagre de tuna a partir del subproducto de la pulpa tuna utilizada en la separación de su zumo? Y como problemas específicos resolver las interrogantes siguientes ¿Cuáles son las características organolépticas del vinagre de tunas? ¿Cuáles son las características físico químicas del vinagre de tunas? ¿Qué similitudes y diferencias existen entre las características organolépticas y físico químicas del vinagre obtenido versus los vinagres comerciales?; y seguidamente al desarrollo y evaluación de los resultados de este proyecto proponer o no el consumo masivo de este vinagre que en la teoría y en la práctica aportan a la dieta los metabolitos secundarios de la fruta de la tuna. El desarrollo del estudio se justifica porque: En la industrialización de productos del agro se generan grandes

cantidades de sub productos que poco o casi nada son aprovechados más por el contrario resultan desechados al ambiente y generan contaminación ambiental; además iniciar estudios para el aprovechamiento de residuos o sub productos de especies vegetales pro industriales aumentará el interés de la industrialización de la especie vegetal porque disminuirá las molestias generadas por la eliminación de sus productos y podría incrementar la rentabilidad del cultivo, asimismo el estudio es importante porque: el cultivo de *Opuntia ficus indica* ; (L) Mill es de fácil desarrollo aun en zonas geográficas áridas y semiáridas y permiten la obtención de plantaciones que ofrecen frutos para la industrialización. El uso correcto de los residuos orgánicos de la industrialización de frutos del campo, por un lado, incrementará las expectativas económicas de su cultivo. Por otro lado, permitirá dar una correcta disposición final de los residuos orgánicos procedentes de procesos industriales disminuyendo la problemática de contaminación ambiental. Otra razón es que el vinagre de tunas, obtenido con los residuos de pulpa de tuna, contiene los metabolitos secundarios propios del fruto lo que genera como necesidad iniciar estudios para demostrarlos beneficios o la actividad farmacológica que tendría este producto. El objetivo general del presente estudio fue determinar el mejor proceso en la obtención del vinagre de sub productos de la tuna y caracterizar organolépticamente y físico químicamente este producto mientras que los objetivos específicos fueron: determinar el rendimiento de la obtención de vinagre a partir sub productos de pulpa de frutos de tuna, determinar los contenidos de fenoles totales en el vinagre obtenido de sub productos de pulpa de frutos de tuna y vinagres comercial y determinar la actividad antioxidante en el vinagre obtenido de sub productos de pulpa de frutos de tuna y vinagres comercial. Para el desarrollo del presente tema se ejecutó la necesaria revisión bibliográfica y encontramos que algunos investigadores han aportados con conocimientos sobre las características y propiedades nutricionales de los frutos de la tuna información que me sirvió para desarrollar el tema y alcanzar los objetivos propuestos. Así tenemos los trabajos de: Ochoa C1(2012) Estudio la degradación de los frutos de *Opuntia ficus Indica* y determinó que el tiempo y temperatura de almacenamiento son factores que afectan el peso del fruto, textura y actividad de polifenol oxidasa que se encuentra en la cáscara y en la pulpa el contenido de polifenoles no es modificado significativamente, pero se demuestra un aumento de la actividad antioxidante.

Terán Y2 (2015) Estudio las características físico químicas de las cáscara, pulpa y semillas de *opuntia ficus Indica* determinando que los frutos tienen un alto contenido de pulpa (57%), con pH (5.98) baja acidez (0.012%), con sólidos solubles (8.33 %) expresados en grado Brix azucares totales (3.53.%).

Luzmila P3 (2016) estudio el contenido de fenoles totales, vitamina C y actividad antioxidante en el extracto acuoso de pulpa de frutos de *Opuntia ficus indica* ; (L) Mill determinando que tiene 36.1 mg de vit C/100 g de pulpa, 68.7 mg de polifenoles (equivalentes a ácido gálico/100 ml) y una actividad antioxidante (FRAP)de 0.7 mmol de Fe-II/100 g de pulpa.

Lima J4 (2017) Estudio la pulpa de *Opuntia ficus indica* ; (L) Mill procedente del distrito de San Bartolomé, provincia de Huarochirí de la Región Lima determinando: 86 % de humedad, 0.4 % de cenizas, 2.0 % de fibra, 0.1 % de extracto etéreo, 0.5 % de proteínas, 11 % de carbohidratos, acidez de 0.044 % expresada como ácido cítrico, pH 6.15 y 11° grados brix y preparo una bebida alcohólica de 48 % v/v destilada a partir de pulpa-agua 1:2 con pH 4 y 0.4 g de levadura/L.

Cabanillas J5 (2017) Estudio el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante de tres variedades de tunas que crecen en Cajamarca Perú usando extractos hidroalcohólicos 10% usando alcohol 96° como solvente en disoluciones 10, 30, 50, 100, 150 y 300 µL respectivamente frente los ensayos de DPPH (2,2 - diphenyl-1 picrylhydrazil) y el método AAPH (2,2-azobis-(aminopropano) dihidrocloruro. Determinó que los tres frutos tienen actividad antioxidante y que el efecto es dependiente de la concentración. Pero el mejor es la tuna variedad morada con 65 % de capacidad para atrapar al radical libre DPPH y tiene mayor contenido de fenoles con 977.3 mg de fenoles totales equivalentes a ácido gálico/g.

Guerreo J6 (2018) Estudio un diseño industrial para la obtención de vino a base de tuna para lo cual emplea frutos de tuna con un promedio de rendimiento de pulpa 54.33% que chaptaliza a 21° Brix y maceración con *Saccharomyces cerevisiae* por 10 días y obtiene un vino de 11.8 ° alcohólico el mismo que tiene un 65% de grado de aceptación. Poniendo de manifiesto que la pulpa de estos frutos puede en la producción de vinos.

Es-Sbata I7 (2023) Estudio la producción de vinagre por dos procesos de acetificación. Cultivo de superficie y cultivo sumergido a temperaturas de 30, 37 y 40°C respectivamente, con *Acetobacter malorum* y *gluconobacter oxidans*. Los vinagres obtenidos fueron analizados por cromatografía líquida y cromatografía de gases-espectro de masas reportando la presencia de 15 polifenoles y 70 compuestos volátiles y que el mejor proceso fue el de acetificación superficial.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA. 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21

2.1. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Un grave problema de la actividad agraria es las fluctuaciones de los precios de los productos. Cuando la campaña agraria se desarrolla sin complicaciones, climáticas principalmente, es favorable las cosechas son buenas y abundantes pero el precio de los productos es bajísimo y la rentabilidad del cultivo lejos de verse favorecida se perjudica. Este fenómeno se vive con la papa y otros frutos como la tuna. La industrialización de los frutos del campo ofrece un soporte regulatorio para los precios y se puede planificar el desarrollo agrario. Motivo por lo cual se hace necesario la investigación para desarrollar propuestas de industrialización con todos los frutos del agro lo cual coadyuvaría a la rentabilidad de los diferentes cultivos. Bajo estas aseveraciones desarrolle el estudio para el aprovechamiento del bagazo de frutos de tuna, sub producto de la extracción del zumo o jugo de frutos de tunas rojas que fueron aprovechados para obtener licor de tunas. Cerrando así el ciclo para intentar el aprovechamiento integral del cultivo de la tuna. Ya que además del consumo directo de estos frutos los excedentes de los frutos se destinarían primero para obtener licor de tuna y del bagazo o sub producto de esta actividad se obtiene vinagre de tunas que conserva metabolitos secundarios con compuestos de naturaleza fenólica y actividad antioxidante.

