

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Influencia de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en las propiedades funcionales, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de Sauco (*Sambucus nigra*)

Presentado por:

Jimena Rea Dongo

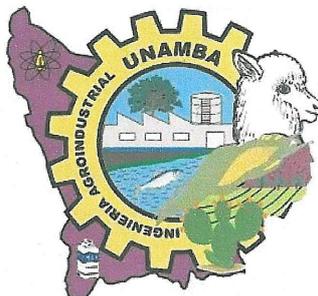
Para optar el Título profesional de Ingeniero Agroindustrial

Abancay, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

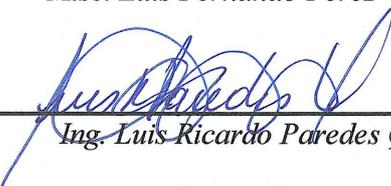
**“INFLUENCIA DE LA ESPIRULINA (*Arthrospira platensis*) EN LAS PROPIEDADES
FUNCIONALES, CONTENIDO PROTEICO Y ACEPTABILIDAD DEL NÉCTAR DE SAUCO
(*Sambucus nigra*)”**

Presentado por **Jimena Rea Dongo**, para obtener el título de
Ingeniero Agroindustrial
Sustentando y aprobado el 25 de julio del 2023, ante el jurado evaluador:

Presidente :


M.sc. Luis Fernando Pérez Falcón

Primer Miembro:


Ing. Luis Ricardo Paredes Quiroz

Segundo Miembro:


Ing. Ruth Mery Ccopa Flores

Asesor:


Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres

Co - Asesor:


PhD. Paola Marlene Cortés Avendaño

Agradecimiento

A mi alma mater la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por abrirme sus puertas del conocimiento. A mi Facultad de Ingeniería Agroindustrial de cual soy orgullosa de pertenecer.

Muy particularmente agradezco a mi asesor al ingeniero Jorge Beltrán Mendoza Cáceres por compartir su valioso conocimiento, tiempo y dedicación, por ser un excelente guía para el asesorado.

A la Ph.D Paola Marlene Cortés Avendaño por su incondicional apoyo para corregir y mejorar el proyecto de investigación.

Al ingeniero Justo Flavio Arias Motta por apoyarme y compartir sus conocimientos en el proceso de mi proyecto de investigación. Así mismo, a la ingeniera Beethssy Zzussy Hurtado Soria por su apoyo en el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

A mis amigos por apoyarme en mi etapa profesional compartiendo experiencias y conocimientos.

Jimena Rea Dongo



Dedicatoria

A mis compañeros de sueños, mis padres Ernesto Rea Contreras y Ubaldina Dongo Usaqui por brindarme su amor incondicional, dedicación, esfuerzo, motivación para superarme y su ejemplar abnegación que me impulsa a seguir adelante en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos Jorge Ernesto, Carlos, Tony Alonso, Nilton y Alex por su apoyo, por ser un ejemplo de inspiración, por su valentía al sobreponerse a las adversidades y acompañarme en esta travesía. A Fernandina Rea Contreras por sus consejos. A toda mi familia por sus palabras de aliento para superarme.

A Jack por enseñarme el significado de amistad y lealtad.

Jimena Rea Dongo



“Influencia de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en las propiedades funcionales, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de Sauco (*Sambucus nigra*)”

Línea de investigación: Caracterización, desarrollo de proceso e innovación en la Agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema.....	4
1.2 Enunciado del problema.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.3 Justificación de la investigación.....	6
CAPÍTULO II	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivos de la investigación	7
2.1.1 Objetivo general	7
2.1.2 Objetivos específicos.....	7
2.2 Hipótesis de la investigación.....	7
2.2.1 Hipótesis general	7
2.2.2 Hipótesis específicas	7
2.3. Operacionalización de variables.....	8
2.3.1 Variable independiente.....	8
2.3.2 Variable dependiente.....	8
2.3.3 Variable interviniente.....	8
2.4 Operacionalización de variables.....	9
CAPÍTULO III	10
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	10
3.1 Antecedentes	10
3.1.1 Internacional.....	10
3.1.2 Nacional	13
3.1.3 Local.....	16
3.2 Marco teórico	17
3.2.1 Sauco (<i>Sambucus nigra</i>).....	17
3.2.2 Clasificación Taxonómica	17
3.2.3 Composición química proximal del sauco.....	18



3.2.4.	Propiedades bioactivas del sauco.....	18
3.2.5.	Espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	18
3.2.6.	Panela.....	21
3.2.7.	Tecnología y operaciones básicas en la elaboración de néctar	21
3.2.2.	Calidad del néctar	26
3.2.3.	Antioxidante.....	27
3.2.4.	Capacidad antioxidante.....	28
3.2.5.	Capacidad antioxidante de compuestos fenolicos.....	28
3.2.6.	Características de los antioxidantes	28
3.2.7.	Radicales libres	29
3.2.8.	Estrés oxidativo.....	29
3.2.9.	Clasificación de antioxidantes	29
3.2.10.	Métodos de cuantificación de capacidad antioxidante.....	30
3.2.11.	Compuestos fenólicos	32
3.2.12.	Estructura y clasificación de polifenoles	32
3.2.13.	Método de cuantificación de compuestos fenólicos	34
3.2.14.	Proteínas.....	34
3.2.15.	Métodos para determinación de proteínas	36
3.2.16.	Análisis sensorial	38
3.3	Marco conceptual	40
CAPÍTULO IV		42
METODOLOGÍA		42
4.1	Tipo y nivel de investigación	42
4.1.1	Tipo de investigación.....	42
4.1.2	Nivel de investigación.....	42
4.2	Diseño de investigación	42
4.3	Población y muestra	43
4.3.1	Población.....	43
4.3.2	Muestra	44
4.4	Procedimiento.....	44
4.5	Técnica e instrumentos.....	52
4.5.1	Materiales de la investigación	53
4.6	Análisis estadístico.....	55

CAPÍTULO V	56
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	56
5.1 Análisis de resultados.....	56
5.1.1 Determinación de compuestos fenólicos	56
5.1.2 Determinación de capacidad antioxidante	53
5.1.3. Determinación de contenido de proteína	57
5.1.4. Determinación de aceptabilidad del néctar	58
5.2 Contrastación de hipótesis.....	59
5.3 Discusiones.....	60
5.3.1. Contenido de compuestos fenólicos totales (mg ácido gálico/100 mL)	60
5.3.2. Capacidad antioxidante.....	61
5.3.3. Contenido proteico.....	63
5.3.4. Aceptabilidad de néctar.....	63
CAPÍTULO VI	65
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
6.1 Conclusiones	65
6.2 Recomendaciones.....	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
ANEXOS	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	— Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2	— Composición químico proximal del fruto de sauco (g/ 100 g muestra)	18
Tabla 3	— Composición de espirulina por cada 100 g.	19
Tabla 4	— Contenido de micronutrientes de la espirulina deshidratada.....	20
Tabla 5	— Aminoácidos en la espirulina	20
Tabla 6	— Contenido nutricional de panela granulada	21
Tabla 7	— Características microbiológicas para bebidas no jarabeadas no carbonatadas.....	27
Tabla 8	— Clasificación de antioxidante según su sitio de acción	29
Tabla 9	— Clasificación de los antioxidantes según su origen.....	30
Tabla 10	— Características de los aminoácidos.....	35
Tabla 11	— Métodos para determinación de proteínas.....	36
Tabla 12	— Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos	39
Tabla 13	— Diseño experimental del néctar de sauco con espirulina.....	43
Tabla 14	— Formulación para cada tratamiento de néctar de sauco con espirulina	44
Tabla 15	— Formulación para preparacion de solucion madre de ácido gálico.	48
Tabla 16	— Formulacion para preparacion de curva patron trolox	50
Tabla 17	— Anova para diseño completamente al azar.....	55
Tabla 18	— Compuestos fenólicos totales (mg ácido gálico/100 ml)	56
Tabla 19	— Porcentaje de inhibición por el método de dpph.....	57
Tabla 20	— Contenido de proteínas del néctar de sauco con espirulina.....	57
Tabla 21	— Aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina	58



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 — Diagrama de flujo elaboracion de néctar	23
Figura 2 — Estructura y clasificación de polifenoles.....	33
Figura 3 — Mecanismo de accion del reactivo folin-ciocalteu.	34
Figura 4 — Clasificación de las pruebas analíticas.....	40
Figura 5 — Clasificación de las pruebas analíticas.....	40
Figura 6 — Procedimiento para determinación de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad.....	43
Figura 7 — Diagrama de flujo de elaboración de néctar de sauco (<i>sambucus nigra</i>).	45
Figura 8 — Prueba de kruskal-wallis para proteínas.....	58



INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas no alcohólicas (gaseosas, jugos artificiales, bebidas azucaradas, bebidas energizantes, etc.) es un hábito muy común en gran parte de la población que va en constante aumento (WEST, et al, 2003), estas bebidas están caracterizadas por su refinamiento, elevada densidad energética, alto aporte de grasas saturadas, colesterol y bajo aporte de fibra dietaria (CASANUEVA, et al, 2008). El consumo de bebidas en América representa el 39 % a nivel mundial (BAKERY, 2011), mientras en el Perú el consumo per cápita anual es de 100 litros, con una tendencia de crecimiento anual de 3 % (FLORES, 2015).

Las bebidas artificiales contienen edulcorantes, preservantes y saborizantes (BENITES, 2014), que son perjudiciales para la salud y no cumplen con los requerimientos nutritivos. Sin embargo, la tendencia de consumo de bebidas naturales y jugos está en constante aumento, debido a que estas no contienen aditivos artificiales, son más saludables y nutritivas (GOMEZ, 2018), que pueden ser elaboradas con distintas frutas como el sauco (*Sambucus nigra*) rico en vitamina C, calcio, fósforo, glúcidos y alto contenido de compuestos fenólicos (ROSALES, 2005, pág. 12).

Por otro lado, la espirulina (*Arthrospira platensis*) es una microalga espiralada de coloración verde azulado (SCHWARZ, 2008, pág. 22), que contiene un alto contenido de proteínas que fluctúa entre 65 - 70 % (ZAMBRANO y PÁRRAGA, 2014 pág. 18). Además, contiene 3,22 ± 0,43 (mg EAG/ g de alga seca) según lo que indica (TURMO IBARZ, 2016).

Al no existir investigaciones de néctar de sauco con incorporación de espirulina. En ese contexto, el objetivo general del trabajo de investigación fue determinar el contenido de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*), con la finalidad de mejorar su valor nutricional y contribuya en la alimentación saludable. Para ello, se planteó los siguientes objetivos específicos.

- a. Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- b. Determinar el contenido de la capacidad antioxidante del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- c. Determinar el contenido proteico del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- d. Determinar la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).



RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el contenido de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*). Se realizaron cinco tratamientos (T) con distintos porcentajes de espirulina (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 % y 3 %). Para obtener el néctar de sauco, sus frutos fueron sometidos a diferentes operaciones unitarias como selección, clasificación, lavado, desinfección, filtración, estandarización, homogenización, pasteurización a 85 °C x 5 minutos, envasado a 80 °C, enfriado y almacenado en refrigeración, los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el Diseño Completamente al Azar (DCA) con 5 repeticiones y comparación múltiple. Para cada tratamiento se determinó el contenido de compuestos fenólicos mediante el método de Folin Ciocalteu, la capacidad antioxidante se realizó mediante el método DPPH, se analizó el contenido de proteico mediante el método Kjendahl y la aceptabilidad mediante la prueba de ordenamiento. Los resultados indicaron que el tratamiento T1 (0 % de espirulina) presenta mayor contenido de compuestos fenólicos con 86.17 ± 2.92 mg Ácido Gálico/ 100 mL. En términos capacidad antioxidante, el tratamiento T5 (3 % de espirulina) alcanza el mayor porcentaje de inhibición de radicales libres registrando un valor con 69.21 ± 0.60 %; El mayor contenido de proteínas lo obtuvo el tratamiento T5 (3 % de espirulina) con 2.23 ± 0.0342 %. En cuanto a la aceptabilidad del néctar, el tratamiento T2 (1 % de espirulina) fue el de mayor preferencia.

PALABRAS CLAVE: *Espirulina, sauco, compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad.*



ABSTRACT

The objective of this research work was to determine the content of total phenolic compounds, antioxidant capacity, protein content and acceptability of elderberry (*Sambucus nigra*) nectar with the incorporation of spirulina (*Arthrospira platensis*). Five treatments (T) were carried out with different percentages of spirulina (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 % and 3 %). To obtain elderberry nectar, its fruits were subjected to different unit operations such as selection, classification, washing, disinfection, filtration, standardization, homogenization, pasteurization at 85 °C x 5 minutes, packaging at 80 °C, cooled and stored in refrigeration, the results were statistically analyzed using the Completely Randomized Design (DCA) with 5 repetitions and multiple comparison. For each treatment, the content of phenolic compounds was determined using the Folin Ciocalteu method, the antioxidant capacity was determined using the DPPH method, the protein content was analyzed using the Kjendahl method and acceptability using the ordering test. The results indicated that treatment T1 (0 % spirulina) has a higher content of phenolic compounds with 86.17 ± 2.92 mg Gallic Acid/100 mL. In terms of antioxidant capacity, treatment T5 (3 % spirulina) achieved the highest percentage of inhibition of free radicals, registering a value of 69.21 ± 0.60 %; The highest protein content was obtained by treatment T5 (3 % spirulina) with 2.23 ± 0.0342 %. Regarding the acceptability of nectar, treatment T2 (1 % spirulina) was the most preferred.

KEY WORDS: *Spirulina, elderberry, phenolic compounds, antioxidant capacity, protein content and acceptability.*



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En el Perú, con relación a las bebidas sin alcohol, la gaseosa es la principal bebida con un consumo por persona de “27 litros 300 mililitros al año o 2 litros 300 mililitros de consumo promedio per cápita al mes seguido por el agua mineral o de mesa con 4 litros 900 mililitros al año, refrescos fluidos con 2 litros 660 mililitros al año y el néctar con 2 litros 290 mililitros al año” (INEI, 2012 pág. 37).

Mientras la demanda de bebidas sin alcohol tiene un crecimiento acelerado en el mundo, causando una gran preocupación en los consumidores debido a sus efectos perjudiciales para la salud tales como obesidad, diabetes, osteoporosis, cardiopatías, trastorno de sueños, ansiedad, impulsividad y ciertos tipos de cáncer (OMS, 2019, pág. 3), esto se le atribuye debido a que estas bebidas contienen aditivos artificiales (agua carbonatada, fructuosa, aspartamo, benzoato sódico, ácidos cítricos, ácidos fosfóricos y cafeína) (ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PEDIATRÍA, 2013 pág. 1).

Así mismo, estas bebidas carbonatadas no tienen valor nutricional pues no aportan proteínas, vitaminas ni minerales (OLMEDO, et al, 2020), en cambio tienen un alto contenido de calorías por la presencia de edulcorantes no nutritivos como la sacarina de sodio, ciclamato de sodio, aspartamo y sucralosa (DURÁN, et al, 2013).

En cambio, la micro alga espirulina (*Arthrospira platensis*) presenta un pigmento azul-verdoso con sabor amargo poco aceptable para los consumidores (ZAMBRANO Y PÁRRAGA, 2014 pág. 18), que desconocen las propiedades funcionales y su alto contenido de proteínas que fluctúa entre (65 - 70) %, componentes nutricionales idóneos para incentivar su consumo.

La producción de sauco (*Sambucus nigra*) en el Perú es 369 TM al año, siendo los departamentos de Ancash, Lima, Junín, Apurímac y Cusco con mayor producción (DGIAR, 2018 pág. 958), el fruto es consumible en fresco, posee alto contenido de compuestos fenólicos, rico en vitamina C, calcio, fósforo y glúcidos (ROSALES, 2005, pág. 12). El fruto de sauco en Apurímac crece de manera silvestre, su fruto es destinado a elaboración de



mermeladas. En cuanto al cultivo de sauco no existe difusión ni tecnologías de conservación debido a ello no se da valor agregado al fruto.

Al no encontrarse evidencias de estudios donde hayan evaluado en el contenido proteico, compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante y aceptabilidad en el néctar de sauco (*Sambucus nigra*) al incorporar espirulina (*Arthrospira platensis*), se plantea elaborar un néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina, que aporten nutricionalmente a la alimentación saludable.

1.2. Enunciado del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el contenido de compuestos fenólicos totales del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)?
- ¿Cuál es la capacidad antioxidante del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)?
- ¿Cuál es el contenido proteico del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)?
- ¿Cuál es la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)?



1.3. Justificación de la investigación

La escasa presentación de bebidas naturales y nutritivas existentes en el mercado nacional contribuyen, indistintamente, al consumo masivo de bebidas carbonatadas que contienen alto contenido de azúcares, que no aportan proteínas, vitaminas ni minerales, y que causan distintas enfermedades como obesidad, diabetes y sobrepeso debido a los aditivos artificiales que estas bebidas contienen. En este contexto, se propone elaborar néctar de sauco con distintas concentraciones de espirulina para mejorar las propiedades nutricionales, tomando en cuenta los beneficios del sauco, la espirulina y panela.