2.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.2.1. Diseño de la investigación

El diseño del trabajo desarrollado es experimental; haciendo uso de la información existente (métodos para el tratamiento de residuos orgánicos, determinación de las características organolépticas y físico químicas) se utilizaron para desarrollar los procesos que permitieron la obtención del vinagre de tunas.

2.2.2. Nivel de investigación

Al termino de mi tesis con el informe final se aporta conocimientos básicos que permitirán elaborar proyectos de inversión para determinar los costos y beneficios económicos de la producción de vinagre de tuna a partir de los residuos de pulpa que quedan después de haber separado el zumo o jugo de esta fruta.

2.2.3. Tipo de investigación

El trabajo es una investigación cuantitativa porque se midieron las variables intervinientes en el proceso de obtención del vinagre; Por el tiempo en que se consiguió la información es una investigación experimental transversal ya que la muestra tratada como la información hallada son del mismo tiempo en que se ejecuta el trabajo.

2.2.4. Población y muestra

Población

La población para desarrollar el tema propuesto es todos los Frutos de *Opuntia ficus Indica*; (L) Mill que crecen en el anexo de Tacas, distrito de Canaria, provincia de Víctor Fajardo de la Región Ayacucho.

Muestra

Residuos o subproductos de pulpa de frutos de tuna roja que quedan después de la separación de su zumo o jugo. La muestra se obtiene a término del proceso que fueron sometidos los frutos de tunas rojas para la separación de su zumo para preparar licor de tunas. La certificación de la clasificación botánica de la especie vegetal la realizó Biólogo David Miranda y adjunta en el anexo 1.

2.2.5. Técnicas y procedimientos de recolección de la información.

2.2.5.1. Obtención del material objeto de estudio

Los frutos de tuna proceden del Anexo de taca, del distrito de Canarias, de la provincia de Víctor Fajardo de la Región Ayacucho.

2.2.5.2. Obtención del zumo y bagazo de los frutos de tuna

Para la obtención del zumo de Los frutos de tunas se ejecutaron los procesos siguientes:

1° Limpieza de los frutos. Se realizó con un trapo de franela de color blanco humedecido con agua de uso doméstico.

2°Separación de la pulpa. Con un cuchillo de acero inoxidable se cortan los polos del fruto y luego se realiza una incisión longitudinal de 0.5 cm de profundidad sobre el cuerpo del fruto, seguidamente se levanta y separa la cascara o pellejo del fruto quedando la totalidad de la pulpa libre.

3°Obtención del zumo y residuo o bagazo de tunas. Las pulpas de los frutos se depositan en un recipiente de acero inoxidable y se procede al aplastamiento manual para obtener partículas menores a 0.5 cm, se deja en reposo por tres horas.

El zumo de tunas. Se obtiene por filtración simple o gravedad, usando como medio filtrante una tela de tul de color blanco.

El residuo o bagazo de la pulpa de los frutos de tunas. Culminada la separación del zumo de tunas en el medio filtrante, tela de lona, queda retenido el residuo o bagazo de tuna que es el material con el que he trabajado para la obtención de vinagre de tunas.

2.2.5.3. Determinación de las características organolépticas del bagazo o sub producto de la separación del zumo o jugo de tunas.

Haciendo uso de los órganos de los sentidos se determinó:

Esta parte del trabajo se ejecutó en los tres jugos obtenidos. Haciendo uso de los órganos de los sentidos se determinaron:

Color: En una caja de Petri se coloca aproximadamente 10 g de la muestra a analizar se trapa y deja en reposo durante 5 minutos; luego se procede a anotar el color

Olor: Anotado el color, la caja de Petri con los aproximadamente 10 g de la muestra a analizar, se acerca a las fosas nasales se destapa y ventilando con la mano se juzga el olor.

Sabor: De la caja de Petri con aproximadamente 10 g de la muestra a analizar se retira una cucharadita de la muestra y se lleva a la boca para la degustación

Aspecto: De la caja de Petri con aproximadamente 10 g de la muestra a analizar se retira unos miligramos de muestra y se depositan entre los dedos índice y pulgar para juzgar el aspecto.

2.2.5.4. Determinación de las características físico químicas del bagazo o sub producto de la separación del zumo o jugo de tunas

Se ejecutaron procesos para la determinación de:

1° Determinación del rendimiento

Método: Filtración por gravedad y gravimetría

Definición: Es el número de gramos o cantidad del residuo, bagazo o material que queda después de la separación del zumo de fruta

Fundamento: El método se basa en la separación del zumo de la pulpa de fruta preliminarmente triturada hasta conseguir un sistema fluido. después de la filtración quedará en el manto filtrante el material que se pesa y es expresado en porcentaje

Procedimiento: Se coge un matraz de un litro y se acondiciona un embudo con manto filtrante tela de tul; mientras se va vaciando y filtrando el material a trabajar procedente de la trituración de 100 g de pulpa de frutos de tuna.

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

Se calcula de la relación siguiente:

$$R/\text{kg de pulpa} = \text{GRS} \times 10$$

Donde:

R/Kg de pulpa= gramos de bagazo obtenidos de un Kg de pulpa de frutos

GRS = Numero de gramos de bagazo retenidos en el manto filtrante

10 = factor para expresar el resultado en g de bagazo/Kg de pulpa de frutos

2° Humedad

Método: Gravimétrica de destilación indirecta

Definición: Es la parte acuosa destilable del material que se analiza

Fundamento de la determinación: El método se basa en la destilación, por aplicación de calor suficiente, del agua que contiene, la alícuota analizada. La diferencia de peso entre la muestra humedad y seca se expresa en % de agua.

Procedimiento: En una cápsula de peso conocido se depositan 10 g de la muestra a analizar y se lleva a la estufa entre 90-95°C de calor hasta obtener constancia de peso. Se deja enfriar en un desecador y lleva a pesar en la balanza analítica.

Resultado: Se expresan en % y se determina con la relación siguiente:

$$\% H = g \text{ PP } \times 10$$

Donde:

% H= g de agua/100 g de muestra analizado

gPP= pérdida de peso del material analizado

10 = Factor para expresar el resultado en porcentaje

3° Determinación del pH

Método: Se utilizó el método de tiras reactiva

Fundamento: El método está basado en el cambio de coloración que experimenta las tiras de papel de filtro embebida y secada con un indicador ácido-base universal de control de pH.

Procedimiento: Se coge una tira reactiva para medir el pH y por su borde inferior se pone en contacto con el material a analizar, se observa el cambio de color alcanzado y se compara en la escala de colores que corresponde a los diferentes pH del indicador. El color obtenido con el más similar de la escala corresponderá al pH de la muestra.

4° Determinación de cenizas

Método: Pirolítico gravimétrico por destilación indirecta

Definición: Las cenizas es el residuo inorgánico que queda después de destilar toda la materia orgánica del material que se analiza.

Fundamento: El método se basa en la aplicación de suficiente calor para que los compuestos orgánicos se destilen como una mezcla de gases conformados por óxidos del carbono principalmente, dejando como residuo un material blanco grisáceo que son las cenizas.