El sauco (*Sambucus nigra*) es un arbusto silvestre con frutos considerados comercialmente no tradicionales y sub utilizados, que posee alto contenido de compuestos fenólicos que aportan un gran valor antioxidante (MORAN, 2016 pág. 5).

Por otro lado, entre los beneficios alimenticios que posee la espirulina (*Arthrospira platensis*) encontramos su fácil digestión y asimilación, además de ser considerada como un “superalimento”, por su alto contenido de proteínas 65 % (HENRIKSON, 1994 pág. 94), mientras la panela es el edulcorante natural con un elevado aporte de minerales (PALACIO, 2016).



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivos de la investigación

2.1.1. Objetivo general

Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*)

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- Determinar el contenido de la capacidad antioxidante del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- Determinar el contenido proteico del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).
- Determinar la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con incorporación de espirulina (*Arthrospira platensis*).

2.2. Hipótesis de la investigación

2.2.1. Hipótesis general

La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en el contenido de compuesto fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

2.2.2. Hipótesis específicas

- La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en el contenido de compuestos fenólicos totales del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).
- La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en la capacidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).



- La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en el contenido proteico del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).
- La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

2.3. Operacionalización de variables

2.3.1. Variable independiente

Porcentaje de espirulina (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 % y 3 %).

2.3.2. Variable dependiente

Las variables dependientes de la investigación en la elaboración de néctar de sauco con propiedades funcionales y contenido proteico adecuados.

Dimensiones

- Capacidad antioxidante
- Compuestos fenólicos totales
- Contenido proteico
- Aceptabilidad

2.3.3. Variable interviniente

- Edulcorante (panela)



2.4. Operacionalización de variables

Tabla 1— Operacionalización de variables

Operacionalización de las variables					
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Índices
Variable independiente Proporción de Espirulina (<i>Arthrospira</i> <i>platensis</i>) en el néctar de Sauco (<i>Sambucus</i> <i>nigra</i>)	Es la cantidad o porción de espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>), en el proceso, en la elaboración de la bebida (Arica, et al.,2019).	Se define como la cantidad necesaria de dicha especie (Arica, et al.,2019). Se realizaron diferentes proporciones de espirulina y sauco.	Concentración de espirulina (<i>Arthrospira platensis</i>)	T0= 1:3; 0 g/ 4000 mL (*)	%
				T1= 1:3; 40 g/ 4000 mL	
				T2= 1:3; 60 g/ 4000 mL	
				T3= 1:3; 80 g/ 4000 mL	
Variable dependiente Determinación en el néctar el contenido de: Capacidad antioxidante Compuestos fenólicos totales Contenido proteico Aceptabilidad	Capacidad antioxidante: brinda información sobre la duración de la acción antioxidante. Compuestos fenólicos totales: compuesto vegetal con excelentes propiedades antioxidantes. Contenido proteico: definido como el porcentaje de nitrógeno total multiplicado por el factor de proteína 6.25. Aceptabilidad: características o condiciones que determinan si es aceptable.	Capacidad antioxidante se medirá mediante el método de captación de radical DPPH. Compuestos fenólicos totales se determinará por el método Folin Ciocalteu Contenido proteico de la bebida se evaluará mediante análisis de nitrógeno total por el método de Kjeldahl. Aceptabilidad por prueba afectiva de ordenamiento.	Compuestos bioactivos	Capacidad antioxidante	% inhibición
				Compuestos fenólicos totales	mg de ácido gálico / 100 mL
			Contenido proteico	Proteínas	%
			Aceptabilidad	Sabor	Nominal

* Donde T (es tratamiento); 1:3 (relación de pulpa: agua); g (cantidad de espirulin

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

3.1.1. Internacional

- a. BAUTISTA (2013), en su trabajo de tesis denominado “Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: espirulina (*spirulina platensis*), y mora (*morus nigra*), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)”, se realizaron tres formulaciones (a1: 75 % de espirulina y 25 % de mora, a2: 25% de espirulina y 75 % de mora, a3: 50 % de espirulina y 50 % de mora) con (b1: Benzoato de sodio 0,6 g / Kg y b2: Sorbato de potasio 0.6 g / Kg). Resultando el mejor tratamiento la formulación 25 % de espirulina y 75 % de mora, con sorbato de potasio que tuvo mejor acogida. Así mismo, se pudo determinar que es una bebida altamente nutritiva debido a que la spirulina es un suplemento nutricional de alto valor nutritivo ya que contiene un 0,54 % de proteínas.

- b. ASERO (2014), en su trabajo de tesis denominado “Obtención de la espirulina en polvo por secado al vacío para el enriquecimiento nutricional de los productos alimenticios”, se realizó cultivos de espirulina en sistema de piscinas de secado al vacío, a nivel de laboratorio. Obteniendo un polvo de color verde de apariencia agradable y olor semejante a una verdura cocinada. Por otra parte, se determinó que es un producto apto para consumo humano pues no se encuentra microorganismos nocivos para la salud. Haciendo una comparación del contenido proteico de diferentes alimentos, la espirulina, en polvo contiene el 65 % de proteínas y las mejores fuentes de proteínas vegetales no llegan a más de la mitad de la misma, siendo esta alga el alimento de mayor contenido proteico y por tanto un complemento nutricional ideal, que se lo puede emplear en la elaboración de galletas, jugos y sopas, etc.



- c. TORRES, et al (2014), en su trabajo de tesis denominado “efecto de la suplementación de sémola de trigo con espirulina (*Arthrospira platensis*) sobre calidad, aceptabilidad y composición física y química de espaguetis”, se evaluaron el efecto de la suplementación de semolina de trigo con concentraciones de 5 %, 10 % y 20 % de espirulina sobre calidad y aceptabilidad de pastas tipo espaguetis. Resultando al comparar las pastas con espirulina con la muestra control, se observó un efecto de la adición del micro alga sobre incrementos de tiempo de cocción, peso, pérdidas de sólidos y proteínas y reducción de firmeza. La prueba de aceptabilidad entre las pastas suplementadas no varió con la sustitución de la sémola por 5 % y 10 % de la biomasa del micro alga, por lo cual se seleccionó la pasta con mayor sustitución para evaluar los parámetros de composición señalados. La pasta seleccionada con 10 % de sustitución presentó mayor contenido de proteínas, fibra dietética y cenizas, con respecto al control, con cómputo de aminoácidos de 0,42 (deficiente lisina), índice glicémico intermedio y la presencia de compuestos con actividad antioxidante (polifenoles, carotenos y clorofila). Concluyeron que la elaboración de pasta nutricional con la incorporación de *Arthrospira platensis* hasta un 10 %, tiene adecuada calidad nutricional con presencia de antioxidantes y buena aceptación por los consumidores.
- d. PÁRRAGA y ZAMBRANO (2014), en su trabajo de tesis denominado “Concentraciones de licor de cacao y espirulina (*spirulina platensis*) como potenciador proteico en la elaboración de chocolate en barra”, se utilizó concentraciones de espirulina al 1 %, 2 % y 3 % como potenciador y licor de cacao en concentraciones de 40 % y 50 %, donde se evaluaron las características bromatológicas y microbiológicas. Resultando el mejor tratamiento (50 % de licor de cacao y 2 % de espirulina). Se finalizó este trabajo donde la espirulina en polvo “Andes Spirulina” no aumento el nivel proteico del chocolate en barra puesto que en el proceso de deshidratación se desnaturalizaron las proteínas, haciéndola menos estable en la operación de conchado.
- e. HERNÁNDEZ – LEPE, et al (2015), en su trabajo de investigación denominado “Spirulina y su efecto hipolipemiante y antioxidante en humanos: una revisión sistemática”; determinaron como disminuir enfermedades



asociadas a dislipidemia utilizando el la cianobacteria. Resultando que la biliproteína ficocianina es un potente captador de radicales libres e inhibe a la lipoperoxidación; donde proponen a la ficocianina como el principal componente hipolipemiante y antioxidante de la Spirulina.

- f. ROMAY et al (2001), en su trabajo de investigación denominada “Actividad antioxidante de la ficocianina frente a radicales peroxílicos y la peroxidación lipídica microsomal”. Determinaron si la ficocianina presentaba propiedades antioxidantes frente a los radicales peroxilicos en diferentes condiciones utilizando dos antioxidantes potentes como el Trolox y el ácido ascórbico considerando un IC_{50} , definida como la concentración de aditivo que produce 50 % de inhibición del daño peroxidativo, se observa que la ficocianina resultó ser entre 6 y 7 veces más eficiente que el Trolox y el Ácido ascórbico. Los resultados fueron indicaron que los cromóforos de la ficocianina reaccionan rápidamente con los radicales peroxilicos, mecanismo por el cual se le atribuye proteger la lisis celular e inhibir la peroxidación.

- g. EL SALOUS et al (2018), en su trabajo de tesis denominado “Elaboración de chocolate con espirulina (espirulina máxima) endulzado con stevia y frutas deshidratadas”. Se realizó doce tratamientos variando principalmente las concentraciones de licor de cacao, frutas deshidratadas (piña, banano, naranja) y espirulina. El resultado obteniendo como producto de mayor aceptación sensorial aquel tratamiento que se basó en 69 % de licor de cacao, 20 % de frutas deshidratadas (piña y banano) y 5 % de espirulina y con una cantidad de proteína con 15.47 g, fibra dietética 11.91 g en 100 gramos de porción. Se concluyó que el producto tiene alto contenido de proteína, fibra y bajas concentraciones de sacarosa; ya que el azúcar proviene de las frutas deshidratadas.

- h. BENOIT (2013), en su estudio “Evaluación comparativa de la actividad antioxidante y contenido de fenoles totales de extractos etanólicos de *Arthrospira platensis* con captura de CO_2 obtenido en el proceso de elaboración del vino”, donde se realizó estudio comparativo de crecimiento, producción de biomasa, rendimiento de extractos, perfil cromatográfico, actividad antioxidante y fenoles totales entre extractos etanolicos de *Arthrospira*



platensis cultivada con gas de fermentación obtenido del proceso de elaboración del vino.

- i. ALIAGA (2019), en su tesis denominado “Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la estabilidad del extracto acuoso de antocianina obtenida por extracción asistida por microondas a partir de la cáscara de sauco (*Sambucus peruviana* H.B.K.)”, donde se realizó análisis proximal y se extrajo extracto acuoso de a cascara del sauco para determinar antocianinas utilizando el diseño ortogonal de Taguchi L18(2x35-7), en diferentes tiempos de homogenización 10 y 20 min), tres diferentes diluciones (1:15,1:30 y 1:45), disolventes (0,25 y 50 %), tiempo de extracción (30, 60 y 90 segundos). Obteniendo como resultado el tratamiento 9 un mayor contenido de antocianina de 270 ± 0.00 mg /100 mL, compuestos fenólicos 101.60 ± 0.00 mg /100 mL y rendimiento de 55.43 ± 0.01 μ mol/100 mL con factores de (10min,1:15, 50 %, 90 segundos y 700 watts),así mismo, se determinó que la temperatura de 4 °C con un pH 2.5 el contenido de antocianina, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante son más estables, mientras que a temperaturas de 20 °C y pH 2.5 se observó una disminución mayor en el contenido de antocianina, compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes durante el almacenamiento.
- j. TURMO IBARZ (2016), en su tesis de grado denominado “Capacidad antioxidante y cuantificación de polifenoles extractables in vitro en algas de consumo alimentario” cuyo objetivo fue evaluar la capacidad antioxidante y polifenoles totales en distintas micro algas. Obteniendo como resultado el contenido de polifenoles en espirulina de $3,22 \pm 0,43$ (mg de polifenoles/g de alga seca) y en cuanto a la actividad antioxidante reporto un valor de $8,81 \pm 1,90$ (μ moles equivalentes de Trolox/ g muestra).

3.1.2. Nacional

- a. PEREZ (2014), en su trabajo de tesis denominado “Evaluación de los parámetros óptimos para la aceptabilidad del néctar mix de sauco (*Sambucus peruviana* L.) y membrillo (*Cydonia oblonga* L.). Se realizó 3 tratamientos: T1 (40 % S.60 % M); T2 (50 % S.50 % M) y T3 (60% S.40 % M), donde se evaluó grados Brix, pH y tiempo de pasteurización. Resultado el mejor tratamiento (T2) logro obtener el mayor grado de aceptabilidad, sus caracterizaciones



fisicoquímicas (humedad 83,58 %, ceniza 0,24 %, proteína 0,20 %, grasa 0,12 %, fibra 0,36 %, carbohidratos 15,5 %, acidez (exp. en ácido cítrico) 0,778, pH 3,86 y sólidos solubles (0 Brix) 12), y microbiológica (numeración de aerobios viables (UFC/ mL) $4,2 \times 10$, numeración de coliformes (UFC/ mL) menor de 10 y numeración de *E. coli* (UFC/ mL) menor de 10.

- b. MORAN (2016), en su tesis denominado “Evaluación de la dilución, caracterización y aceptabilidad en la elaboración de néctar de sauco (*Sambucus Peruviana HBK*)”, donde se realizó 6 tratamientos y se obtuvieron los siguientes resultados del fruto de sauco: cuenta con 6.25 de °Brix, 3.39 de pH, 1.36 de acidez titulable, 87.03 % de humedad, 1.53 % de proteína, 0.25 % de grasa, 0.8 % de ceniza, 0.67 % de fibra y 9.72 % de carbohidratos siendo el tratamiento T4 (néctar de sauco) con una dilución de 1:2 el mejor tratamiento obteniendo los siguientes valores: 11.5 °Brix, 3.34 de pH, 1.33 de acidez titulable, 88.5% de humedad, 0.6 % de proteína, 0.0 % de grasa, 0.4 % de ceniza, 0.3 % de fibra y 10.2 % de carbohidratos donde se concluyó que la mejor dilución fue (1:2) y con respecto al análisis microbiológico se encuentra dentro de los límites permisibles.
- c. SANTAMARIA (2017), en su investigación denominada “Determinación de las proporciones de kiwi, naranja, ciruela, maracuyá y espirulina para elaboración y caracterización de un néctar mixto”. Se obtuvieron los siguientes resultados donde el tratamiento número cinco que consta de (750 mL de ciruela, 86.17 mL de naranja, 86.17 mL de kiwi, 86.17 mL de maracuyá, y 12 g de espirulina, al cual se le adiciona un 25 % de agua y 20 g de azúcar) fue el que mayor aceptabilidad obtuvo a su vez fibra 1.3 %, carbohidratos 7.3 % y vitamina C 16.9 mg /vitamina C. Se determinó el porcentaje de acidez (Max 2.56 y un Min 3.02) con un valor de pH de 3.03 y se concluyó que el néctar cumple con las características microbiológicas según Norma Técnica Peruana NTP 203.110.2009.
- d. BELTRÁN (2010), en su trabajo de tesis denominado “Evaluación de la actividad antioxidante en tres estadios de madurez del sauco (*Sambucus Peruviana L.*) de norte Yauyos - Lima”, cuyo objetivo fue estudiar el contenido de actividad antioxidante y polifenoles totales en diferentes estadios de



madurez del sauco. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: para polifenoles totales estadio maduro 744,5 mg ácido gálico /100 g muestra, estadio verde 668,52 mg ácido gálico/ 100 g muestra y estadio pintón 633,72 mg ácido gálico/100 g muestra; en tanto la mayor actividad antioxidante expresada en % de inhibición de radicales libres fue el estadio verde con (58,6 %), seguido del estadio maduro (54,6 %) estadio pintón (45,6 %).

- e. MENDOZA (2017), en su trabajo de tesis denominado “Muffins de chocolate con relleno de mermelada de Kiwi enriquecida con spirulina (*Arthrospira platensis*)”, se realizó el primer experimento con porcentaje de spirulina necesario para el enriquecimiento de mermelada de kiwi a utilizar en el relleno de los muffins de chocolate, se manejó las concentraciones de spirulina (0.5 %, 1.0 % y 1.5 %), el mejor porcentaje fue de 1.0 % de spirulina ya que con la misma cantidad se obtuvieron buenas características organolépticas (sabor, textura, color y olor). Donde mediante un análisis de balance analítico matemático de materia por componentes de proteínas se determinó que el enriquecimiento con spirulina al 1 % de adición en la mermelada de kiwi para utilizarse como relleno en el muffins de chocolate, tiene un excelente valor nutricional, ya que se tiene que para la mermelada de Kiwi enriquecida con spirulina existe 0.079 g de proteínas lo cual representa el 1.21 % además la mermelada de kiwi enriquecida con spirulina (1 %) con un peso en porcentaje del 15 % se obtuvo también un total de 41.482 mg en aminoácidos”.
- f. IZQUIERDO y GOMERO (2018), en su trabajo de tesis denominado “Bebida de limón (*Citrus limón*) y capulí (*Prunus serotina*) enriquecida con spirulina (*Arthrospira platensis*), para la prevención de la deficiencia de proteínas y hierro, en el preescolar”. Se evaluó la formulación más adecuada según sus proporciones, características fisicoquímicas y sensoriales, de acuerdo a las preferencias y exigencias nutricionales del preescolar. Resultando La bebida de limón y capulí, enriquecida con spirulina (anemic-3) aporta $6,53 \pm 0,281$ g % de proteínas, $3,58 \% \pm 0,2784$ g % de fibra dietaria, $5,13 \pm 0,124$ mg % de hierro y $84,20 \pm 2,168$ mg % de vitamina C. Su contenido de antioxidantes (α -tocoferol, β - caroteno y antioxidantes poli-fenólicos), con $0,38 \pm 0,031$ mmol/ 100 g y $786,40 \pm 5,380$ de compuestos fenólicos. Donde se concluyó que la bebida de capulí y limón enriquecida con espirulina, aporta contenido



significativo de proteínas, fibra dietaria y vitamina C, que atribuye al producto propiedades para prevenir la mal nutrición y la anemia ferropénica”.

- g. GUTIÉRREZ VERGARAY et al (2018), en su trabajo de tesis denominado “Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha”. Realizaron cuatro formulaciones de galletas sustituyendo la harina de trigo por 30 % de harina de kiwicha en un 30 % y spirulina en concentraciones de 1 % (CS-1), 3 % (CS-2), y 5 % (CS-3). Los resultados mostraron que el porcentaje de proteínas, grasas, cenizas, humedad, hierro, calcio y sodio aumentó en las formulaciones CS-1, CS-2 y CS-3, sin embargo, comparado con la galleta control, la muestra con 3 % de spirulina fue la galleta seleccionada. Se determinó de manera óptima la carga microbiana de las cuatro formulaciones, las cuales cumplieron con los requisitos microbiológicos establecidos en la Norma Sanitaria Nacional vigente de Productos de Panificación, galletería y pastelería, en cuanto a las tres formulaciones con incorporación de espirulina, la que tuvo mayor aceptabilidad en color fue la galleta con 1% de espirulina con 4,82, y respecto al sabor y textura lideró la de 3 % con 5,38 y 5,02 respectivamente.

3.1.3. Local

- a. CONDOR (2019), en su tesis de denominado “Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del fruto de sauco (*sambucus peruviana l.*) recolectados en diferentes altitudes de la provincia de Andahuaylas – Apurímac”, donde se reportaron los siguientes resultados en cuanto al contenido de polifenoles a diferentes altitudes (3125 m.s.n.m. Pachucha), (2926 m.s.n.m. Andahuaylas) y (2824 m.s.n.m. Posoccoy) reportando valores $348,51 \pm 16.3$ EQ Ac. Gálico mg / 100 g, 340.17 ± 9.51 EQ-Ac. Gálico mg / 100 g y 334.76 ± 2.13 EQ-Ac. Gálico mg /100 g respectivamente, en cuanto a la actividad antioxidante $348,51 \pm 16.3$ EQ Ac. Gálico mg /100g, 340.17 ± 9.51 EQ-Ac. Gálico mg /100 g y 334.76 ± 2.13 EQ-Ac. Gálico mg /100 g. Donde se empleó análisis de varianza(ANOVA) para polifenoles y no se encontró diferencia significativa.



3.2. Marco teórico

3.2.1. Sauco (*Sambucus nigra*)

El sauco es oriundo de Perú y territorios colindantes, que abarca de Argentina hasta Costa Rica. En el Perú, el rango altitudinal varía desde 2,800 a 3,900 m.s.n.m. de acuerdo a la zona, siendo 3,200 a 3,800 m.s.n.m. el óptimo. Distribuyéndose en los departamentos de Apurímac, Cusco, Lima, Ancash, Junín y Huánuco los que producen en mayor cantidad (MINAG, 2003).

El *Sambucus nigra*, es una planta arbustiva permanente, de 4 a 6 m de altura, copa redondeada, baja y densa. El tronco es curvo e inclinado, con corteza rugosa, y ramas gruesas (SÁNCHEZ et al., 2010, pág. 23). Las ramas muestran el crecimiento de una médula, numerosa y muy blanca (FONT, 1990). En los troncos gruesos, la madera es pesada y muy dura; debe de secarse muy lentamente, dado que tiende al alabeo y agrietamiento (ABELLA, 2000). La corteza externa es agrietada y de color marrón cenizo, a veces se desprende en placas de forma rectangular. La corteza interna es blanquecina (REYNEL Y MARCELO, 2009, pág. 2).

3.2.2. Clasificación Taxonómica

Según SÁNCHEZ, et al (2010, pág. 24) clasifica el sauco desde un punto botánico de la siguiente forma:

Reino: *Plantae*.

Subreino: *Tacheobionda*

División: *Magnoliophyta*.

Clase: *Magnoliopsida*.

Subclase: *Asterideae*

Orden: *Dipsacales*

Familia: *Caprifoliaceae*

Género: *Sambucus*

Especie: *Nigra*



3.2.3. Composición química proximal del sauco

Según GARCÍA, et al (2003), reporta la composición químico proximal de los frutos del sauco en estadio de madurez.

Tabla 2 — Composición químico proximal del fruto de sauco (g/ 100 g muestra)

Componente	Cantidad %
Humedad	91.20
Grasa	0.16
Proteína	1.57
Fibra	1.94
Ceniza	0.70
Carbohidratos	4.43

Extraído de GARCÍA, et al (2003)

3.2.4. Propiedades bioactivas del sauco

Se pueden atribuir a la existencia de compuestos biológicamente activos presentes en la flor, como las antocianinas, flavonoles y ácidos fenólicos, según el estudio de (SIDOR y GRAMZA-MICHALOWSKA 2014). Además, se han identificado otros compuestos beneficiosos, como la rutina, la isoquercetrina y la astragalina, en la parte aérea de la planta, de acuerdo con la investigación realizada por (DAWIDOWICZ, et al. 2006).

3.2.5. Espirulina (*Arthrospira platensis*)

“La espirulina es un alga termofílica, cuyos parámetros óptimos de crecimiento se encuentran a: Temperatura óptima: 25 – 37°C; pH óptimo esta entre 8,5 – 10,5” (CAMPANO, et al., 2002).

SCHWARZ (2008, pág. 22), especifica a la espirulina como: micro alga espiralada de coloración verde azulada. De estructura filamentososa, microscópica, su crecimiento en condiciones ecológicas no necesita herbicidas ni pesticidas. Tiene alto contenido proteico (55 - 75) %, posee todos los aminoácidos esenciales, vitaminas, enzimas, minerales, fitonutrientes y ácidos grasos.



Clasificación taxonómica

Clasificación Taxonómica de *Espirulina* según MENDOZA (2017, pág. 5)

Dominio: *Bacteria*

Filo: *Cyanobacteria*

Clase: *Cyanophyceae*.

Subclase: *Oscillatoriophyceae*

Orden: *Oscillatoriales*

Familia: *Phormidiaceae*

Subfamilia: *Phormidioideae*

Género: *Arthospira*

Especie: *Arthospira plantensis*

Propiedades nutricionales

Según MEJÍAS (2008), “Esta alga contiene un 70 % de proteínas (unas 15 veces más que el resto de vegetales) y es de muy fácil digestión, por lo que puede suponer una fuente barata de proteínas en países subdesarrollados, donde el acceso a la carne y al pescado no es fácil para la población” (p.34).

Para HONGSTHONG, et al (2009 pág. 6), es un alga azul verdosa que contiene proteínas, complejo vitaminas, ácidos grasos y pigmentos, rico en hierro en forma biodisponible. Su aporte proteico supera otras fuentes (pescado, 10 %; soya (30 – 35) %; leche, 3 %; maní, 25 %; huevos, 12 %; granos, 8 %; carne (20 - 22) %. Su pared celular desprovista de celulosa por consiguiente favorece a la digestibilidad de proteína (95 %).

Tabla 3 — Composición de espirulina por cada 100 g.

Espirulina	Cantidad por 100 g
Proteína	60 g
Hidratos de carbono	15 g
Lípidos	6 g
Calcio	1000 mg
Hierro	180 mg
Magnesio	400 mg
Minerales	7 mg

Extraído de EKALI, et al (2011 pág. 714)



Tabla 4 — Contenido de micronutrientes de la espirulina deshidratada

Contenido	Valor en 100 g
Vitamina A, IU	570.00
Vitamina E, mg	5.0
Vitamina K, µg	25.50
Tiamina, mg	2.38
Riboflavina, mg	3.67
Niacina, mg	12.82
Vitamina B6, mg	0.36
Vitamina B9, µg	94.00
Calcio, mg	120.00
Hierro, mg	28.50
Fosforo, mg	118.00
Magnesio, mg	195.00
Sodio, mg	1048.00
Zinc, mg	2.00
Potasio, mg	1363.00

Extraído de Base de datos nacional de nutrientes para estándares Referencia USDA- ARS, citado 01 setiembre 2018; Las Academias Nacionales, 1998.

Tabla 5 — Aminoácidos en la espirulina

Aminoácidos	Requerimiento adultos (mg/ g proteína)	Aporte estándar (mg/ g proteína)	Aporte de espirulina (mg/ g proteína)
Isoleucina	13	4	4.7
Leucina	19	7	6.3
Lisina	16	5,4	3.64
Metionina	17	3,5	3.54
Metionina + Cisteína	19	6,1	3.93
Treonina	9	4	4.22
Triptófano	5	1	0.9
Valina	13	5	5.49

Extraído de BADUI (2006); (Base de datos nacional de nutrientes para estándares Referencia USDA-ARS, citado 01 setiembre 2018; Las Academias Nacionales, 1998.



La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los EE.UU. clasifico muchos productos de Arthrospira seca designándolos como "Generally Recognized as Safe" (GRAS) o Generalmente Reconocido Como Seguro para consumo humano (BOHÓRQUEZ, 2016, pág. 33).

La proporción estudiada de espirulina fue en dosis de 1 a 10 g. Asimismo, la dosis recomendada se encuentra en un rango de 3 - 10 g diarios. Del mismo modo, se sugiere que la proporción de ingesta diaria está en un margen de seguridad de 30 g de ingesta diaria de espirulina (BOHÓRQUEZ, 2016, pág. 34).

3.2.6. Panela

La panela granulada es la cristalización del jugo que se extrae de caña de azúcar mediante deshidratación y evaporación, constituida casi en su totalidad por sacarosa de color amarillo, sabor dulce y soluble en agua. Utilizado como endulzante en alimentos (PALACIO, 2016).

Tabla 6 — Contenido nutricional de panela granulada

Componente	Cantidad
Sacarosa	83.30%
glucosa	5.81%
Fructosa	5.81%
Calcio	79.18 mg / 100 g
Magnesio	81.21 mg / 100 g
Fosforo	68.46 mg / 100 g
Hierro	1.98 mg / 100 g

Extraído de PALACIO (2016)

3.2.7. Tecnología y operaciones básicas en la elaboración de néctar

3.2.6.2. Néctar de fruta

Producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene incorporando agua, con o sin adición de azúcares, de miel y/o jarabes, y/o edulcorantes. Podrán añadirse sustancias aromáticas (naturales, idénticos a los naturales, artificiales o una mezcla de ellos), También puede agregar pulpa y células procedentes del mismo tipo de fruta (NTP 203.110, 2009, pág. 8).



Según GUEVARA (2015, pág. 3) define néctar “producto constituido por el jugo y/o la pulpa de frutos, finamente dividida y tamizada, con agua potable, azúcar, ácido orgánico, preservante químico y estabilizador si fuera necesario”.

Así mismo, el néctar es una bebida alimenticia, elaborado de fruta natural o concentrada de una o varias frutas, agua y azúcar. Posiblemente contendrán ácido cítrico, estabilizador y conservante (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 5).

Mientras tanto, la FAO (2001), indica que el néctar es una mezcla de agua y azúcar, elaborada a partir de frutas, hortalizas, raíces, hojas, y tubérculos que sensorialmente sean aceptables. El néctar tiene 15 °Brix o 15 % de azúcar, la relación entre pulpa y agua varía de acuerdo a la formulación de la empresa.



3.2.6.3. Elaboración de néctar

En la figura 1 se muestra el proceso y etapas de elaboración de néctar.

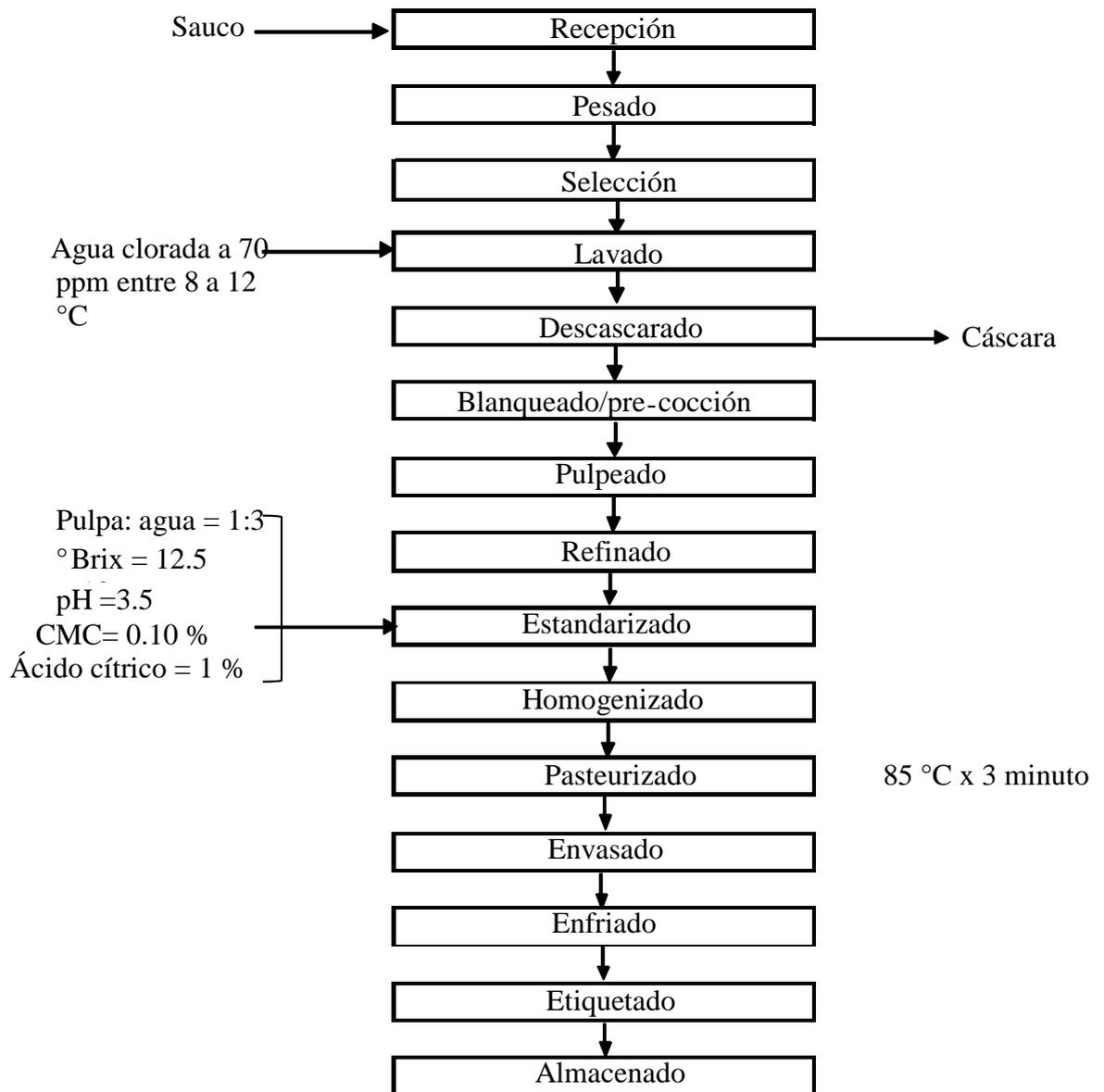


Figura 1 —Diagrama de flujo elaboración de néctar



Descripción del proceso de elaboración de néctar

- **Recepción**

Es recomendable que la materia prima recepcionada debe de ser procesada inmediatamente para prevenir el deterioro (MORAN, 2016, pág. 34).

- **Pesado**

El pesado se realizará para verificar el costo de producción, planificación, control de calidad y formulación de productos, esta operación se realiza en distintos tipos de balanza dependiendo de la capacidad de producción. (DONATH, 1999, pág. 42).

- **Selección**

Esta operación consiste en la eliminación de materia prima que no está apta para su procesamiento (frutas golpeadas, oscuras, putrefactas, etc.) con la finalidad de obtener productos con los atributos adecuados de calidad. (CALCINA y CARPIO, 2016, pág. 32).

- **Lavado**

Este procedimiento se efectúa con el objetivo de excluir material extraño al de la fruta como impurezas (tierra, polvo y restos de insecticida adheridas a ellos), también disminuir significativamente la presencia de microorganismos presentes. Asimismo, se sumerge en solución desinfectante de hipoclorito de sodio a 200 ppm durante algunos minutos (CALCINA y CARPIO, 2016, pág. 32).