Procedimiento: Se coge una capsula de peso conocido y se depositan en el entre 2-3 g de la muestra a analizar, se lleva a la acción del calor con el propósito de carbonizar el material que se analiza y después se lleva a la mufla entre 550 – 560°C hasta alcanzar constancia de peso.

Resultados: Se obtienen con la relación siguiente:

$$\%C = \frac{gR}{gA} \times 100$$

% C= porcentaje de ceniza

gR = gramos de residuo o cenizas

100 = para referir a porcentaje

gA= g de muestra analizada

2.2.5.5. Procedimientos para la obtención de menstros para preparar vinagre a partir de bagazo o residuos de pulpa de tunas

Se trabajó con el bagazo o residuo de pulpa de tunas; como se indica seguidamente:

Digestión con agua destilada: Se ensayaron tres relaciones peso de bagazo peso de agua destilada; estos fueron:

Proceso 1: 1peso de bagazo - 2 peso de agua destilada

Proceso 2: 1peso de bagazo 2 peso de agua destilada

Proceso 3: 1peso de bagazo 3 peso de agua destilada

En todos los casos se añadió sacarosa cantidad suficiente para alcanzar 15° Brix y se procede a la digestión de la muestra a una temperatura entre 80-85 °C por 12 horas Transcurrido este tiempo se procede a la filtración para obtener el respectivo menstro desechándose el residuo.

Digestión con etanol: Se ensayaron tres relaciones peso de bagazo peso de una mezcla de agua destilada-etanol 96° 90:10; estos fueron:

Proceso 4: 1peso de bagazo 1 peso de agua destilada-etanol 90:10

Proceso 5: 1peso de bagazo 2 peso de agua destilada-etanol 90:10

Proceso 6: 1peso de bagazo 3 peso de agua destilada-etanol 90:10

En todos los casos se añadió sacarosa cantidad suficiente para alcanzar 10° Brix y se procede a la digestión de la muestra a una temperatura entre 55- 60°C por 12 horas. Transcurrido este tiempo se procede a la filtración para obtener el respectivo mensturo desechándose el residuo.

2.2.5.6. Análisis de menstros para elegir el mejor de ellos y ser usado en la obtención del vinagre.

Para esta parte del trabajo se observa y analiza los seis menstros obtenidos; se ejecutan:

A) Análisis organoléptico. usando los órganos de los sentidos y las pautas seguidas expuestas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo se determina el color, olor, sabor y aspecto.

B) Análisis cualitativo de compuestos de naturaleza fenólica

Para esta parte del trabajo se cogen 20 ml de mensturo de cada uno de los procesos se depositan en una caja de Petri y se lleva a la estufa hasta concentrarlo a un tercio de su volumen; seguidamente se agrega a cada uno de ellos alcohol 96° cantidad suficiente para restablecer los 20 ml. se agita y se deja en reposo por 30 minutos y luego se filtra desde este líquido filtrado

1° Reacción del FeCl₃. Se coge 1 ml de cada muestra en su respectivo tubo de ensayos se diluye con 1 ml de agua destilada y se agrega 0.5 ml de una solución de FeCl₃ 5 %. La aparición de una coloración verde que va a verde oscuro o negro es indicativa de la presencia de compuestos con naturaleza fenólica. Cada determinación se contrasta ante un blanco.

2° Reacción de Shinoda.

Se coge una placa para reacciones a la gota y se depositan 0.5 ml de la muestra a analizar, se agregan 6 partículas de limadura de magnesio y 0.25 mL de ácido clorhídrico concentrado, Se observa la aparición de una coloración verde, naranja o roja es indicativa de la presencia de compuestos de naturaleza flavonoidal. Cada determinación se contrasta con un blanco

3° Reacción de Rosemheim

Para cada determinación se coge un tubo de ensayo y se depositan 3 ml de la muestra a analizar, se agrega 1mL de HCl concentrado y se lleva a Baño María hirviente por 15 minutos, se enfría y se agregan 2 ml de agua destilada y seguidamente 2 mL de alcohol

amílico. Se agita y se deja en reposo hasta la separación de las dos fases la acuosa y la orgánica. Se observa la fase orgánica: la aparición de una coloración marrón o roja es indicativa de la presencia de catequinas y / o leucoantocianidinas. Los resultados se contrastan con un blanco.

4° Reacción de Folin Ciocalteu.

Se coge 1 ml de cada muestra en su respectivo tubo de ensayos se diluye con 2 ml de agua destilada y se agrega 0.2 ml de carbonato de sodio 20 % y 0.2 ml del reactivo Folin Ciocalteu, la aparición de una coloración azul es indicativa de compuestos fenólicos.

2.2.5.7. Preparación del vinagre a partir de menstuo de bagazo o residuo de pulpa de tunas

Para esta parte del trabajo se eligió la muestra cuya intensidad de las reacciones precedentes fueron más intensa y proporcionen volumen para obtener el vinagre. Esto recayó sobre las muestras con los tratamientos: número 2 es decir un peso de bagazo tratado con dos pesos de agua destilada con chaptalización hasta alcanzar 15 grados Brix y puesto en digestión 12 horas 80-85°C. Y el tratamiento 5 es decir 1 peso de bagazo tratado con dos pesos de mezcla etanol 96° - agua destilada 10:90

Se siguen dos métodos para la obtención del vinagre:

Se trabajó con los menstuos de los tratamientos 2 y 5 se procede como sigue: Se separan dos volúmenes de 100 ml de cada uno se acondicionan en Erlenmeyer de 250 ml y: al 1° Se le agrega inóculo de *Saccharomyces cerevisiae* csp 0.1 % se tapa con tela tul de poros finos que dejen pasar el aire, pero no ningún insecto y se deja en reposo por 21 días. Al 2° Erlenmeyer con los otros 100 mL de menstuo seleccionado se agrega *Saccharomyces cerevisiae* csp para 0.1%, y se acondiciona un ducto cuyo extremo final se sumerge en el menstuo y su propósito es alimentar de aire al sistema 4 horas por día y favorecer el desarrollo de las bacterias que finalmente producen el vinagre. El procedimiento fue de 21 días. En ambos casos a los cinco y 10 días de iniciados los tratamientos se procedieron a filtrar y restablecer los líquidos filtrados al mismo tratamiento.

2.2.5.8. Caracterización del vinagre de bagazo o residuo de pulpa de tunas

Se determinaron las:

Características organolépticas

Haciendo uso de los órganos de los sentidos se determinó: Color, olor, sabor aspecto. siguiendo las mismas pautas descritas en el ítem 2.2.5.3 de este trabajo.

Características físico químicas

Para esta parte del trabajo se usó el vinagre con las mejores apreciaciones organolépticas y mejor contenido de ácido acético. se determinó

A) Rendimiento

Es el número de mL de vinagre que se obtienen a partir de 100 ml del menstroo tratado

B) Determinación del pH

Método: Tiras reactivas indicadoras de pH

Fundamento: Las tiras de papel filtro se embeben de un indicador acido base universal y se secan; al ser puestas en contacto con una solución acida aparecerá el color que corresponde al pH de la muestra que se analiza.

Procedimiento: Se coge una tira reactiva indicadora de pH y se humedece se parte inferior con la solución de la muestra a analizar. Se observará la aparición de una coloración en la tira reactiva que corresponde.