- **Descascarado**

Es una operación unitaria que consiste en separar el material no comestible, para ello se puede realizar varios tipos de acuerdo a la capacidad de producción y al tipo de fruta a procesar. (FELLOWS, 1994, pág. 12):

- **Pre cocción**

La finalidad de esta operación es ablandar la fruta para facilitar el pulpeado y reducir el tamaño (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 11).

- **Pulpeado**

Se realiza con el objetivo de extraer pulpa o jugo libré de semillas y cascara. El pulpeado es de acuerdo al tipo de fruta a procesar, sin ocasionar cambios de sus características. Se efectúa utilizando una pulpeadora o licuadora, que posteriormente proceden al tamizado. El extractor de jugos es recomendable para cítricos (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 11).

- **Extracción y refinación de la pulpa.**



El procedimiento reside en “pasar la pulpa a una segunda operación utilizando una malla que elimina toda partícula superior a 1 mm de diámetro. En el refinado se somete la pulpa a una acción de presión contra una malla de numero de poros determinado para extraerle el jugo” (CALCINA y CARPIO, 2016 pág. 33).

- **Estandarizado**

Para conseguir un néctar de calidad, es importante la incorporación adecuada de los siguientes insumos: ácido cítrico, azúcar, carboximetilcelulosa y sorbato de potasio, para obtener un néctar con características organolépticas adecuadas. (CALCINA y CARPIO, 2016, pág. 33).

- **Homogenizado**

Se realiza con la finalidad de uniformizar la mezcla, se lleva a cabo durante 5 minutos el cual radica en mover la mezcla hasta conseguir una disolución total de ingredientes de tal manera que el edulcorante se distribuya mejor (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 20).

- **Pasteurización**

Esta acción tiene el objetivo de disminuir la carga microbiana y garantizar la inocuidad del producto; se basa en calentar el néctar hasta alcanzar el punto de ebullición durante 1 a 3 min, retirando del fuego para separar la espuma formada en la superficie para el envasado (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 20).

- **Envasado**

El envasado se realiza a una temperatura de 80 °C. El llenado del néctar es completo, sin formación de espuma y dejando espacio de cabeza dentro del envase, finalmente se coloca la tapa (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 21).

- **Enfriado.**

Esta operación se realiza con agua potable fría y en circulación, para mejorar la eficiencia del proceso. Los cierres de las tapas se deben de revisar para asegurar que no se aflojaron durante el proceso de enfriamiento, luego se limpian los envases para etiquetarlos y almacenarlos en un lugar fresco y limpio. (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 21).

- **Etiquetado.**

El etiquetado debe de incluir la información necesaria sobre el producto (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 22).



- **Almacenado.**

El producto terminado es almacenado a temperatura ambiente verificando que la temperatura de la zona no sea elevada caso contrario se procede a refrigerar (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 22).

3.2.2. Calidad del néctar

CORONADO y HILARIO (2001), indica que el néctar a ser un alimento para consumo humano en consecuencia tiene que asegurar la inocuidad de producto para resguardar la salud de los consumidores. Por ello, debe de tomarse las medidas adecuadas de higiene y salubridad para su procesamiento, así mismo, se verifica que la fruta esté libre de sustancias tóxicas que alteren su calidad (pág. 24).

a. Características organolépticas

El CODEX señala que los “néctares de frutas deberán tener el color, aroma y sabor característicos del mismo tipo de fruta de la que proceden” (CODEX STAN 247-2005, pág. 4). Los requisitos organolépticos de un néctar se pueden resumir de la siguiente manera (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 24).

Sabor: “El sabor debe ser semejante al del fruto fresco y maduro, prácticamente exenta de gusto a cocido u oxidación, ni cualquier otro sabor impropio u objetable” (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 24).

Color: “parecido al del jugo de pulpa recién obtenido del fruto fresco y maduro del fruto que se haya extraído” (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 24).

Olor: “aromático, similar al del jugo y pulpa recién obtenido del fruto fresco maduro” (CORONADO y HILARIO, 2001, pág. 24).

Apariencia: buena, y no deberá presentar presencia de fruto sobre maduras (CORONADO & HILARIO, 2001, pág. 24).



b. Características fisicoquímicas

La Norma Técnica Peruana para jugos, néctares y bebidas de frutas “deben contener una cantidad de sólidos solubles o grados Brix entre 12 a 18 medidos mediante lectura refracto métrica a 20 °C. El pH leído a 20 °C debe ser entre 3.5 a 4.5 y la acidez titulable expresada como ácido cítrico anhidro en porcentaje, no debe ser inferior a 0.2 %” (NTP 203.110, 2009, pág. 12).

c. Características microbiológicas

“Las características microbiológicas están regidas, por la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” (NTS N°709 - MINSA/DIGESA, 2008, pág. 21).

Tabla 7— Características microbiológicas para bebidas no jarabeadas no carbonatadas.

Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Limite por mL ó g	
					M	M
Aerobios Mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	< 3	---

Extraído de NTS N°709 - MINSA/DIGESA (2008)

3.2.3. Antioxidante

Son moléculas capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química donde se transfiere electrones de una sustancia a un agente oxidante. Estas reacciones de oxidación producen radicales libres que comienzan cadenas que dañan a las células (MATILL,HA, 1947).

LAMPE (1999), menciona que los antioxidantes son capaces de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas, cuya principal función es terminar con las reacciones de oxidación e inhibir otras reacciones de oxidación oxidándose ellos mismos.

Los antioxidantes se encuentran en gran variedad en los alimentos. Algunas de las sustancias conocidas son el β-caroteno (pro-vitamina A), vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (α-tocoferol), selenio, etc. (LAMPE, 1999).



3.2.4. Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles están estrechamente vinculadas. La cooperación de cada compuesto no solo necesita de su concentración o de su calidad antioxidante, además su relación con otros componentes, de tal manera que produzcan efectos inhibidores o sinérgicos (SANDOVAL, LAZARTE y ARMAO, 2008, pág. 255).

Por otra parte, se menciona distintos términos para referirse a capacidad antioxidante, como eficacia total, parámetro, acción, potencial y actividad. Cabe señalar que la actividad antioxidante y la capacidad antioxidante son términos distintos, pues la capacidad antioxidante brinda información sobre la duración en cambio la actividad antioxidante especifica la dinámica de acción antioxidante (KARADAG, OZCELIK, y SANER, 2009, pág. 42).

3.2.5. Capacidad antioxidante de compuestos fenolicos

La Capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos se determina por su estructura química, debido a ello la efectividad como antioxidantes son distintos entre grupos de compuestos. Los compuestos fenólicos actúan como captadores de radicales libres y donantes de hidrogeno o electrones en reacciones de terminación rompiendo enlaces de generación de radicales libres, deteniendo las reacciones en cadena de los radicales libre (MILLER et al., 1997).

Estudios demostraron que los flavonoides ejercen influencia positiva en la salud previniendo enfermedades graves. Teniendo la función nutraceuticos ideal para neutralizar radicales libres inducidos por estrés, prevención de cáncer que aún son estudiados (LIN et al., 2006).

3.2.6. Características de los antioxidantes

Los antioxidantes son moléculas que tienen la capacidad de oxidarse rápidamente, de manera que, previenen o detienen la cadena oxidativa, estabilizando al radical generado y la regeneración del antioxidante; minimizando el daño en el cuerpo humano. En ambientes aerobios los organismos utilizan sistemas antioxidantes que actúan como mecanismos de defensa a nivel fisiológico manteniendo los niveles de O_2 en tejidos del



sistema microvascular, mientras tanto a nivel bioquímico, la defensa varía entre enzimática o no enzimática (ALDANA PÉREZ et al., 2014).

3.2.7. Radicales libres

Son átomos que poseen un electrón desapareado o libre, el cual le confiere una alta reactividad debido a que tienen que captar un electrón de las moléculas estables con el objetivo de alcanzar una estabilidad electroquímica, inmediatamente habiendo obtenido captar el electrón, la molécula estable que ha cedido se convierte en radical libre y queda con un electrón desapareado; la vida media biológica de un radical libre es de microsegundos. Pero tiene la capacidad de reaccionar con todo que se encuentre alrededor, causando así deterioro a nivel molecular (VINTIMILLA, 2013).

3.2.8. Estrés oxidativo

CHIHUAILAF et al (2002), OLGUIN CONTRERAS, et al (2004), VENEREO (2002) y SÁNCHEZ et al (2004), definen el estrés oxidativo como desequilibrio bioquímico causado por la producción elevada de radicales libres, los cuales exceden la capacidad antioxidante de un organismo o por una disminución en la respuesta homeostática de las células o tejidos, provocando daño oxidativo a las biomoléculas.

CÁRDENAS et al, (2019), Lo definieron como un desequilibrio entre oxidantes y los mecanismos antioxidantes de los organismos que involucran sistemas enzimáticos y moléculas orgánicas como algunas vitaminas (E y C).

3.2.9. Clasificación de antioxidantes

VENEREO (2002), clasifica a los antioxidantes naturales de acuerdo a su sitio de acción.

Tabla 8 — Clasificación de antioxidante según su sitio de acción

INTRACELULAR	MEMBRANA	EXTRACELULAR
Superóxido dismutasa	Vitamina E	Ceruloplasmina
Catalasa	Betacarotenos	Transferinas
DT - de afanasa		Albuminas
Sistemas proteolíticos		Ácido Úrico
Vitamina C		Vitamina E

Extraído de VENEREO (2002)



Mientras REILLY et al (1990) clasifica a los antioxidantes naturales según su origen.

Tabla 9 — Clasificación de los antioxidantes según su origen.

ORIGEN	ACCION
EXOGENO	
Vitamina E	Neutraliza al oxígeno singlete
	Captura oxígeno
	Captura radicales libres de hidroxilo
Vitamina C	Neutraliza al oxígeno singlete
	Captura radicales libres de hidroxilo
	Captura oxígeno
	Regenera la forma oxidada de la vitamina E
Betacarotenos, flavonoides, licopeno	Neutraliza al oxígeno singlete
ENDOGENOS	
Enzimático	Cofactor
Superóxido dismutasa (SOD)	cobre, sodio, magnesio
Catalasa(CAT)	Hierro
Glutación, Peroxidasa (GPx)	Selenio
NO ENZIMATICOS	
Glutación	Barrera fisiológica del oxígeno
Coenzima Q	Transportadores de enzima

Extraído de REILLY et al (1990)

3.2.10. Métodos de cuantificación de capacidad antioxidante.

A. Determinación del contenido de antocianinas totales por el método pH diferencial

No solamente se usa la cuantificación de antocianinas por cromatografía de HPLC con UV-Vis o detectores de matriz fotodiodos (PDA) usando para cuantificarlos patrones extremos, también se puede cuantificar por el método de pH diferencial como se indicó antes. Los pigmentos de antocianina experimentan transformaciones estructurales reversibles con un cambio de pH, observable en los espectros de absorbancia UV-Vis que son sorprendentemente diferentes. La forma de oxonium coloreada predomina a pH 1,0 y la forma hemiacetal incolora de pH 4.5 (GIUSTI et al., 2001).

“Este método se basa en este cambio y permite una medición precisa y rápida de las antocianinas totales, incluso en presencia de polimerizados, pigmentos degradados y otros compuestos interferentes” (GIUSTI et al., 2001).

B. Determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS

La determinación de la capacidad antioxidante por el método ABTS del ácido 2,2 – azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) consiste en una técnica de decoloración, en la cual el radical es generado directamente en una forma estable antes de la reacción con antioxidantes. Inicialmente el ABTS es oxidado por el medio del persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$) Para formar el catión radical $ABTS^{\bullet+}$ (verde - azul) que es el cuantificable a 734 nm.El $ABTS^{\bullet+}$ es un catión radical estable debido a su capacidad de deslocalizar el electrón desapareado entre átomos de nitrógeno de su estructura. De esta manera, el $ABTS^{\bullet+}$ puede reaccionar con los compuestos polifenólicos (se emplea el Trolox como compuesto de referencia (ocasionando la formación de $ABTS$ (incolore) y la oxidación de compuesto polifenólico. Los resultados de los compuestos a analizar se expresan en relación con equivalentes de trolox (Acido 6- hidroxil - 2,5,7,8 – tetrametilcroman - 2 – carboxílicos) utilizado como reactivo de calibración y es aplicable tanto en sistema acuosos y lipofílicos (VASCO et al., 2008 pág. 820).

C. FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma)

Mide el total de la capacidad de reducción de radicales libres (BERARDINI, et al., 2004); (NANTITANON et al., 2010), es un ensayo sencillo y fácilmente automatizable (PULIDO et al., 2000).al determinar la capacidad que tiene la muestra para reducir un complejo férrico con (TPTZ) a su forma ferrosa, genera una coloración de intensidad proporcional a la actividad reductora de la muestra, que puede cuantificarse por colorimetría en base a un patrón de hierro (GARCÍA , 2006). Los valores de FRAP se obtienen comparando el cambio de absorbancia a 593 nm en mezclas de reacción con iones ferrosos en concentraciones conocidas (LIM, et al, 2007) (ROJAS, et al, 2008). La ventaja de este método es que los extractos reaccionan rápidamente con los iones férricos (30 min), mientras que los otros métodos como el DPPH llevan mucho más tiempo (24 horas) (BENZEI et al, 1996).



D. Determinación de capacidad antioxidante de DPPH

Este método fue propuesto por Blois en 1958, este método se fundamenta en la reducción de absorbancia medida a 517 nm del radical DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) el cual está libre debido a la deslocalización de un electrón desapareado de la molécula, por lo tanto, la molécula no se dimeriza (BRAND-WILLIAMS et al., 1995) modificado por (BRAVO y SAURA-CALIXTO, 2000).

La deslocalización del electrón incrementa el color violeta intenso del radical el cual absorbe el metanol a 717 nm. Cuando la solución de DPPH reacciona con el sustrato antioxidante que puede donar un átomo de hidrogeno, el color violeta se desvanece (BRAND-WILLIAMS et al., 1995) modificado por (BRAVO Y SAURA-CALIXTO, 2000).

3.2.11. Compuestos fenólicos

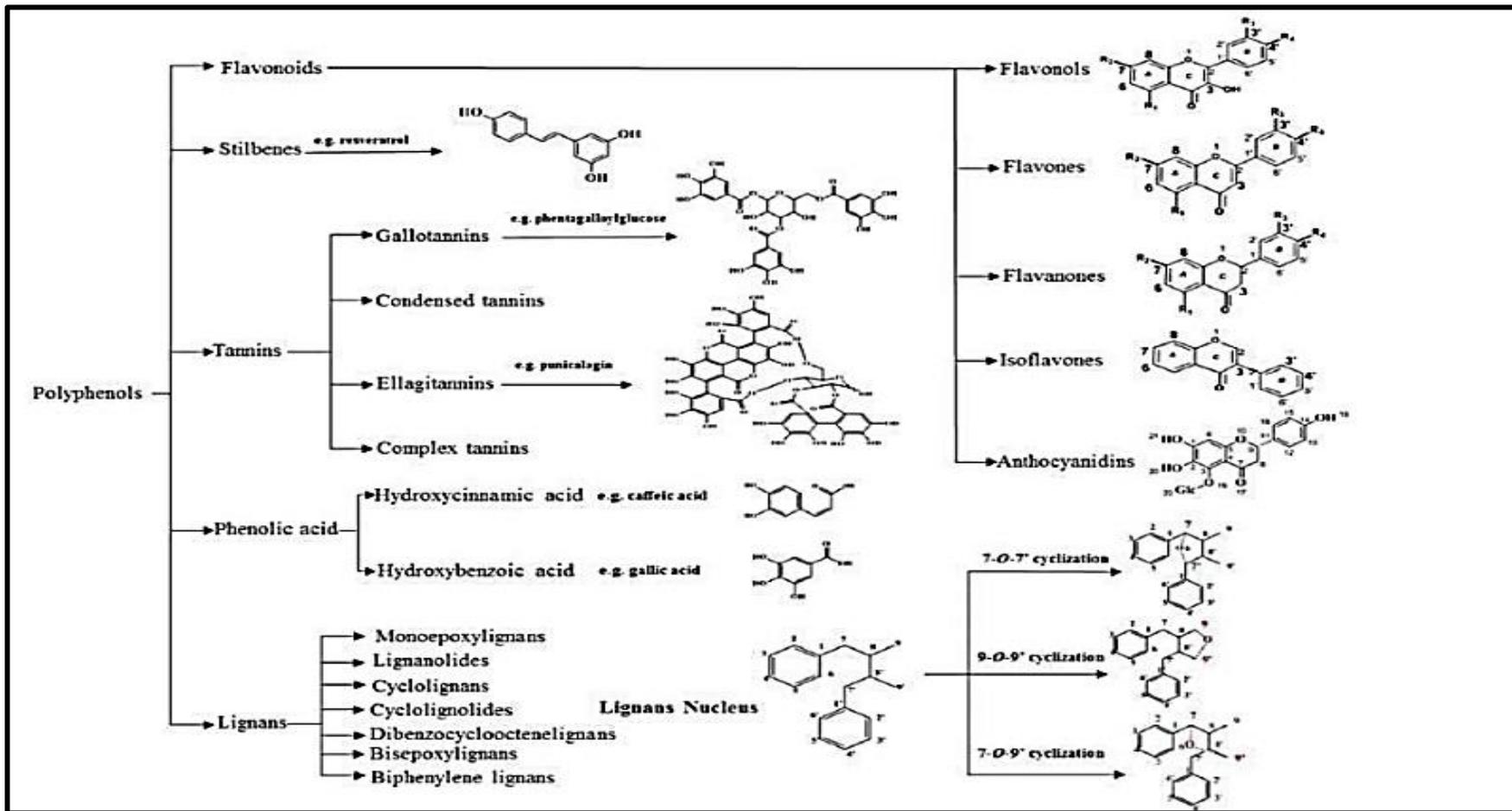
Se encuentran ampliamente en el reino vegetal, siendo las plantas las que lo sintetizan a miles de compuestos fenólicos (CF) distintos. La concentración de polifenoles (PF) varia en las plantas de acuerdo a las condiciones ambientales, genotipo, composición de suelo, especie y ubicación geográfica. Siendo este un componente importante en la dieta humana (SHAY et al., 2015 pág. 17).