Resultado: Se obtiene por comparación del color alcanzado comparado con la escala de colores que ofrece la tira reactiva para diferentes magnitudes de pH.

C) Determinación de acidez titulable

Método. Análisis químico cuantitativo volumétrico acido base

Fundamento: El método se basa en las reacciones de neutralización entre ácidos y bases. La reacción ocurre entre número de equivalentes químicos idénticos de ambos reactantes. Aunque este tipo de reacciones no suele ir acompañada de cambios perceptibles que señalen el final de la reacción, estas reacciones se monitorean con indicadores ácidos bases. El contenido de acidez se determina mediante el uso de una solución valorada de

un álcali como hidróxido de sodio de concentración conocida. Cuando se titula un ácido débil con una base fuerte se hace en presencia del indicador fenolftaleína.

Procedimiento: Para cada muestra a analizar se procede como sigue: Se cogen 3 matraces Erlenmeyer de 250 mL, en cada uno se depositan 5 ml de la muestra a analizar y se diluye con 150 ml de agua destilada, se agregan 2 gotas del indicador fenolftaleína 1 % , se homogeniza y se procede a la titulación con una solución de NaOH 0.1 N hasta que el sistema incoloro vire a un color rojo grosella. Se anotan los mililitros de solución de NaOH 0.1 N necesarios para el cambio de coloración del sistema.

Resultados: Los resultados se expresan en meq ácido/100 ml de muestra analizada y se obtienen mediante la expresión siguiente

$$\text{meq A/100 mL} = \text{mL} \times \text{N} \times \text{F}$$

Donde:

meq A/100 mL= mili equivalentes de ácido por cada 100 ml de muestra analizada.

mL= Mililitros de NaOH 0.1 N gastados en la titulación

N= normalidad de la solución de hidróxido de sodio

F = 20 (factor expresar el resultado en 100 mL)

D) Determinación de cenizas.

Método: Gravimetría de destilación indirecta

Definición. Se entiende por cenizas al residuo que queda después de destilar toda la parte orgánica del material que se analiza.

Fundamento: El método se fundamenta en la destilación de la parte orgánica del material que se analiza cuando éste es puesto en contacto con altas temperatura. Quedando la parte inorgánica del material que se analiza bajo la forma de óxidos fuertemente calcinados.

Procedimiento. Se trabaja con capsulas de peso conocido. Se coge una capsula de peso y se colocan 10 mL de la muestra a analizar, se lleva a un plato calefactor a calor moderado directo con el propósito de secar y carbonizar la muestra analizada. Cuando ya no se desprende humo, el material esta carbonizado, se lleva a la mufla a una temperatura de 55-560°C hasta alcanzar constancia de peso.

Resultados: Se calculan con la expresión siguiente:

$$\% \text{ de C} = \text{gR} \times 10$$

$\% \text{ de C} = \text{g de cenizas} / 100 \text{ ml}$

$\text{gR} = \text{gramos de residuo o cenizas}$

10 = Factor para expresar en 100 mL

3°Contenido de compuestos fenólicos

4°Porcentaje de actividad antioxidante

5°Concentración inhibitoria media

2.2.5.9 Determinación del contenido de fenoles totales en el vinagre obtenido a partir de bagazo o residuo de pulpa de tunas obtenido y vinagres de uso doméstico.

a) Método: Análisis Químico Cuantitativo por Instrumentación

b) Fundamento: El método se fundamenta en la reacción entre el reactivo de Folin-Ciocalteu (mezcla de ácido fosfotúngstico y ácido fosfomolibdico) de color amarillo con los compuestos fenólicos de la muestra ocasionando la reducción del reactivo de Folin Ciocalteu que se manifiesta con pérdida del color amarillo y aparición de una coloración azul intensa. que se mide en el espectrofotómetro.

c) Reactivos.

-Reactivo de Folin Ciocalteu: Se compra en CIMATEC

- Carbonato de sodio 20 %: Se pesan 20 g del reactivo carbonato de sodio y se disuelven hasta completar 100 mL de disolución.

Disoluciones madre de ácido gálico: Se pesa 1.00 g de ácido gálico, se pasan a una fiola de 100 ml y se disuelven hasta completar los 100 mL.

-Disoluciones estándar de ácido gálico: A partir de la solución madre de ácido gallico

se preparan soluciones conteniendo 25, 50, 75, 100 y 150 mg de ácido gálico/100 mL, respectivamente.

d) Muestra a analizar: Se trabaja con de la muestra de vinagre obtenido y las muestras de vinagres de uso doméstico.

e) Obtención de la curva de valoración entre el reactivo de Folin Ciocalteu versus soluciones estándares de ácido gálico

El proceso se indica en el cuadro siguiente:

Tabla 1. Esquema de trabajo para la obtención de la curva de valoración entre el reactivo Folin Ciocalteu versus las soluciones estándares de ácido gálico

Solución de ácido gálico	Alícuota mL	H₂O mL	Na₂CO₃ 20 % mL	Reactivo Folin Ciocalteu mL
00 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5
25 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5
50 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5
75 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5
100 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5
150 mg/100 mL	0.1	8.4	1.0	0.5

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se deja al cuidado de la luz por 30 minutos. Transcurrido los 30 minutos se lleva a la lectura en el espectrofotómetro calibrado a 760 nanómetros de longitud de onda.

f) Determinación del contenido de fenoles totales en el vinagre de tunas obtenido y vinagres de uso doméstico.

Los procesos para esta determinación se ilustran en el cuadro siguiente:

Tabla 2. Procesos para la cuantificación de fenoles totales en los vinagres de tuna obtenidos y vinagres de uso doméstico.

Muestra	N° de determinación	Reactivos			
		Alícuota mL	H ₂ O mL	Na ₂ CO ₃ 20 % mL	Reactivo de Folin Ciocalteu mL
Vinagre de tuna obtenido del proceso 2	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
Vinagre de tuna obtenido del proceso 5	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
Vinagre commercial 1 Tinto	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
Vinagre commercial 1 Blanco	1	0	8.4	1.0	0.5
	2	1	8.4	1.0	0.5
	3	9.1	8.4	1.0	0.5
Vinagre commercial 2 Tinto	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
Vinagre commercial 2 Blanco	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

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se guardan al abrigo de la luz por 30 minutos. transcurrido este tiempo se llevan a la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro calibrado a 760 nanómetros de longitud de onda.

2.2.5.10 Determinación de la actividad antioxidante en el vinagre obtenido a partir de bagazo o residuo de pulpa de tunas obtenido y vinagres de uso doméstico.

Para esta parte del trabajo se utilizaron las mismas muestras usadas en la determinación del contenido de fenoles totales en vinagres obtenidos con bagazo de tuna y vinagres de usos domésticos que se comercializan en los diferentes mercados de abastos.

a) Definición. Es la capacidad que tiene el compuesto o material que se analiza para atrapar radicales libres que son moléculas altamente reactivas por tener un electrón desapareado en su estructura.

b) Método. Se usa el método propuesto por Brad-Williams y Col (1995) modificado por Doroteo y Col (2013)

c) Fundamento del método

El método se fundamenta en la reacción química que ocurre: entre el radical libre 2,2 difenil-1-picrylhidrazil (DPPH), que en solución etanólica presenta un color violáceo intenso cuya intensidad se mide a 517 nanómetros de longitud de onda y los compuestos antioxidantes o atrapadores de radicales libres ocasionándose un consumo de DPPH con la pérdida de intensidad de color que se monitorea en el espectrofotómetro a 517 nanómetros de longitud de onda.

d) Reactivos

Solución estándar de DPPH

Se prepara disolviendo 3.9 mg del reactivo 1,1-difenil-2-picrilhidrazil y se disuelve hasta completar 100 ml de etanol 96°.

Solución madre de ácido gálico

En una fiola de 100 mL se agregan 0.1000 g del reactivo DPPH y se disuelve hasta completar 100 mL en etanol 96°. Se obtiene una solución 1 mg de ácido gálico/1 mL.

Soluciones diluidas de ácido gálico.

A partir de la solución madre de ácido gálico se preparan soluciones 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico/100 mL.

e) Expresión de la actividad antioxidante expresada como Porcentaje de actividad antioxidante del material que se analiza

El coeficiente que precede al % indica la capacidad que tiene el material que se analiza

para hacer descender la actividad del radical libre DPPH cuya absorbancia medida a 517 nanómetros es considerada como 100 % de actividad radicalaria.

f) Procedimiento para determinar la actividad antioxidante

Los procesos para la determinación del % de actividad antioxidante del material que se analiza se presenta en el cuadro siguiente:

Tabla 3. Esquema de trabajo para determinar el % de actividad antioxidante de vinagres obtenidos de bagazo de tuna y vinagres comerciales de uso doméstico.

Muestra	repetición	Alicuotas	Etanol 96°	Solución DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
	2	0.0	3.0	0.0
	3	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
Vinagre de tuna obtenido del proceso 2	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre de tuna obtenido del proceso 5	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 1 Tinto	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 1 Blanco	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 2 Tinto	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 2 Blanco	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de derecha a izquierda; se homogenizan y se dejan en reposo por 10 minutos al cuidado de la luz. Transcurrido el tiempo se lleva al espectrofotómetro para su lectura a 517 nanómetros de longitud de onda.

g) Expresión de la actividad antioxidante como equivalente a solución de mg de ácido gálico/ 100 ml.

Para poder realizar esta expresión es necesario determinar la curva de calibración de las reacciones entre las soluciones patrón de ácido gálico versus la solución de DPPH. Se prepararon soluciones conteniendo 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico /100 mL respectivamente y se utilizan como polifenol de referencia y se hacen actuar frente al reactivo DPPH de absorbancia conocida. Los procesos se ilustran en el esquema siguiente:

Tabla 4. Esquema para obtener la curva de la reacción entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH.

Muestra	repetición	Alícuotas	Etanol 96°	Solución DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
	2	0.0	3.0	0.0
	3	0.0	3.0	0.0
DPPH solo	1	0.0	0.0	3.0
	2	0.0	0	3.0
	3	0.0	0	3.0
Ácido gálico 00 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 5 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 10 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 15 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 20 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 25 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se deja al abrigo de la luz 15 minutos. Transcurrido ese tiempo se lleva a la lectura a las lecturas de la absorbancia en el espectrofotómetro calibrado a 517 nanómetros de longitud de onda.

h) Determinación de la actividad antioxidante de los vinagres obtenidos con bagazo de tunas y vinagres comerciales.

Las muestras analizadas fueron las mismas que se usaron para determinar el contenido de fenoles totales, es decir los vinagres obtenidos con residuos de pulpa de tunas y vinagres comerciales. Los procedimientos para esta determinación se resumen en el cuadro siguiente:

Tabla 5. Resumen de procesos para determinar la actividad antioxidante de los vinagres obtenidos con residuos de pulpa de tunas y vinagres comerciales.

Muestra	Repetición	Alicuotas	Etanol 96°	Solución DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
	2	0.0	3.0	0.0
	3	0.0	3.0	0.0
DPPH solo	1	0.0	0.0	3.0
	2	0.0	0	3.0
	3	0.0	0	3.0
Vinagre de tuna obtenido del proceso 2	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre de tuna obtenido del proceso 5	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 1 tinto	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 1 blanco	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 2 tinto	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Vinagre comercial 2 Blanco	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

III. RESULTADOS

3.1. De la obtención y características organolépticas del bagazo o residuo de pulpa de tunas.

A partir de frutos frescos recientemente adquiridos, se separa su jugo y queda 46.48 % de residuo o bagazo de tuna. Los resultados de las apreciaciones organolépticas se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 6. Resultados de las características organolépticas del bagazo o residuo de tuna roja después de haber separado su jugo o zumo

Muestra	Observado			
	Color	Olor	Sabor	Aspecto
bagazo o residuo	rojo	Sui géneris	Tuna	solido fusiforme áspero

Fuente: del autor del trabajo

3.2. De las características físico químicas del bagazo o residuo de pulpa de tunas

Los resultados (promedio de tres determinaciones) se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 7. Resultados de las determinaciones físico químicas del bagazo o residuo de pulpa de tunas rojas.

Muestra	Determinado			
	Rendimiento	Humedad	pH	Cenizas
bagazo o residuo de pulpa de tunas	A partir de 100 g pulpa 56.03 % de residuo	86.23	3.9	0.4662

Fuente: Del autor del trabajo

3.3. De los procesos para la obtención de menstros para preparar vinagre a partir de bagazo o residuos de pulpa de tunas

Los resultados de los rendimientos de menstros a partir de bagazo o residuos de pulpa de tunas se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 8. Resultados de los rendimientos de menstros de los seis procesos a que fueron sometidos los residuos o bagazo de tuna roja

Nº DE PROCESO	RENDIMIENTO (mL)
Proceso 1	40
Proceso 2	138
Proceso 3	244
Proceso 4	38
Proceso 5	134
Proceso 6	236

Fuente: Del autor del trabajo

3.4. Del análisis de menstros para elegir el mejor de ellos para la obtención del vinagre.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 9. Resultados de los análisis de menstros para elegir el mejor de ellos y ser usado en la obtención del vinagre.

Muestra de proceso	Análisis organoléptico				Análisis cualitativo de compuestos fenólicos			
	Color	olor	Sabor	Aspecto	FeCl ₃	Shinoda	Rosenheim	Folin Ciocalteu
Proceso 1	Rojo ++	Tuna ++	Tuna ++	Líquido denso	+++	+++	-	++
Proceso 2	Rojo +	Tuna +	Tuna +	Líquido	++	++	-	++
Proceso 3	Rojo	tuna	Tuna	Líquido	+	+	-	++
Proceso 4	Ámbar ++	tuna	Licor de tuna	Líquido denso	+	++	-	++

Proceso 5	Ámbar +	Tuna +	Licor de tuna	Líquido	++	+	-	++
Proceso 6	Ámbar	Tuna ++	Licor de tuna	Líquido	+++	+	-	++

Fuente: El autor del trabajo

Los vinagres comerciales analizados en el presente estudio no dan reacción positiva a la presencia de los metabolitos secundarios testados.

3.5. De la preparación del vinagre a partir de mensturo de bagazo o residuo de pulpa de tunas

La caracterización organoléptica y físico químicas de los menstros obtenidos indujeron a continuar trabajando con los menstros procedentes del proceso 2 y 5 respectivamente. El método de 2 horas de aireación de los menstros cada 12 horas durante los 21 días del proceso proporcionó mejores resultados y con estas muestras se continuó el trabajo.