Los polifenoles son un grupo heterogéneo de moléculas que comparten la característica de tener en su estructura varios grupos bencénicos sustituidos por funciones hidroxílicas, hallándose así en una gran variedad de plantas, dándole a estos determinados usos comunes y por sus propiedades antioxidantes meritan una considerable atención (MUÑOZ et al., 2007, pág. 3).

3.2.12. Estructura y clasificación de polifenoles

Los polifenoles son sintetizados en gran cantidad, producto del metabolismo secundario de las plantas. Se clasifican en: estilbenos, ácidos fenólicos y derivados simples, lignanos, taninos y flavonoides (CHEN et al., 2017 pág. 26).





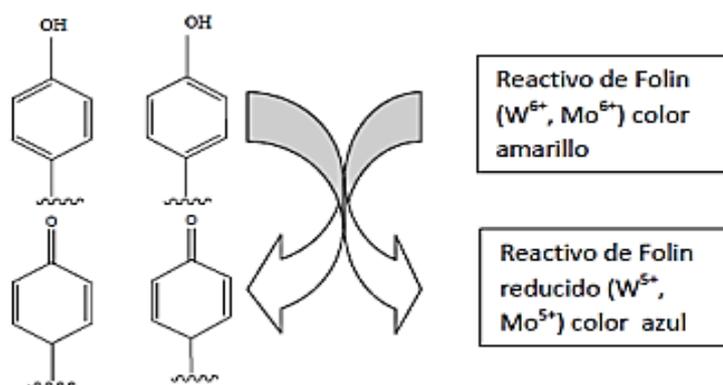
Extraído de CHEN et al., (2017 pág. 26)

Figura 2 — Estructura y clasificación de polifenoles

3.2.13. Método de cuantificación de compuestos fenólicos

a. Determinación de compuestos fenólicos por método Folin –Ciocalteu.

El ensayo Folin- Ciocalteu se emplea para medir el contenido de compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Se fundamenta en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo Folin- Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul capaz de ser determinada espectrométricamente a 765 nm. Este reactivo está compuesto por una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las sales en el medio ácido), de color amarillo. Al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que se mide para evaluar el contenido en polifenoles (SINGLETON et al.,1965).



Extraído de SINGLETON et al (1965)

Figura 3 — Mecanismo de acción del reactivo Folin-Ciocalteu.

3.2.14. Proteínas

Las proteínas son macromoléculas las cuales desempeñan el mayor número de funciones en las células de los seres vivos (GONZÁLEZ , et al, 2007), formadas básicamente por carbono, hidrogeno, oxígeno y nitrógeno. Pueden además contener azufre y en algunos tipos de proteínas, fosforo, hierro, magnesio y cobre entre otros elementos (LUQUE, 2008). Desempeñan funciones biológicas en el organismo humano de regeneración y formación de tejidos, la síntesis de enzimas, anticuerpos y hormonas, y como constituyente de la sangre. Forman

parte del tejido conectivo y muscular de los animales y de sistemas rígidos estructurales (BADUI, 2006).

Tabla 10 — Características de los aminoácidos

Aminoácidos	Hidrófilo	Hidrófobo	Acido	Básico	Indispensable	Dispensable
Alanina		x				x
Arginina	x			x	x	
Asparaguina	x					x
Ácido Aspártico	x		x			x
Cisteína	x					x
Ácido Glutámico	x		x			x
Glutamina	x					x
Glicina	x			x	x	
Histidina	x				x	
Isoleucina		x			x	
Leucina		x		x	x	
Lisina	x				x	
Metionina		x				x
Fenilalanina		x				x
Prolina		x				x
Serina	x					x
Treonina	x				x	
Triptofano		x			x	
Tirosina	x					x
Valina		x			x	

Extraído de BADUI (2006).

Aminoácidos

Los aminoácidos son moléculas orgánicas que contienen un grupo amino (NH_2) en uno de los extremos de la molécula y otro grupo ácido carboxílico ($COOH$) en el otro extremo. Así mismo, los aminoácidos son las unidades que conforman a las proteínas que participan en funciones celulares diversas (LÓPEZ, 2014).

Aminoácidos no esenciales. son los aminoácidos de proteínas alimentarias que son absorbidos y pueden ser metabolizados (LÓPEZ, 2014).

Aminoácidos esenciales. son aminoácidos indispensables para la alimentación humana aquellos que el organismo no puede sintetizar en cantidad suficiente y su ausencia origina enfermedades carenciales, por lo que se tiene que obtener de los alimentos son: histidina (solo



para niños), lisina, triptófano, fenilalanina, treonina, valina, metionina, leucina e isoleucina (BERG et al., 2004).

3.2.15. Métodos para determinación de proteínas

Existen diferentes métodos para la cuantificación de proteínas. Que se basan en: a) propiedad intrínseca de las proteínas para absorber luz en el UV, b) formación de derivados químicos, o c) por su capacidad de unir ciertos colorantes.

Tabla 11 — Métodos para determinación de proteínas

Método	Rango de sensibilidad (µg)	Coefficiente de extinción
Método de absorción		
A ₂₈₀	100 - 3000	ε ₂₈₀ = 1 mL /mg cm
A ₂₀₅	3 - 100	ε ₂₀₅ = 31 mL /mg cm
A ₂₈₀ A ₂₈₀	100 - 300	Proteína =(mL /mg) = (1.55A ₂₈₀ - 0.76A ₂₆₀)
A ₂₃₅ A ₂₈₀	25 - 700	Proteína =(mL /mg) = (A ₂₃₅ - A ₂₈₀) 2.51
A ₂₂₄ A ₂₃₆	5 - 180	Proteína =(mL /mg) = (A ₂₂₄ - A ₂₃₆) 0.6
A ₂₁₅ A ₂₂₅	2 - 180	Proteína =(mL /mg) = 144(A ₂₁₅ - A ₂₂₅)
Métodos derivados colorimétricos		
Biuret	1000- 10000	ε ₅₄₅ = 0.06 mL /mg cm
Lowry	25- 100 a 500 nm	Usuar curva estándar
	2-30 a 660 nm	Usuar curva estándar
	1 - 2 a 750 nm	Usuar curva estándar
Bradford	1 - 15	ε ₅₉₅ = 81 mL /mg cm
BCA	0.5 - 10	Usuar curva estándar
Método derivados Flurimetricos		
o-ftalaldeido	1.5λ _{excitacion} a 340 nm	Usuar curva estándar
	λ _{excitación} a 475 nm	Usuar curva estándar

Extraído de FERNÁNDEZ, et al (2000).

A. Método Kjeldahl

El método fue desarrollado por el Danés Johan Gustav Kjeldahl, investigador del laboratorio de una fábrica de cerveza en Dinamarca (KIRK, 2002).

Es un método indirecto para la determinación del nitrógeno contenido en las proteínas en una muestra. Es el método estándar para la determinación de proteínas en cereales, carnes y otros materiales



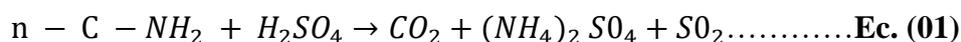
biológicos. Debido a que la mayoría de proteínas tienen el mismo porcentaje de nitrógeno (SKOOG et al., 2001).

Fundamento

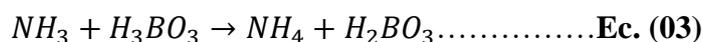
El método emplea la ebullición, ácido sulfúrico concentrado que destruye la materia orgánica de la muestra de forma oxidativa, al mismo tiempo reduce el nitrógeno orgánico o amoniaco, el amonio es retenido como bisulfato de amonio y determinado por destilación alcalina y titulación. La adición del catalizador adecuado aumenta el punto de ebullición de la mezcla de digestión, llevando a cabo la reacción completa (cuantitativamente). Seguidamente, se adiciona sosa en exceso a la muestra digerida, liberando al amonio (NH_3) de la sal de amonio. Se inyecta vapor a la mezcla de digestión para expulsar el amoniaco. El gas amoniaco se colecta en ácido bórico y se titula ya sea por potenciometría o mediante el uso de indicadores de pH (GARCÍA et al., 2010).

- **Etapa de digestión:** Tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición convierte el nitrógeno orgánico en ion amonio. (GARCÍA et al., 2010).

La destilación se realiza por arrastre de vapor. se inyecta vapor de agua en el tubo de digestión y luego el amoniaco y agua son arrastrados donde se recibe el destilado.



- **Etapa de destilación:** Se alcaliniza la muestra y el nitrógeno digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoniaco (ecuación 2). El amoniaco destilado se recoge sobre un exceso desconocido de ácido bórico (ecuación 3) (GARCÍA et al., 2010).



- **Etapa de valoración:** la cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ion borato, empleando ácido clorhídrico o sulfúrico y como indicador una



disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno (GARCÍA et al., 2010).



3.2.16. Análisis sensorial

Las características sensoriales de los productos alimenticios se miden mediante técnicas, donde se realizan una mezcla de medidas procedimentales con tratamientos estadísticos de diferente dificultad, dirigidas a abstraer algo tan subjetivo como son las impresiones que generan en nuestros sentidos los alimentos que ingerimos (CHAMBI, 2018, pág. 15).

Los componentes de un olor, sabor, son tan complejos que se requiere de personas entradas y calificadas para evaluar, descomponer y valorar los diferentes sabores y aromas que se presentan. Permitiendo adquirir información necesaria para evaluar la calidad de un producto (CHAMBI, 2018 pág. 15).

La valoración sensorial de los alimentos ha experimentado un crecimiento notorio en las últimas décadas por parte del sector alimentario, donde las características sensoriales son las que determinan, en último término, la aceptabilidad de un alimento por los consumidores” (CHAMBI, 2018 pág. 15).

Ensayos de aceptabilidad sensorial

La evaluación sensorial con paneles de consumidores se realiza al final o en la reformulación del producto. Donde los consumidores prueban el producto y nos refieren cuál de las muestras prefieren respecto a las otras, de acuerdo a sus propiedades sensoriales. existen dos maneras de realizar correctamente este ensayo: a) midiendo la preferencia: el consumidor prueba y elige el de su preferencia. b) midiendo su aceptabilidad en una escala: el consumidor prueba y otorga un puntaje a un producto. Se puede medir la aceptabilidad global de un producto o la aceptabilidad por atributos (apariencia y sabor). Siendo el procedimiento más adecuado el de determinar aceptabilidad por puntaje (CHAMBI, 2018, pág. 15).



Tipos de análisis sensorial

BARCINA et al., (2001, pág. 15), “en el análisis sensorial existen básicamente tres grandes tipos de pruebas, cada una de ellas persigue diferentes objetivos y recurre a participantes seleccionados según distintos criterios”.

Tabla 12 — Tipos básicos de pruebas en el análisis sensorial aplicado a los alimentos

TIPO DE PRUEBA	PREGUNTA PRINCIPAL	CARACTERÍSTICAS DEL PANEL SENSORIAL
AFECTIVAS (Hedónica-Preferencia)	¿Gustan o disgustan los productos?	Seleccionados por ser consumidores habituales del producto, son personas no entrenadas
	¿Qué productos son los más preferidos?	
Discriminativas	¿Son diferentes los productos?	Seleccionados por su agudeza sensorial, orientados al tipo de prueba eventualmente
Descriptivas	¿Qué atributos caracterizan al producto?	Seleccionados por su agudeza sensorial y motivada, las personas son entrenadas o altamente entrenadas
	¿En qué difieren los productos? ¿Cuánto difieren los productos?	

Extraído de BARCINA, et al (2001)

Por otro lado, ESPINOZA (2007, pág. 46) “indica que con relación a las pruebas que pueden ser utilizadas existen diversas formas de clasificarlas, aunque todos los autores coinciden en que estas se dividen en dos grandes grupos: - Pruebas analíticas - Pruebas afectivas”.



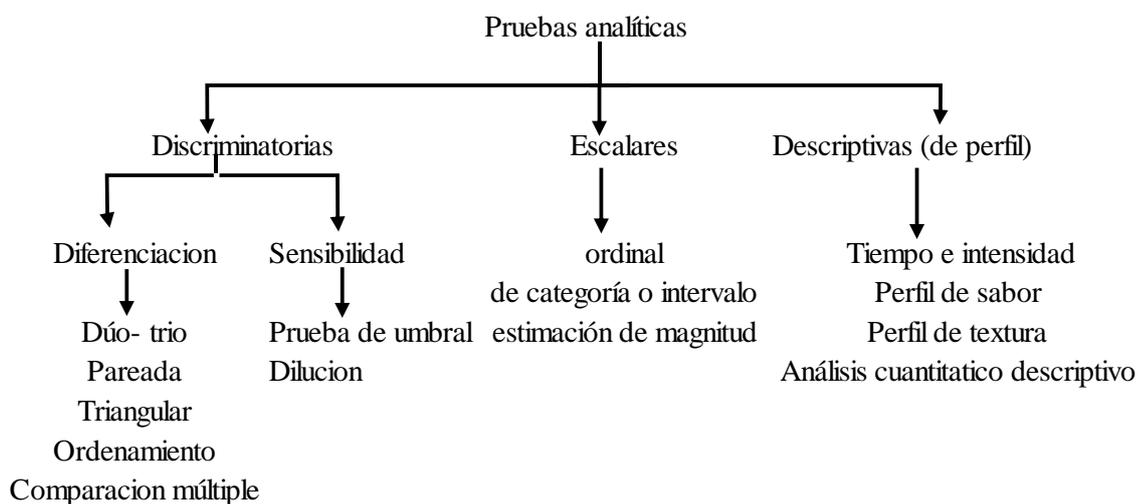


Figura 4 — Clasificación de las pruebas analíticas
 Extraído de ESPINOZA (2007, pág. 46)

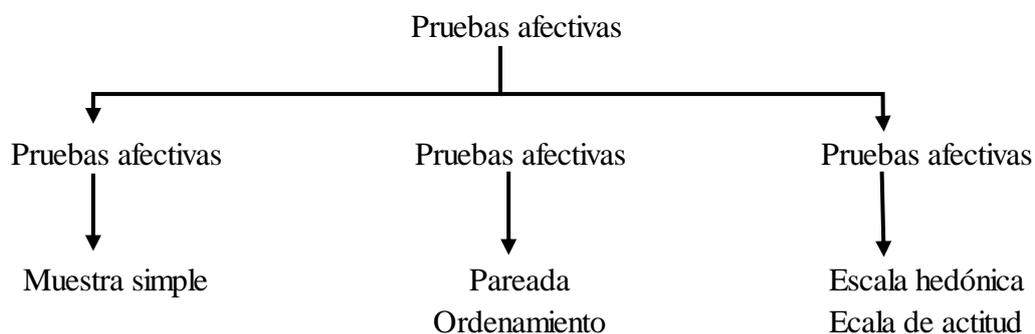


Figura 5 — Clasificación de las pruebas analíticas
 Extraído de ESPINOZA (2007, pág. 46)

3.3. Marco conceptual

- **Alga:** Plantas talofitas, unicelulares o pluricelulares, provistas de clorofila que a su vez presentan pigmentos de colores.
- **Aminoácidos:** Compuesto químico orgánico formando por un grupo amino y otro carboxilo.
- **Antocianina:** Son pigmentos hidrosolubles de amplia variedad de colores que van desde rojo a azul oscuro presentes en las frutas, vegetales y cereales.
- **Concentración:** Es la cantidad de la sustancia que se disuelve en relación a las sustancias disolventes en una solución.
- **Compuestos fenólicos:** Componente que se encuentra en el reino vegetal, importante para la dieta humana, dentro de ellos



encontramos a los fenoles, flavonoides, ácidos fenólicos que son considerados metabolitos secundarios de las plantas.