3.6. De la caracterización del vinagre de bagazo o residuo de pulpa de tunas

Los resultados de las características organolépticas de los vinagres obtenidos y vinagres de uso doméstico comprados en el mercado local se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 10. Resultados de la caracterización de los vinagres obtenidos y vinagres de uso doméstico comprados en el mercado local.

Muestra	Características físico químicas				Ren Dimi ento	pH	Acidez g A.acet 100 ml	Cenizas %
	Color	Olor	Sabor	aspecto				
Vinagre Proceso 2 y con aireación	Rojo suave	Ácido acético	Acido +++	Líquido	84 ml	3.6	4.97	0.14
Vinagre proceso 5 y aireación	Ámbar	Ácido acético	Acido ++	Líquido	84 ml	3.7	4.22	0.12

Vinagre comercial 1 blanco	Incoloro	Ácido acético	Acido +++	Liquido	N. D	3.6	5.04	0.13
Vinagre comercial 1 tinto	Granate	Ácido acético	Acido +++	Liquido	N.D.	3.6	5.1	0.14
Vinagre comercial 2 blanco	Incoloro	Ácido acético	Acido +++	Liquido	N.D.	3.6	5.2	0.14
Vinagre comercial 2 tinto	Granate	Ácido acético	Acido +++	Liquido	N. D	3.6	5.2	0.15

Fuente: Del autor del trabajo

Leyenda: ++ moderado

+++ marcado

3.7. De la determinación del contenido de fenoles totales en el vinagre obtenido a partir de bagazo o residuo de pulpa de tunas obtenido y vinagres de uso doméstico.

Para esta determinación se presentan:

a) Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo Folin Ciocalteu.

Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu, así como la curva de calibración de estas reacciones se presentan en el cuadro y grafico siguientes:

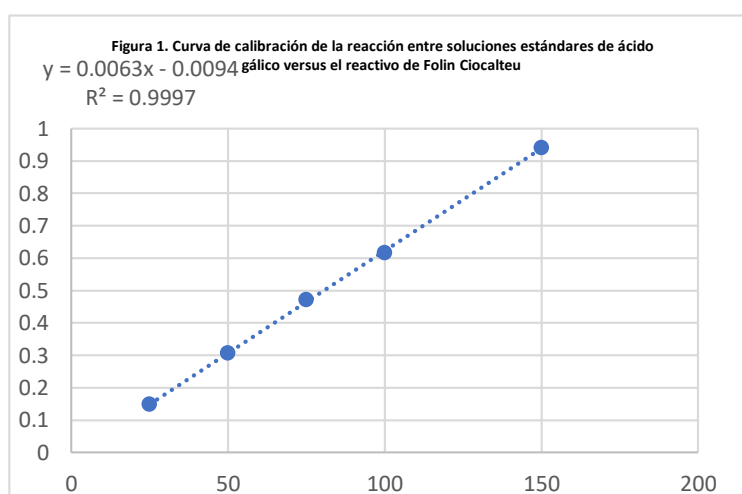
Tabla 11. Resultados de las absorbancias de las soluciones de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.

Solución de ácido gálico	Absorbancia
25 mg/100 mL	0.148
50 mg/100 mL	0.306
75 mg/100 mL	0.472
100 mg/100 mL	0.616
150 mg/100 mL	0.941

Fuente. Del autor del trabajo

Estos resultados se trataron por el método estadístico de los mínimos para obtener los valores de la recta $y = mx + b$; donde y son valores de absorbancias, x son valores de las concentraciones de las soluciones, m es el valor de la pendiente de la recta y b valor del intercepto. Asimismo, obtener el gráfico de la curva de calibración entre las soluciones estancares del ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu, el gráfico es el siguiente:

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



Fuente: Del autor del trabajo

b) Resultados del contenido de fenoles totales en los vinagres obtenidos y vinagres comerciales.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 12. Resultados del contenido de fenoles totales en los vinagres obtenidos con residuos de pulpa de tuna y vinagres comerciales

Muestra	Absorbancia	mg Fenoles totales EAG/100 mL
Vinagre proceso 2	0.162	27.206
Vinagre proceso 5	0.073	13.079

Vinagre comercial 1 Tinto	0.011	3.238
Vinagre comercial 1 Blanco	N.R.	N. L
Vinagre comercial 2 Tinto	0.010	3.079
Vinagre comercial 2 Blanco	N.R.	N.L.

Fuente: Del autor del trabajo

3.8. De la determinación de la actividad antioxidante en los vinagres obtenidos a partir de bagazo o residuo de pulpa de tunas obtenido y vinagres de uso doméstico.

Para esta determinación se presentan:

3.8.1. De la curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

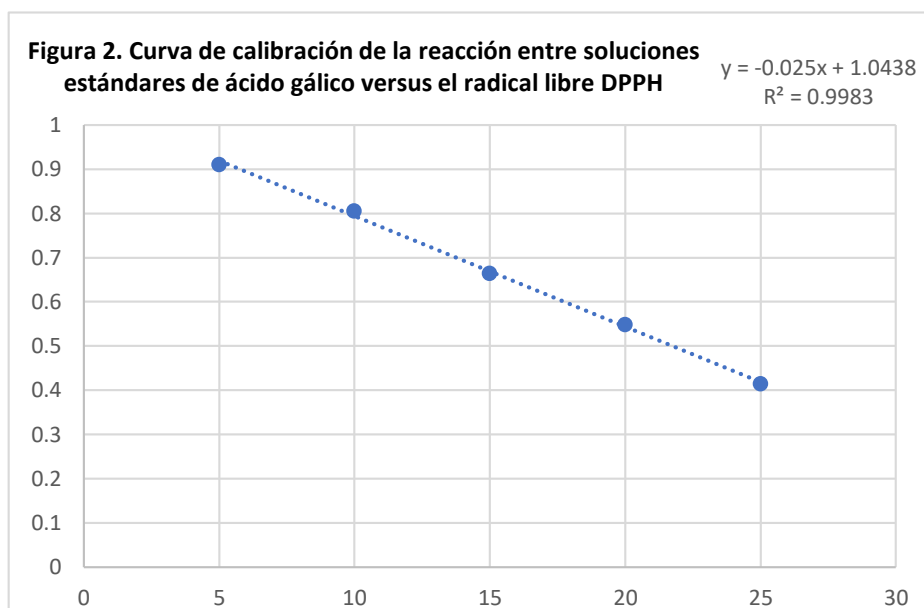
Tabla 13. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH.

Muestra	Absorbancia
Solución de ácido gálico 5 mg/100 mL	0.911
Solución de ácido gálico 10 mg/100 mL	0.806
Solución de ácido gálico 15 mg/100 mL	0.664
Solución de ácido gálico 20 mg/100 mL	0.548
Solución de ácido gálico 25 mg/100 mL	0.415

Fuente. Del autor del trabajo

Los resultados de estas absorbancias versus concentraciones se trataron estadísticamente por el método de los mínimos cuadrados para obtener los valores de la recta $y = mx + b$; donde **y** son valores de absorbancias, **x** son valores de las concentraciones de las soluciones, **m** es el valor de la pendiente de la recta y **b** valor del intercepto. Y además obtener el gráfico de la curva de calibración entre las soluciones estándares del ácido gálico y el radical libre DPPH, el gráfico es el siguiente:

Figura 2. Curva de calibración de la reacción entre soluciones estándares de ácido gálico versus el radical libre DPPH



3.8.2. Resultados de la actividad antioxidante de los vinagres obtenidos con bagazo de pulpa de tunas rojas y vinagres comerciales.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 14. Resultados de las absorbancias de los vinagres obtenidos y vinagres comerciales expresados como % de inhibición al radical DPPH

Muestra	Absorbancia	% Actividad antioxidante
DPPH solo	1.038	0.00
vinagre proceso 2	0.792	23.69
vinagre proceso 5	0.966	9.93
vinagre comercial 1 tinto	1.030	0.77
vinagre comercial 1 blanco	1.044	N.R.
vinagre comercial 2 tinto 2	1.028	0.96
vinagre comercial 2 blanco	1.045	N.R.

Fuente: Del autor del trabajo

3.8.3. De la determinación de la actividad antioxidante de las muestras analizadas expresadas como actividad antioxidante equivalente a solución de ácido gálico/100 mL.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 15. Resultados de las absorbancias de los vinagres obtenidos y vinagres comerciales expresados como equivalentes a disoluciones de mg de ácido gálico/100 mL.

Muestra	Absorbancia	Mg fenoles totales EAG/100 ml.
Vinagre proceso 2	0.792	10.072
Vinagre proceso 5	0.966	3.112
Vinagre comercial 1 tinto	1.030	0.552
Vinagre comercial 1 blanco	N. R.	N. L
Vinagre comercial 2 tinto	1.028	0.632
Vinagre comercial 2 blanco	N. R	N. L

Fuente: El autor del trabajo

Leyenda:

N.R.= No reacciona

N.L = No tiene lectura

IV. DISCUSIÓN

Una de los problemas agrarios es garantizar la rentabilidad del cultivo. En ocasiones la demanda de los productos del agro supera la oferta y el precio al que se vende generan los frutos las ganancias económicas esperada; pero en otras ocasiones la oferta supera la demanda y los precios caen tanto que muchos agricultores prefieren perder los frutos en el mismo campo debido a que los precios que pagan los comerciantes no alcanzan ni para la mano de obra encargada de cosechar. Esta problemática es aún mayor cuando los frutos son fácilmente perecibles o su tiempo de vida útil es corta. Son varios los frutos que presentan esa problemática entre los que tenemos están las fresas, moras, arándanos y tunas. Ochoa1 estudio el comportamiento de las frutas de tunas en función del tiempo y nos informa que estos por son frutos de vida útil corta y fácilmente perecibles, pero sin embargo en la medida que pasa el tiempo su contenido de fenoles no sufre modificaciones significativas y la actividad antioxidante se incrementa levemente. Similarmente Esquivel P11 menciona la necesidad de fijar los parámetros para la cosecha y conservación de los frutos de las cactáceas por ser altamente perecibles y modificar su composición química después de la cosecha si el almacenamiento no es bueno.

Terán Y2 (2015) determinó para los frutos de tunas un contenido de 57 % de pulpa., Medina12 reporta que los frutos de tunas rojas se obtienen 56.20 % de pulpa, Guerrero J6 reporta 54.33 % como obtención de pulpa de tunas a partir de sus frutos; estos valores son concordantes con los hallados en mi trabajo determinando que los frutos de tunas se obtienen 56.03 % de pulpa;

Luzmila P3 (2016) estudio el extracto acuoso de la pulpa de frutos de tuna reporta un contenido de 68.7mg de fenoles totales EAG/100 ml. Lima J4 (2017) Estudio la pulpa de *Opuntia ficus indica* ; (L) Mill, procedente del distrito de San Bartolomé, provincia de Huarochirí de la Región Lima, diluida en la proporción 1 peso de pulpa-2 pesos de agua y reporta un rendimiento de 14 % de bagazo o residuo de pulpa, en mi trabajo a partir de pulpa de tuna estrujada y seguidamente separado el jugo por filtración se queda el 46.03 % del peso tratado como residuo de la separación del jugo. Y este ese el material que se destina a la obtención del vinagre de tunas con un contenido de humedad de 86.23 %. Guerrero J6 a partir de pulpa de tuna chaptalizada a 21 °Brix y tratada con *S. cerevisiae* reporta la obtención de vino de tuna con 11.8° Brix de alcohol. En mi trabajo los residuos que quedan después de separar el jugo o mosto de tuna fueron tratados en razón de 1 peso de residuos - 2 pesos de agua, chaptalizados a 15 °Brix, llevados a digestión 85°C por 12 horas y filtrados por gravedad nos permitió la obtención de menstruo en el que se determina apreciables cualidades organolépticas con presencia de metabolitos secundarios tipo fenoles y flavonoides que fue destinado para la obtención de vinagre. El vinagre obtenido conserva la presencia de los metabolitos secundarios determinados en el menstruo los vinagres comerciales

analizados no presentan metabolitos secundarios la razón sería la procedencia de los vinagres el primero procede de residuos de pulpa de tuna los comerciales probablemente son hechos por dilución y añadidura de colorantes y/o saborizantes al ácido acético. El contenido de fenoles totales en los vinagres obtenidos de los procesos 2 y 5 desarrollados en este trabajo son 27.206 y 13.079 en ambos casos como mg de fenoles totales EAG/100 mL; mientras que en los vinagres comerciales 1 y 2 tintos en ambos casos se encuentra 3,238 y 3.079 mg de fenoles totales EAG/100 ml a pesar de que en análisis cualitativo no se detecta la presencia de fenoles esto probablemente a que en el análisis cualitativo se mezcla muestra y reactivo e inmediatamente se toma la lectura del resultado mientras que en el análisis cuantitativo muestra y reactivo se unen y después de 30 minutos se lleva a la lectura; estas concentraciones de fenoles tienen baja capacidad, 0.77 % y 0.96 % respectivamente para inhibir la actividad del radical libre DPPH de absorbancia 1.038 mientras que la actividad para inhibir la actividad de la misma solución de DPPH en los vinagres obtenidos del proceso 2 y 5 son 23.69 % y 9.93 % respectivamente esta gran diferencia me permite afirmar que el uso de vinagre doméstico procedente según el proceso 2 desarrollado en este trabajo tiene compuestos químicos que podrían ser útiles para la prevención de enfermedades degenerativas ocasionadas por radicales libres.