- **DPPH:** Método que evalúa la actividad antioxidante utilizando en radical libre 2,2 –Difenil -1- Picrilhidacilo.
- **Enriquecida:** Que tiene alguno de sus componentes en una proporción mayor de lo normal.
- **Espirulina:** Cianobacterias de color verde azulada, unicelular y fotoautótrofo de forma espiral, que se agrupan en tricomas o en formas filamentosas.
- **Folin Ciocalteu:** Es un reactivo compuesto por fosfomolibdato y fosfotungstato utilizado para la determinación de polifenoles totales.
- **Néctar:** Mezcla de agua y pulpa o jugo de fruta, con o sin adición de edulcorantes.
- **Organoléptica:** Descripción de características físicas de un producto que se puede percibir a través de los sentidos (textura, sabor, color, olor)
- **Proteínas:** Macromoléculas formadas por aminoácidos, es el principal componente estructural y funcional de las células, cumple funciones catalíticas, transporte y almacén (mioglobina y hemoglobina), de protección y reguladora.
- **Sauco:** Pequeño árbol oriundo de Perú, que crece en un amplio rango de altitud de 2500 a 3900 m.s.n.m.

CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

El estudio denominado “Influencia de la espirulina (*Arthrospira platensis*) en las propiedades funcionales (compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante), contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*)”. Cumple con las características necesarias de una investigación de tipo aplicada, debido a que se emplearán conocimientos de ingeniería en la elaboración de néctar de sauco con adición de espirulina.

4.1.2. Nivel de investigación

Por la manipulación de las variables en el trabajo de tesis denominado “Influencia de la espirulina (*Arthrospira platensis*), en las propiedades funcionales (compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante), contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*)” cumple las características de una investigación de nivel experimental.

4.2. Diseño de investigación

Para realizar los análisis de determinación de contenido de compuesto fenólicos, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina, se realizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) siguiendo el procedimiento que muestra en la Figura 6.



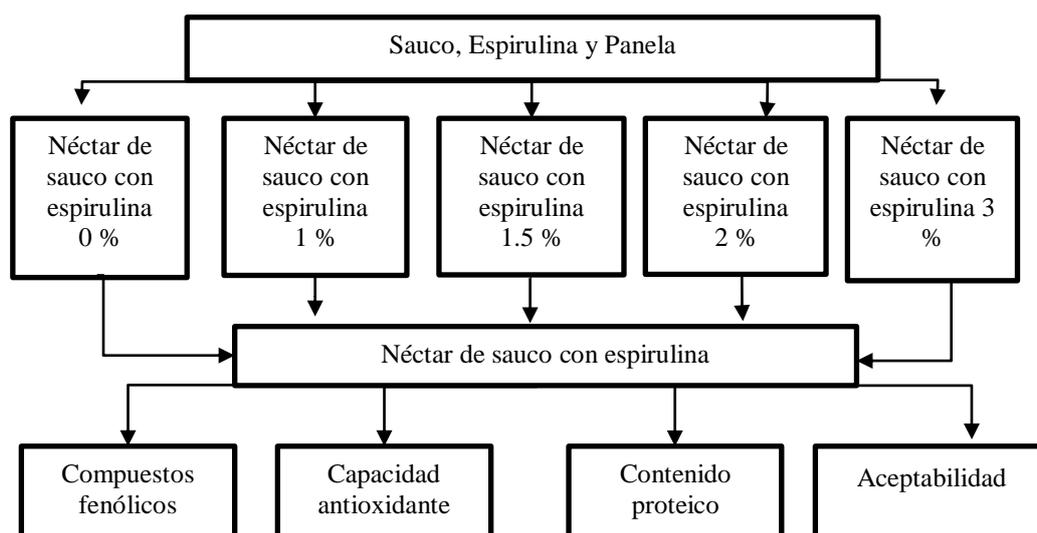


Figura 6 — Procedimiento para determinación de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad

Tabla 13 — Diseño experimental del néctar de sauco con espirulina

Néctar de sauco					
Repetición	C ₁ 0 %	C ₂ 1 %	C ₃ 1.5 %	C ₄ 2 %	C ₅ 3 %
r ₁	r _{1,1}	r _{1,2}	r _{1,3}	r _{1,4}	r _{1,5}
r ₂	r _{2,1}	r _{2,2}	r _{2,3}	r _{2,4}	r _{2,5}
r ₃	r _{3,1}	r _{3,2}	r _{3,3}	r _{3,4}	r _{3,5}
r ₄	r _{4,1}	r _{4,2}	r _{4,3}	r _{4,4}	r _{4,5}
r ₅	r _{5,1}	r _{5,2}	r _{5,3}	r _{5,4}	r _{5,5}

Donde (C) es la concentración de espirulina y r: número de repeticiones. Para cada tratamiento se determinó contenido compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina por quintuplicado teniendo como factor las concentraciones de espirulina.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

La población estudiada fueron los frutos maduros de sauco (*Sambucus nigra*) en una cantidad de 20 kg proveniente de la provincia de Abancay distrito de Curahuasi del centro poblado de Saywite y 500 g de espirulina (*Arthrospira platensis*) comprada en la provincia de Abancay.



4.3.2. Muestra

A partir del fruto del saúco, se desarrollaron varios tratamientos de néctar de saúco con espirulina con el objetivo de llevar a cabo los análisis necesarios. Se tomaron 2 gramos de néctar para la determinación de compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante, y se emplearon 8 gramos de néctar para medir el contenido proteico. Finalmente, se proporcionarán 50 ml de néctar a cada panelista para evaluar su aceptabilidad

4.4.Procedimiento

El procedimiento de la investigación se llevó a cabo en 4 etapas que fueron las siguientes: elaboración de néctar, determinación de compuestos fenólicos totales, determinación de capacidad antioxidante, determinación de contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina.

4.4.1. Elaboración de néctar de sauco

Para la elaboración de néctar de sauco (*Sambucus nigra*) se diluyó 1:3 en relación pulpa: agua, para los 5 tratamientos con diferentes concentraciones de espirulina (*Arthrospira platensis*), siguiendo lo indicado en la tabla.

Tabla 14 — Formulación para cada tratamiento de néctar de sauco con espirulina

Tratamiento	Pulpa (g)/ Espirulina (g)	Panela (g)	Ácido cítrico(g)	Sorbato de potasio (g)	CMC (g)	Agua (mL)
T1 (Néctar de sauco)	955/0	500	40	2	3	2500
T2 (Néctar de sauco con espirulina 1 %)	915/40	500	40	2	3	2500
T3 (Néctar de sauco con espirulina 1.5 %)	895/60	500	40	2	3	2500
T4 (Néctar de sauco con espirulina 2 %)	875/80	500	40	2	3	2500
T5 (Néctar de sauco con espirulina 3 %)	835/120	500	40	2	3	2500

Para la elaboración de néctar de sauco se siguió el procedimiento descrito en el diagrama de flujo que se detalla a continuación:

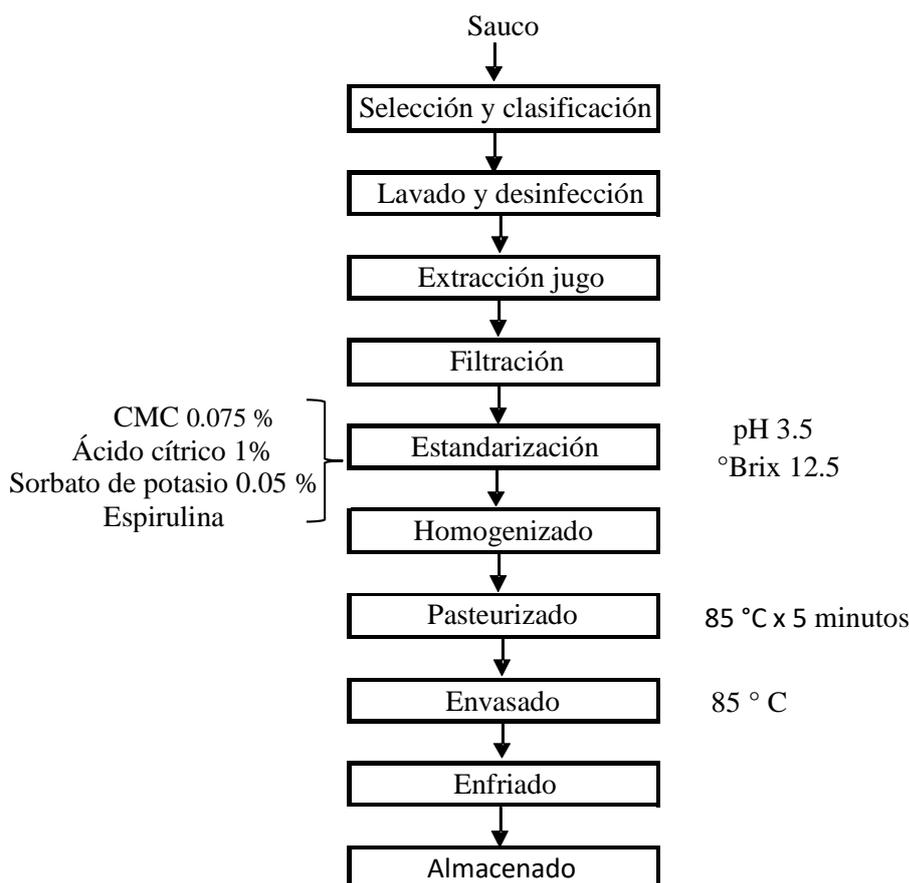


Figura 7 — Diagrama de flujo de elaboración de néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

Recepción: Se recepcióno los frutos de sauco en un balde de plástico de capacidad de 20 Kg en el centro poblado de Saywite, luego fueron trasportadas al laboratorio de Procesamiento de Productos Agroindustriales en la ciudad de Abancay.

Selección y clasificación: Se seleccionó y clasifico los frutos de sauco maduros (negro violáceo) libres de impurezas, para asegurar un producto de calidad.

Lavado y desinfectado: Los frutos maduros de sauco fueron lavadas a chorro continuo con agua potable para luego realizar la desinfección por inserción en una solución de hipoclorito de sodio al (0.2 %) durante un periodo de 5 minutos.

Extracción de jugo: Al iniciar se procedió a pesar el fruto de sauco de acuerdo a la formulación para todos los tratamientos. Se estrujo los frutos de sauco en



un recipiente de acero inoxidable de capacidad de 10 Kg hasta obtener la mayor cantidad de jugo.

Filtración: El jugo extraído de los frutos de sauco se filtraron 3 veces en una coladera de acero inoxidable de 10 cm hasta obtener jugo libre de pepas y cáscara.

Estandarización: Se realizó diluciones 1:3 en relación de pulpa: agua en una olla de acero inoxidable de capacidad de 20 litros donde se agregó panela, ácido cítrico, espirulina, CMC y sorbato de potasio de acuerdo formulación. Se regulo el pH a 3.5 y 12.5 °Brix.

Homogenizado: Se removió con una paleta de madera hasta obtener una disolución y mezcla uniforme de los ingredientes.

Pasteurización: Se realizó a 85 °C por 5 minutos en una olla de acero inoxidable de capacidad de 10 litros, con la finalidad de asegurar la inocuidad del néctar y prolongar la vida útil,

Envasado: Se realizó en caliente a temperaturas de 85 °C. Donde se procedió a llenar néctar en envases de plástico de capacidad de 5 litros, evitando la formación de espuma.

Enfriado: Se realizó sumergiendo los envases de néctar sellados en un balde con agua fría causando un shock térmico y asegurando la inocuidad del néctar.

Almacenado: Una vez que este seco la superficie de los envases, se almaceno el producto final en refrigeración para asegurar la conservación del néctar hasta realizar el análisis sensorial, capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, contenido proteico y aceptabilidad.

4.4.2. Determinación de compuestos fenólicos totales

El contenido de compuestos fenólicos totales en el néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina se determinó mediante el método Folin Ciocalteu propuesta por SINGLETON y ROSSI (1965) modificado por PULIDO, BRAVO y SAURA-CALIXTO (2000), el cual se basa en la oxidación de compuestos fenólicos en presencia del reactivo Folin Ciocalteu formada por el ácido fosfomolibdotúngstico dando un color



amarillo, en medio básico da una coloración azul cuya intensidad es medida a 750 nm de absorbancia y los resultados son expresados como mg de ácido gálico en base húmeda.

El contenido de compuestos fenólicos totales se realizó midiendo en un tubo falcon un volumen de 250 μ L del néctar, luego se le añadió 250 μ L de reactivo Folin Ciocalteu 2N, se dejó en reposo durante 10 minutos, posteriormente se añadió 7 mL de agua ultra pura, luego se incorporó 5 mL de carbonato de sodio Na_2CO_3 al 7.5 %, se agito y guardo en oscuridad durante 60 minutos a temperatura ambiente y se realizó las lecturas correspondientes de absorbancia a 750 nm.

Los cálculos se efectuarán de la siguiente ecuación

$$CFT \left(\frac{\text{mg ácido gálico}}{100 \text{ mL}} \right) = \left(\frac{ABS_{muestra} - B}{A} \right) * \frac{FD}{M} * 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (06)}$$

Donde:

CFT: Compuestos fenólicos totales

$ABS_{muestra}$: Absorbancia de la muestra

A: Pendiente de ecuación de la curva

B: Intercepto de la ecuación de la curva

FD: Factor de dilución

M: Peso de la muestra (g)

a) Preparación de solución madre de Ácido Gálico

Se pesó 20 mg de Ácido Gálico diluida en 50 mL, a una concentración de 400 ppm de agua ultra pura en un fiola.

b) Preparación de diluciones de solución madre de Ácido Gálico

Se elaboró cinco puntos de dilución (P) de ácido gálico de diferentes concentraciones que se enrazo a 10 mL con agua ultra pura (UPW) en tubos de ensayo tal como lo muestra la Tabla 15.

Posteriormente se añadió a cada tubo 250 μ L de solución madre de ácido gálico, luego se agregó 250 μ L de Folin Ciocalteu (2N), se dejó en reposo durante 10 minutos, se añadió 7 mL de agua ultra pura, seguidamente se le incorporo 5 mL de carbonato de sodio Na_2CO_3 al 7.5%, después se agito y guardo en oscuridad durante 60 minutos a temperatura ambiente y se realizó las lecturas correspondientes de absorbancia a 750 nm.



Tabla 15 — Formulación para preparación de solución madre de Ácido Gálico.

Puntos	Concentración (mg/ml)	Volumen de Ácido Gálico (mL)	Agua UPW (mL)
P1	0.05	1.25	8.75
P2	0.1	2.5	7.5
P3	0.2	5	5
P4	0.3	7.5	2.5
P5	0.4	10	0

c) Preparación de carbonato sódico (Na_2CO_3) al 7.5 %

Se pesó 7.5 g de carbonato sódico que se aforo en 100 mL de agua ultra pura.

d) Preparación de muestra: Se tomó 1 mL de néctar y se diluyo en 5 mL de agua destilada en un tubo con tapa y se procedió a centrifugar por un periodo de una hora a 6000 RPM a 10 °C de temperatura. Este proceso se realizó para los 5 tratamiento.

4.4.3. Determinación de capacidad antioxidante método DPPH(2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).

La capacidad antioxidante del néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con espirulina (*Arthrospira platensis*), se evaluó mediante el método DPPH planteado por (BRAND-WILLIAMS , et al, 1995) modificado por (BRAVO y SAURA-CALIXTO, 2000).

Se determinó la capacidad antioxidante del néctar de sauco (*Sambucus nigra*)” con distintas concentraciones de espirulina (*Arthrospira platensis*), para ello se utilizó como patrón de referencia Trolox, en tanto el néctar como los estándares actuaron reduciendo el radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo).

El procedimiento para evaluar la capacidad antioxidante fue, en un tubo falcon se añadió 180 µL del extracto acuoso de néctar, se le adiciono 2.9 mL de solución de DPPH, luego se agito e incub por 30 minutos a temperatura ambiente en oscuridad, se procedió hacer las lecturas de absorbancia a 517 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro modelo T80 UV/VIS SPECTROMETER, marca PG instruments LTD.



Los resultados serán expresados porcentaje de inhibición de radicales libre de néctar de sauco con espirulina. Utilizando como blanco el solvente metanol. La capacidad antioxidante se determinó usando la curva estándar de Trolox realizado en el laboratorio de análisis de alimentos. Los cálculos se efectuarán con la siguiente ecuación:

La concentración de antioxidantes se determinó mediante la ecuación:

$$CA = \left(\frac{\mu\text{mol eq. Trolox}}{100 \text{ mL}} \right) = \left(\frac{ABS_{\text{muestra}} - B}{A} \right) * \frac{FD}{M} * 100 \dots \dots \text{Ec. 6}$$

Donde:

CA: Capacidad antioxidante

ABS_{muestra} : Absorbancia de la muestra

B: Intercepto de la ecuación de la curva

A: Pendiente de la ecuación de la curva

FD: Factor de dilución

M: Peso de muestra (g)

El porcentaje de inhibición de las muestras se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% I = \left[1 - \frac{ABS_{\text{muestra } 517\text{nm}}}{ABS_{\text{control } 517\text{nm}}} \right] * 100 \dots \dots \dots \text{Ec. 7}$$

Donde:

% I: Porcentaje de inhibición

ABS_{muestra} : Absorbancia de la muestra a 517 nm

ABS_{control} : Absorbancia de la solución DPPH a 517 nm.

a) Preparación de DPPH 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo

Se pesó 3.94 mg de DPPH que se diluyo en 100 mL de metanol al 80 % en una fiola cubierta con papel aluminio, después se agito durante un periodo de una hora en un agitador con magneto, posteriormente se almaceno a una temperatura de -20 °C durante 30 minutos.

b) Preparación de solución Trolox

Se pesó 25 mg de Trolox que se diluyo en 100 mL de metanol al 80 %, a una concentración de 1000 µM en una fiola cubierta con papel aluminio.



c) Preparación de la curva patrón Trolox

Para la elaboración de la curva Trolox se realizó 6 diluciones con diferentes concentraciones de solución Trolox (0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1) $\mu\text{mol /mL}$, que se enraza a 10 mL metanol al 80 % de acuerdo a lo especificado en la Tabla.

Tabla 16— Formulacion para preparacion de curva patron Trolox

Concentración ($\mu\text{mol /mL}$)	Volumen solución Trolox (mL)	Metanol (mL)
0.1	1	9
0.2	2	8
0.4	4	6
0.6	6	4
0.8	8	2
1	10	0

d) Lectura de absorbancia de la curva patrón Trolox

En los tubos de reacción se agregó para 180 μL de Trolox de las diferentes diluciones (0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1) $\mu\text{mol /mL}$, se le añadió 2.9 mL de reactivo DPPH luego se agito y se incubo por 30 minutos a temperatura ambiente en oscuridad y se procedió hacer las lecturas de absorbancia a 517 nm de longitud de onda en un espectrofotómetro modelo T80 UV/VIS SPECTROMETER, marca PG instruments LTD.

e) **Preparación del blanco:** Para el blanco se utilizó metanol, del cual se tomó 1.8 mL de metanol y se le añadió 2.9 mL de DPPH.

f) **Preparación de muestra:** Se tomó 1 mL de néctar y se diluyo en 5 mL de agua destilada en un tubo con tapa y se procedió a centrifugar por un periodo de una hora a 6000 RPM a 10 °C de temperatura. Este proceso se realizó para los 5 tratamiento.

4.4.4. Determinación de contenido proteico

Para la determinar contenido proteico de néctar de sauco (*Sambucus nigra*) con espirulina (*Arthrospira platensis*), e utilizó el método Kjeldahl que se basa en el análisis de nitrógeno en proteínas en una muestra planteada por la Norma Técnica Peruana NTP 205.042 (1976) con algunas modificaciones. Para la investigación se analizó proteínas de 5 tratamiento por quintuplicado.



El método emplea la ebullición de ácido sulfúrico a 500 C° donde se destruye la materia orgánica de la muestra de forma oxidativa, reduciendo en nitrógeno orgánico en amoníaco, donde el amonio es convertido en bisulfito de amonio extraído por destilación.

Los resultados serán expresados en porcentaje y se utilizara la siguiente ecuación

$$\% \text{ de proteína} = \left(\frac{14 * V * F * N}{W * 1000} \right) * 100 \dots \dots \dots \text{Ec. (08)}$$

Donde:

W= Peso en g de la muestra (g).

V= Volumen de H_2SO_4 consumido en la valoración (mL).

N=Normalidad de H_2SO_4 consumido en la valoración de un blanco (mL).

f= Factor de conversión para pasar de contenido en proteínas.6.25

14 = equivalente – gramo del nitrógeno

a. Digestión

Se mezcló 8 gramos de néctar de sauco con 0.05 g de sulfato de cobre $CuSO_4$ y 15 g sulfato de potasio K_2SO_4 en un balón de digestión, luego en la campana de extracción de gases vertimos 20 mL de ácido sulfúrico H_2SO_4 inmediatamente se cubrió la boca del balón con algodón empapado con alcohol etílico y se colocó el balón digestor en el digestor acoplado a cada unidad de succión. Se acciono el extractor de gases y se puso en marcha el sistema de calefacción graduado al nivel 2 cada unidad de calefacción que se gradúa paulatinamente hasta llegar a nivel 6 este proceso se realizó durante un periodo de tiempo de 50 minutos dando por terminado cuando da una coloración verde transparente.

b. Destilación

Insertamos en el balón con muestra digestada 8 gramos de perlas de vidrio donde se le agrego 50 mL de agua destilada media hora antes de agregarle hidróxido de sodio NaOH, en la campana extractora de gases añadir gradualmente 100 mL NaOH al 45 % en el balón de digestión. Colocar los



balones en el calentador eléctrico y acoplar al destilador ajustando herméticamente el tapón de jebes.

El recojo de amoníaco se realiza en un matraz Erlenmeyer 125 mL, verter al matraz 100 ml de ácido bórico H_3BO_3 al 3 %, agregar 0.3 mL de indicador (mezcla de rojo metileno y rojo de metilo) activar el sistema de calefacción graduar con la perilla a nivel . este proceso se realizó durante un periodo de 50 minutos hasta que la muestra vire de color rojo purpura a color verde en el matraz.

c. Titulación

Colocar el matraz Erlenmeyer con la muestra destilada en el titulador, el cual está compuesto del titulante con ácido sulfúrico H_2SO_4 0.02 N. La titulación se lleva a cabo agregando el titulante gota a gota al matraz con muestra hasta que vire de color, anotamos el gasto para los cálculos respectivos.

4.4.5. Aceptabilidad:

Para la evaluación sensorial se utilizará el tipo de prueba afectiva, orientado al consumidor cuya finalidad será determinar el grado de preferencia, con panel de 30 jueces no entrenados; utilizando para este fin pruebas de ordenamiento descritos por ESPINOSA (2007).

- Los panelistas indicarán el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la orden apropiada.
- Las muestras se presentarán en recipientes idénticos codificados con números diferentes, cuyo formato se presenta en el Anexo N°7.
- Antes de realizar la prueba se realizará una breve explicación de la forma como deberán calificar (se muestra en el Anexo N°7) según su preferencia.
- Para el análisis de datos, las categorías se convertirán en puntajes.
- Para la interpretación de los resultados se obtendrá primero los promedios y desviaciones típicas para cada tratamiento; luego se aplicará un Test de Friedman; para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos.

4.5. Técnica e instrumentos

En la presente investigación los datos fueron obtenidos directamente de la experimentación por la observación directa e indirecta en todo el proceso de desarrollo de la investigación, el cual se desarrolló en 4 etapas: elaboración de néctar con distintas concentraciones de espirulina; determinación de propiedades funcionales (compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante);



determinación de contenido proteico y aceptabilidad. Estos ensayos se realizaron por quintuplicado para dar veracidad a los resultados obtenidos.

4.5.1. Materiales de la investigación

a. Materia prima

Para la elaboración de néctar se empleó frutas frescas de sauco (*Sambucus nigra*), proveniente del centro poblado de Saywite, distrito de Curahuasi de la provincia de Abancay.

b. Insumos

- Espirulina
- Panela

c. Materiales de vidrio

- Pipeta de capacidad de 10 mL, 5 mL, 2 mL, 1 mL.
- Fiola de capacidad de 200 mL, 100 mL, 50 mL.
- Matraz Erlenmeyer
- Tubos de ensayo
- Vaso de precipitado de capacidad de 1000 mL, 250 mL, 100 mL.
- Tubos falcón con tapa de capacidad 50 mL
- Balón de digestión de 800 mL

d. Equipos

- Centrifuga marca CENTURION SCIENTIFIC, serie C2, modelo C 2006.
- Digestor Kjeldhal de 6 piezas marca LABCONCO, de temperatura máxima de 500 °C de capacidad de 800 mL.
- Destilador Kjeldhal de 6 quemadores marca LABCONCO, con perillas de regulación de temperatura de niveles de 0-8.
- Micro pipeta escalas de 10 a 100 μm , 100 a 1000 μm y 1000-5000 μm .
- Centrifuga marca CENTURION SCIENTIFIC, serie C2, modelo c 2006.
- Balanza analítica marca ENTRIS, modelo 224-15d de capacidad 10 Kg.
- Baño maría marca NKENMENT, tipo WNE14.
- Espectrofotómetro de marca modelo T80 UV/VIS SPECTROMETER, marca PG instruments LTD.
- Potenciómetro marca SIANALYTICS, modelo 850.
- Refrigeradora marca BOSCH, modelo KDNA42BW121/03, voltaje 220VAC.



- Purificador de agua marca TERMO SCIENTIFIC, modelo Smsrt2 6, voltaje UV/UF.
- Refractómetro ATC.
- Termómetro.
- Agitador magnético marca CAT, modelo M6, serie 60266-00-0156, tipo D-79219 Staufen.

e. Reactivos

- Metanol al 95 % (químicamente puro).
- Folin ciocalteu 2N (Merck).
- Reactivo de DPPH (2,2-difenil -1- picrylhydrazyl) (Merck).
- Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl chroman-2-carboxylic acid (Merck).
- Ácido sulfúrico H_2SO_4 al 95 %.
- Sulfato de potasio K_2SO_4 .
- Sulfato cúprico Cu_2SO_4 .
- Hidróxido de sodio NaOH.
- Ácido bórico H_3BO_3 .
- Azul de metileno $C_{16}H_{18}N_3S$.
- Ácido cítrico $C_6H_8O_7$
- Rojo de metilo $C_{15}H_{15}N_3O_2$.
- Carbonato de sodio Na_2CO_3 .
- Ácido gálico $C_7H_6O_5$.
- Sorbato de potasio $C_6H_7KO_2$
- Carboximetilcelulosa CMC

f. Materiales de procesamiento de datos

- Computadora marca LENOVO, CORE i5,8th Gen.
- Microsoft office 2010.
- Programa MINITAB.

g. Otros materiales

- Papel aluminio.
- Papel toalla.
- Papel Whatman N° 40.
- Marcadores tinta indeleble.



4.6. Análisis estadístico

Se usó el software estadístico MINITAB STATISTICAL 16 SOFTWARE con diseño experimental Completamente al Azar (DCA) con 5 repeticiones. Se realizó la normalidad de residuos para el análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey para el contenido de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante, Kruskal Wallis (para contenido proteico) y para aceptabilidad la prueba de Friedman. Los resultados se interpretaron con un nivel de significancia alfa $\alpha = 0.05$.

Tabla 17 – ANOVA para diseño completamente al azar.

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grado de libertad	Cuadrado medio	F_0
Tratamientos	SC_{TRAT}	K-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K - 1}$	$F_0 = \frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$
Error	SC_E	N-K	$CM_E = \frac{SC_{TRAT}}{N - K}$	
Total	SC_T	N-1		

SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrado medio F_0 : Estadístico de prueba, Valor -P: Significancia observada.



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1. Análisis de resultados

5.1.1. Determinación de compuestos fenólicos

La Tabla 18 muestra la concentración de compuestos fenólicos en néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina que fue mediada por espectrofotometría, mediante el método de Folin Ciocalteu, basándose en una reacción colorimétrica de óxido-reducción. Las determinaciones se realizaron por quintuplicado para cada tratamiento.

Tabla 18 — Compuestos fenólicos totales (mg ácido gálico/100 mL)

TRATAMIENTO	CFT (mg Ácido gálico / 100 mL)
T1(Néctar de sauco)	86.17 ± 2.92 ^a
T2(Néctar de sauco con espirulina 1 %)	41.77 ± 0.83 ^c
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5 %)	65.35 ± 2.35 ^b
T4(Néctar de sauco con espirulina 2 %)	62.94 ± 3.28 ^b
T5(Néctar de sauco con espirulina 3 %)	35.29 ± 0.87 ^d

Datos expresados en media ± SD, n=5, p < 0.05.

Los resultados obtenidos en cuanto al contenido de compuestos fenólicos totales de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina, demostraron que existe diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Al realizar las comparaciones múltiples utilizando la prueba Tukey, se determinó que los tratamientos T1, T2 Y T5 presenta diferencias significativas, mientras los tratamientos T3 y T4 no representan diferencias estadísticamente significativas (Ver Anexo N° 1, P.73).

5.1.2. Determinación de capacidad antioxidante (molécula 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH))

En la Tabla 19 se muestra la capacidad antioxidante de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina, donde los resultados se expresaron en porcentaje de inhibición de radicales libres. Los análisis de los tratamientos se realizaron por quintuplicado, considerando la medición de la absorbancia a 517 nm de longitud de onda.



Tabla 19 — Porcentaje de inhibición por el método de DPPH

TRATAMIENTO	% INHIBICION	CA ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$)
T1(Néctar de sauco)	51.31 \pm 0.59 ^d	257.04 \pm 2.75 ^d
T2(Néctar de sauco con espirulina 1 %)	59.94 \pm 1.06 ^c	299.12 \pm 4.98 ^c
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5 %)	51.54 \pm 0.84 ^d	260.39 \pm 3.97 ^d
T4(Néctar de sauco con espirulina 2 %)	62.13 \pm 0.76 ^b	303.80 \pm 3.54 ^b
T5(Néctar de sauco con espirulina 3 %)	69.22 \pm 0.60 ^a	341.07 \pm 2.80 ^a

Datos expresados en media \pm SD, n=5, p < 0.05.

Los resultados concernientes al porcentaje de inhibición de radicales libres de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina, mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Mediante la aplicación de la prueba de Tukey se determinó que los tratamientos T2, T4 y T5 presentan diferencias estadísticamente significativas, mientras los tratamientos T1 y T3 no mostraron diferencias estadísticamente significativas (Anexo N°3, P.74).

5.1.3. Determinación de contenido de proteína

La Tabla 20 muestra el porcentaje de proteínas de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina.

Tabla 20— Contenido de proteínas del néctar de sauco con espirulina

TRATAMIENTO	% PROTEINAS	z
T1(Néctar de sauco)	0.36 \pm 0.005	-3.40
T2(Néctar de sauco con espirulina 1%)	1.03 \pm 0.030	-1.70
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5%)	1.34 \pm 0.024	0.07
T4(Néctar de sauco con espirulina 2%)	1.45 \pm 0.045	1.63
T5(Néctar de sauco con espirulina 3%)	2.23 \pm 0.034	3.40

Datos expresados en media \pm SD, n=5, p < 0.05.

El contenido de proteínas de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina, mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) a un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ mediante la prueba de Kruskal Wallis. Al realizar comparaciones Múltiples, se empleó la prueba de U de Mann Whitney resultando que todos los tratamientos muestran diferencias estadísticamente significativas (ver Anexo N° 5, P.75).



En la Figura 8 se muestra la comparación de rangos de proteínas, donde se aprecia los nodos de cada rango promedio, encontrando diferencias significativas en todos los tratamientos.

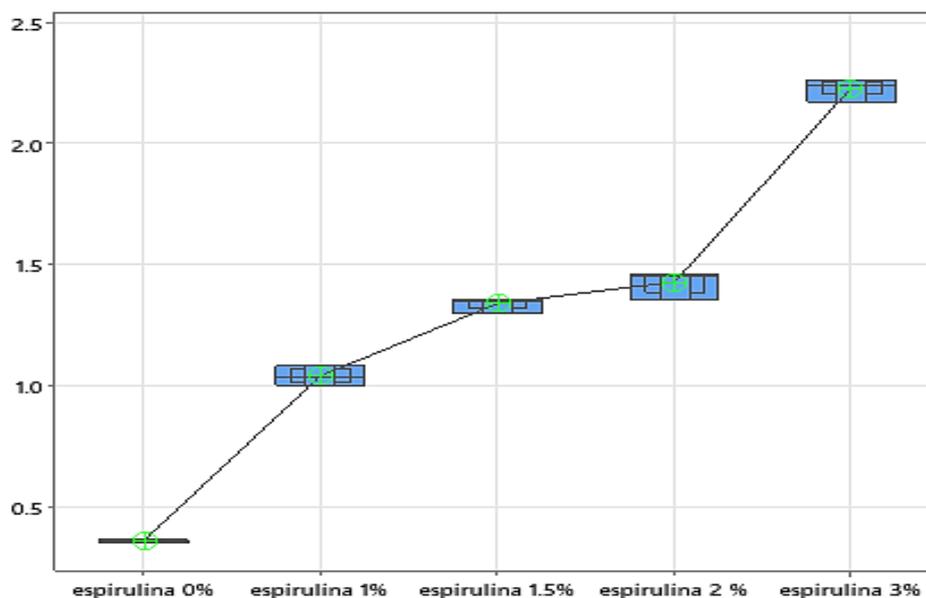


Figura 8 — Prueba de Kruskal-Wallis para proteínas

5.1.4. Determinación de aceptabilidad del néctar

Para la determinación de aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina se realizó una cartilla informativa (Anexo N° 6, P.76), donde se realizó prueba de preferencia de cada tratamiento.

Tabla 21 — Aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina

Tratamiento	N	Mediana	Suma de clasificaciones
T1	30	2.2	68.0
T2	30	1.8	58.0
T3	30	3.0	87.0
T4	30	4.0	111.0
T5	30	5.0	126.0
General	150	3.2	

Datos expresados en mediana, n=30, p < 0.05.