V. CONCLUSIONES

1. El mejor proceso para obtener vinagre de tunas a partir de residuos de pulpa de tuna roja es el detallado en el proceso 2 de este trabajo.
2. De 100 mL de menstruo de residuos de pulpa de tunas se obtienen 84 mL de vinagre de tuna el rendimiento es similar en los procesos 2 y 5 respectivamente.
3. El contenido de fenoles del vinagre procedente del proceso 2 es de 27.206 y del procedente del proceso 5 es de 13.079 en ambos casos expresados como mg de fenoles equivalentes a mg de ácido gálico/100ml.
4. La actividad antioxidante del vinagre procedente del proceso 2 es de 23.69 y del procedente del proceso 5 es de 9.93 en ambos casos expresados % de inhibición al radical libre DPPH. El vinagre del proceso 2 tiene una actividad antioxidante equivalente a la que produce una solución de 10.072 mg ácido gálico/100 mL. El vinagre del proceso 5 tiene una actividad antioxidante equivalente a la que produce una solución de 3.112 mg ácido gálico/100 mL

VI. RECOMENDACIONES

1. Profundizar los estudios sobre los residuos de tunas rojas aun después de obtener vinagre de tunas rojas
2. Iniciar estudios para investigar las propiedades farmacológicas de los metabolitos secundarios presentes en los menstros antes de ser destinados a su transformación en vinagres.
3. Iniciar estudios para investigar los posibles efectos o propiedades farmacológicas que tienen los fenoles presentes en el vinagre obtenido de residuos de pulpa de tuna procedente del proceso 2 sobre enfermedades degenerativas que padece el hombre.
4. Iniciar estudios para investigar que compuestos químicos son los mayoritariamente aportan propiedad antioxidante; asimismo determinar los posibles efectos o propiedades farmacológicas que tendrían estos compuestos presentes en el vinagre obtenido de residuos de pulpa de tuna procedente del proceso 2 sobre enfermedades degenerativas que padece el hombre.

VII. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. 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)
2. 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, nº 1, 2015, pp. 69-74
3. 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
4. Lima J. Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de *Opuntia ficus Indica* (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
5. 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.
6. Guerrero J. Diseño del proceso industrial para la obtención de vino a base de tuna (*Opuntia ficus-Indica*), para la empresa Vita Tuna”. trabajo de titulación. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias. Escuela de Ingeniería Química. Riobamba Ecuador
7. Es-sbata I, Castro R, Zouhair R, Duran-Guerreo E. Efecto del tipo de proceso de fermentación acética sobre la composición química del vinagre de higo chumbo (*Opuntia ficus-Indica*). *J Sci Food Agric.*2023;103:264-272.
8. 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.
9. Hernández D. Beneficio de los residuos de la tuna (*Opuntia ficus Indica*) variedad roja proveniente de San Sebastianj Villanueva Del Municipio de Acatzingo, Puebla. Tesis para optar el grado Académico de Maestro. Instituto de Ciencias Maestria en Ciencias ambientales.
10. Salazar N, Enríquez S, Zúñiga B y col. Residuos agroindustriales como fuente de nutrientes y compuestos fenólicos. *Epistemus* (Sonora) vol.17 no.34 Hermosillo ene./jun.

2023 Epub 08-Dic-2023.

11. Esquivel P. Los frutos de las Cactáceas y su potencial como materia prima. *Agronomía Mesoamericana* 15(2): 215-219. 2004
12. Medina C. Obtención de licor de tuna (*Opuntia ficus indica* ; (L) Mill) determinación del contenido de fenoles totales y actividad antioxidante. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad nacional San Luis Gonzaga. Ica-2024
13. Chávez J. Estudio del proceso de la elaboración del vinagre a partir de desecho de frutas. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador- 22019
14. Lagos S. Elaboración de vinagre a partir de descartes de frutos de cerezas (*Prunus cerasus*). Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica del Maule . Chile 2016.
15. Doroteo V, Diaz C, Terry C y col. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante in vitro de 6 plantas peruanas. *Rev. Soc. Qui. Perú* v 79 n 1. Lima ene mar 2013.
16. Ordoñez E. León A, Rivera H. Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria* 10(2): 175 – 183 (2019).
17. Galán M. Metodología de investigación. se puede conseguir en. <http://manuelgalan.blogspot.com/p/guia-metodologica-para-investigacion.html>
18. Gómez Bastar Sergio. Metodología de la investigación. primera edición 2,012. Ediciones Red tercer milenio.
19. Hernand. Metodología de la investigación. 6ª edición 2,014. Editorial Mc Graw- Hill.
20. Lock O. “Investigaciones Fitoquímicas” Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1992.
21. Harris D. “Análisis Químico Cuantitativo” 2da Edición. Editorial Reverte S.A. 2001.

Ica, mayo del 2024

Bachiller Carlos Jesus Tipacti Vera

Tesista

VIII. ANEXOS

8.1.FOTOS

Muestras que son analizadas

Bagazo de la fruta procesada



Procesando las muestras



Separando bagazo



Preparación de los menstros



Filtración para obtener menstros



Preparación de muestras para determinar metabolitos secundarios



Reacción de Shinoda



Reacción de FeCl_3



Reacción de Rosemheim



Determinación de la actividad antioxidante



Muestras analizadas - vinagre de referencia



Determinación sólidos solubles totales



Determinación de cenizas



Materiales y reactivos para la determinación



Determinación de la acides titulable



8.2. CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

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

El Blgo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. **CARLOS TIPACTI VERA**, para su determinación pertenece al nombre científico de *Opuntia ficus-indica* (L) MILL “tuna/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/nopal”

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

Ica 23 de noviembre del 2023.




Dr. Mirabada Huaman David Máximo
 BIÓLOGO
CBP. 3681

8.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Obtención de vinagre a partir de subproducto de opuntia ficus indica; (*L*) (tuna variedad roja) y determinación de sus características frente a vinagres comerciales

PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS PRINCIPAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS SECUNDARIA	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	FUENTE	
¿Cuáles son los procesos para obtener vinagre de tuna a partir del subproducto de la pulpa tuna utilizada en la separación de su zumo?	Determinar el mejor proceso en la obtención del vinagre de subproductos de la tuna y caracterizar organoléptica mente y físico químicamente este producto	H ₀ A partir de los sub productos de pulpa de frutos de <i>Opuntia ficus indica</i> (L) Mill se obtiene vinagre con contenido de fenoles y actividad antioxidante.	-Determinar el rendimiento de la obtención de vinagre a partir sub productos de pulpa de frutos de tuna	-El rendimiento de la obtención de vinagre a partir de sub productos de pulpa de tuna rojo es de entre 60 – 70 % del peso de residuo tratado -El contenido de fenoles totales en el vinagre obtenido de sub productos de pulpa de frutos de tunas res de entre 200 – 400 mg de fenoles totales (FT) equivalentes a acido gálico (EAG) / 100 ml y el de los vinagres comerciales es de entre 20 – 40 mg de fenoles totales (FT) equivalentes a acido gálico (EAG) / 100 ml -La actividad antioxidante del vinagre obtenido con sub productos de pulpa de frutos de tuna expresado como % de inhibición al radical libre DPPH es de entre 60 – 70 %.y la actividad antioxidante de los vinagres comerciales expresada como % de inhibición al radical libre DPPH es de entre 10-20 %.	Independiente Opuntia ficus Indica (Tuna)	Características morfológicas	Órganos de los sentidos	Descriptiva	
		- H1 A partir de los sub productos de frutos pulpa de <i>Opuntia ficus indica</i> (L) Mill no se obtiene vinagre con contenido de fenoles y actividad antioxidante.	-Determinar los contenidos de fenoles totales en el vinagre obtenido de sub productos de pulpa de frutos de tuna y vinagres comercial.	comerciales.	Dependiente Sub producto de pulpa de frutos de tuna	Rendimiento de obtención de vinagre	Material volumétrico	Experimental	Experimental
			-Determinar la actividad antioxidante en el vinagre obtenido de sub productos de pulpa de frutos de tuna y vinagres comercial.			Contenido de fenoles totales	Espectrofotómetro	Experimental	