De la Tabla 21 se observa que el tratamiento T2(néctar de sauco con espirulina 1 %) obtuvo el mayor puntaje en aceptabilidad con 58 puntos, seguido por el tratamiento T1 (néctar de sauco) con 68, el tercero es para el tratamiento T3 (néctar de sauco con espirulina al 1.5 %) con 87 puntos, el tratamiento T4 (néctar de sauco con espirulina al 2 %) con 111 puntos y el de menor aceptabilidad fue el tratamiento T5 (néctar de sauco con espirulina al 3 %) con 126 puntos.



5.2. Contrastación de hipótesis

Hipótesis general: La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en el contenido de compuestos fenólicos totales, capacidad antioxidante, contenido proteico y aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

A. Propiedades funcionales

Hipótesis secundaria

La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en las propiedades funcionales (compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante) del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

Ho: Todas las medias de los contenidos de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales

Ha: No todas las medias de los contenidos de compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales.

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

p-valor = < 0.05; 0.000 = < 0.05

Se acepta la hipótesis alterna para valores de $p < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula.

B. Contenido proteico

Hipótesis secundaria: La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en el contenido proteico del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

Ho: Todas las medias del contenido proteico del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales

Ha: No todas las medias del contenido proteico del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

p-valor = 0.00 < 0.05; 0.000 = < 0.05



Se acepta la hipótesis alterna para valores de $p < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula.

C. Aceptabilidad

Hipótesis secundaria: La concentración de espirulina (*Arthrospira platensis*) influye significativamente en la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*).

Ho: Todas las medias de aceptabilidad del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales

Ha: No todas las medias de aceptabilidad del néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

p-valor = 0.00 < 0.05; 0.000 = < 0.05

Se acepta la hipótesis alterna para valores de $p < 0.05$, rechazándose la hipótesis nula.

5.3. Discusiones

5.3.1. Contenido de compuestos fenólicos totales (mg ácido gálico/100 mL)

Los resultados obtenidos en el estudio sobre el contenido de compuestos fenólicos totales de todos los tratamientos de néctar de sauco con espirulina oscilan en un rango de 35.29 - 86.17 mg Ácido Gálico/ 100 mL, estos valores se encuentran relativamente similares a los reportados por HERRERA et al., (2019) donde determino valores de compuestos fenólicos totales en jugos comerciales y jugo de zarzamora reportando los siguientes valores: uva y arándano A 50.3 (mg EAG/ 100 mL), manzana con zarzamora 60.9 (mg EAG/ 100 mL), arándano A 75.0 (mg EAG/ 100 mL), Arándano y manzana 46.7 (mg EAG/ 100 mL), ciruela con pasa 15.5 (mg EAG /100 mL) y tres frutas con sabor a zarzamora 42.2 (mg EAG/ 100 mL), mientras HEREDIA, et al (2021) evaluó el efecto del extracto acuoso de hojas de guanábana en la elaboración de un néctar de fruta, reportando valores de contenido de fenólicos totales $12,91 \pm 1,66$ mg EGA/ 100 g, Se deduce que la contenido de compuestos fenólicos varía de acuerdo a la cantidad , tipo de fruta,



estadio de madurez y manejo del cultivo como lo indica CASTAÑEDA, et al (2008) que afirma que la composición de los frutos depende de ciertos factores como condiciones climáticas, tratamiento de cultivo, geografía, usos de pesticidas y almacenamiento. Así mismo, ARENA, et al (2001) indica que la madurez influye directamente en los compuestos bioactivos.

Por otra parte, el néctar de sauco obtuvo mayor cantidad de compuestos fenólicos respecto a los otros tratamientos de néctar donde se incorporó espirulina debido a que el fruto del sauco posee según BELTRÁN (2010) una cantidad de 744.5 mg ácido gálico/ 100 g muestra en sauco maduro. Así mismo, CONDOR (2019) evaluó el contenido de polifenoles de sauco a distintas altitudes (3125 m.s.n.m. Pachucha), (2926 m.s.n.m. Andahuaylas) y (2824 m.s.n.m. Posoccoy) en Andahuaylas- Apurímac reportando valores $348,51 \pm 16.3$ EQ Ac. Gálico mg /100 g, 340.17 ± 9.51 EQ-Ac. Gálico mg /100 g y 334.76 ± 2.13 EQ-Ac. Gálico mg /100 g. Mientras la espirulina contiene de $322 \pm 0,43$ (mg de polifenoles/ 100 g de alga seca) según lo que indica TURMO IBARZ (2016), se deduce que la variación del contenido de polifenoles en los tratamientos de néctar fue debido a las diferentes concentraciones de sauco y espirulina utilizados en el proceso.

Según LUNA, et al (2016) indica que a temperatura 75 °C y el pH 4 aumenta el índice de destrucción de compuestos fenólicos totales. Se deduce que hubo disminución del contenido de compuestos fenólicos totales en los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina debido a que fueron sometidos a pasteurización a una temperatura de 97 °C. Además, se almacena el néctar a temperatura de refrigeración que también contribuyó en la disminución de compuesto fenólicos totales como indica ALIAGA (2019) que a temperatura de 20 °C y pH 2.5 los polifenoles son más inestables.

5.3.2. Capacidad antioxidante

Los resultados obtenidos en el estudio sobre capacidad antioxidante de todos los tratamientos de néctar de sauco con espirulina oscilan en un rango de 257.04 - 341.07ET/ 100 mL. Todos estos datos se encuentran por encima de los reportados por HERRERA, et al (2019) quien determinó la capacidad antioxidante en jugos comerciales y jugo de zarzamora reportando los



siguientes valores: uva y arándano A 183 ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$), Manzana con zarzamora 204 ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$), granada 35 ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$), Arándano y manzana 1.7 ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$), zanahoria, manzana, cereza y tres moras 29 ($\mu\text{mol ET/ 100 mL}$), y tres frutas con sabor a zarzamora 1.19 ($\mu\text{mol ET L-1}$). Se deduce que el néctar de sauco con espirulina es una fuente rica en capacidad antioxidantes a comparación de otros néctares, teniendo en cuenta que varía de acuerdo a ciertos factores como: el tipo de fruta, cantidad de fruta en el proceso, estadio de madures (que influye directamente en los compuestos bioactivos), geografía, condiciones climáticas uso de pesticidas, almacenamiento y así también los métodos de preparación de muestras y técnica analíticas utilizadas pueden influenciar en los resultados obtenidos como lo menciona CASTAÑEDA, et al (2008) y ARENA, et al (2001).

Así mismo, la capacidad antioxidante aumento en los tratamientos de néctar de sauco con incorporación de espirulina debido que la espirulina tiene mayor capacidad antioxidante con un valor de $881\mu\text{moles ET/ 100 g}$ según TURMO IBARZ (2016) y 76 % porcentaje de inhibición de radicales libres BENOIT (2013); que haciendo un comparativo con el fruto del sauco maduro que contiene $290\mu\text{moles ET/ 100 g}$ y 54.6 % porcentaje de inhibición de radicales según lo reporta BELTRÁN (2010) mientras JORGE y SEGURA, (2011) reportaron 44.19 % e 45.65 % de inhibición de radicales libres a una altitud de 3300 m.s.n.m.

Según QUISPE, et al (2022), el tratamiento térmico de pre cocción presenta una radical disminución de la capacidad antioxidante debido a que ciertos metabolitos secundarios que actúan como antioxidantes entre ellos los compuestos fenólicos disminuyen después de ser sometidos a los procesos fisicoquímicos del néctar, de moderada a baja proporción lo que concuerdan con lo expuesto por VALENCIA, et al (2013) que indica que en la elaboración del néctar de zarzamora hubo una reducción de su capacidad antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/ g b.s.}$) durante el proceso pulpeado-refinado,estandarizado y pasteurizado. Se puede deducir que todos los tratamientos de néctar de sauco con incorporación de espirulina disminuyeron de manera considerable su capacidad antioxidante en el proceso de pasteurización.



5.3.3. Contenido proteico

Los resultados obtenidos en el estudio sobre el contenido proteico de todos los tratamientos de néctar de sauco con espirulina oscilan en un rango de 0.36 – 2.23 % valores que se encuentra por encima de los reportados por PEREZ (2014) que logro caracterizar fisicoquímicamente el néctar mix sauco y membrillo, donde el tratamiento T2(néctar de sauco y membrillo al 50 % - 50 % correspondientemente) reporto un valor de proteínas 0.20 %, a su vez MORAN (2016) alcanzo 0.6 % de proteínas en el néctar de sauco, mientras BAUTISTA (2013) reporto un valor de 0.53 % de proteínas en la bebida nutritiva de espirulina y mora, así mismo, GUTIÉRREZ & TELLO (2018) Evaluaron la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de galleta a base de harina de trigo y kiwicha reportando valores de $7,63 \pm 0,01^d$ $7,84 \pm 0,07$ $8,73 \pm 0,06^b$ $10,00 \pm 0,00$ respectivamente. Se puede afirmar que todos los tratamientos donde se le incorpora espirulina aumentan su contenido proteico progresivamente puesto que la espirulina en polvo contiene el 65 % de proteínas, siendo esta alga el alimento de mayor contenido proteico y por tanto un complemento nutricional ideal, que se lo puede emplear en la elaboración de galletas, jugos y sopas como lo explica ASERO (2014); IZQUIERDO & GOMERO (2018) y TORRES, PARRA, ROJAS, FERNÁNDEZ (2014)

5.3.4. Aceptabilidad de néctar

Se realizó cinco tratamientos de néctar de sauco con diferentes concentraciones de espirulina (0 %, 1 %, 1.5 %, 2 % y 3 %), que fueron analizadas sensorialmente mediante la prueba afectiva (preferencia), se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman, donde se determina que existen diferencias significativas entre tratamientos para valor $p < 0.05$ y nivel de significancia alfa de $\alpha = 0.05$, Para analizar cuáles de los tratamientos son distintos se utilizó la prueba de Wilconxon, donde se determinó que los tratamientos T1(néctar de sauco) y T2(néctar de sauco con espirulina al 1 %) no representan diferencias significativas, mientras los tratamientos T3 (néctar de sauco con espirulina 1.5 %), T4(néctar de sauco con espirulina 2 %), T5 (néctar de sauco con espirulina 3 %) muestran diferencias significativas.



En cuanto a la aceptabilidad (preferencia) del néctar de sauco con distintas concentraciones de espirulina, el tratamiento que obtuvo mayor aceptabilidad fue el T2 (néctar de sauco con espirulina 1 %) con un puntaje de 58, seguido por el tratamiento T1 (néctar de sauco) con 68 puntos, luego el tratamiento T3 (néctar de sauco con espirulina 1.5 %) con 87 puntos, el tratamiento T4 (néctar de sauco con 2 % de espirulina) con 111 puntos y el de menor aceptabilidad fue el tratamiento T5 (néctar con espirulina 3 %) con 126 puntos, por lo reportado se concluye que mientras más cantidad de espirulina se incorpore en el proceso, la aceptabilidad disminuye, lo que coincide con lo afirmado por SHAHBAZIZADEH S, et al (2015) y BOLANHO et al (2014) que indica que la incorporación de la microlaga afecta negativamente en los atributos sensoriales.

Así mismo, el color verde azulado del néctar que le confirió la incorporación de espirulina influyó negativamente en la aceptabilidad como menciona LEWIS & HAPPEL (2000); GORDILLO, et al (2012) que el color que tienen los alimentos influyen sobre la aceptabilidad de ellos mismos por el consumidor, ya que es el primer estímulo en ser percibido.

Por otro lado, PEREZ (2014) en su investigación alcanzó caracterizar fisicoquímicamente el néctar mix sauco y membrillo, donde el tratamiento T2 (néctar de sauco y membrillo al 50 % - 50 % correspondientemente) alcanzó la mayor aceptabilidad. Mientras GUTIÉRREZ y TELLO (2018) evaluaron la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha, resultando el de mayor aceptabilidad en color fue la galleta con 1 % de espirulina. Así mismo, SANTAMARIA (2017) en su investigación de bebida nutritiva con espirulina, reportó que el tratamiento que mayor acogida tuvo fue el tratamiento N°05 (750 mL de ciruela, 86.17 mL de naranja, 86.17 mL de kiwi, 86.17 mL de maracuyá y 12 gramos de espirulina (1.2 %)), datos que coinciden con lo reportado en la investigación pues el mejor tratamiento en cuanto a la aceptabilidad fue el que contiene 1 % de espirulina.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El contenido de compuestos fenólicos totales determinado por el método Folin-Ciocalteu. Alcanzó ser de 86.17 ± 2.92 mg Ácido Gálico/ 100 mL de muestra del tratamiento T1(néctar de sauco). Este valor resulto ser mayor que otros tratamientos donde se le incorporo espirulina.
- Se logró determinar la capacidad antioxidante de los diferentes tratamientos de néctar, mediante el método DPPH. Donde se obtuvo que el tratamiento T5(néctar de sauco con espirulina 3 %) reporto el mayor porcentaje de inhibición de radicales libres con 69.22 ± 0.60 %.
- Se determinó el contenido proteico mediante el método Kjeldahl en los cinco tratamientos de néctar. Donde el tratamiento T5(néctar de sauco con espirulina 3 %) obtuvo el mayor porcentaje de proteínas con un valor 2.23 ± 0.0342 %. Todos los tratamientos donde se le incorporaron espirulina aumentaron significativamente su contenido proteico proporcionalmente a la cantidad agregada.
- Se determinó la influencia de la proporción de espirulina (*Arthrospira platensis*) al (0 %,1 %,1.5 %, 2 % y 3 %) en la aceptabilidad del néctar de sauco (*Sambucus nigra*). Siendo el tratamiento T2 (néctar de sauco con 1 % de espirulina) en que mayor aceptabilidad obtuvo, a medida que se le incorpora más cantidad de espirulina la aceptabilidad del néctar disminuye.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda determinar la capacidad antioxidante y contenido de fenólicos totales de la espirulina en polvo y fresco.
- Se sugiere evaluar los compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante de la pulpa de sauco durante su almacenamiento (temperatura de refrigeración, temperatura de congelación y a temperatura ambiente.
- Se aconseja evaluar los compuestos fenólicos totales y capacidad antioxidante del néctar de sauco con espirulina a distintas temperaturas de pasteurización.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELLA, Ignacio. 2000. *La magia de los árboles*. tercero. s.l. : Asturias (tercera edición), 2000. págs. 1-292. Vol. III.

ALDANA PÉREZ , Cristian David y GUAYASAMÍN PÉREZ , Lorena Elizabeth . 2014. "Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos (alcohólico y acuoso) de las hojas de *figus citrifolia* y caracterización química de los polifenoles". Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador : 2014.

ALIAGA, Bill. 2019. "Efecto de las condiciones de almacenamiento sobre la estabilidad del extracto acuoso de antocianina obtenida por extracción asistida por microondas a partir de la cáscara de Sauco (*Sambucus peruviana H.B.K.*)". Universidad Peruana Unión, Lima : 2019.

APARCO HUAMÁN, J. 2017. "Caracterización fenotípica de papas nativas cultivadas (*solanum sp*) en el anexo de cruz pata, distrito y provincia de Castrovirreyna – Huancavelica". Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica : 2017.

ARENA, E, FALLICO, F y MACCARONE ,E. 2001."Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents concentration process and storage". *Food Chem.* 2001, Vol. 74, págs. 423-427.

ARIAS, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación*. Caracas : Episteme, 2012.

ASERO, Luis. 2014. *Obtención de la espirulina en polvo por secado al vacío para el enriquecimiento nutricional de los productos alimenticios*. Universidad Central de Ecuador, Quito-Ecuador : 2014.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE PEDIATRIA. 2013."El consumo de bebidas carbonatadas y dulces no solo causa obesidad, quizá también está relacionado con trastornos de conducta y agresividad". 2013, Vol. 15, 59, págs. 121-128.

BADUI, Salvador. 2006. "Química de los alimentos". México : Pearson, 2006. págs. 1-738. Vol. 4ta. 970-26-0670-5.

BAKERY, MA. 2011. Informe anual de bebidas. Industria alimenticia. 7, 2011, Vol. 2, pág. 7.

BARCINA, Yolanda y IBÁÑEZ, Francisco Clemente. 2001. *Análisis sensorial de alimentos- métodos y aplicaciones*. Barcelona-España : Springer USA, 2001. pág. 129. 84-07-00801-X.

BAUTISTA, Karina. 2013. *Elaboración de una bebida nutritiva utilizando: spirulina (spirulina platensis), y mora (morus nigra), con tres concentraciones y dos tipos de conservantes (benzoato de sodio y sorbato de potasio)*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga : 2013.



BELTRÁN, Marleni Carmen. 2010. “Evaluación de la actividad antioxidante en tres estadios de madurez del sauco (*sambucus peruviana* l.) de nor yauyos-lima”. universidad nacional del centro de Perú - facultad de ingeniería de industrias alimentarias., Huánuco : 2010.

BENITES, L. 2014. *Variación del riesgo estomatológico de caries mediante la variación del nivel de pH salival por consumo de Coca cola e Inka cola en jóvenes de 17 a 24 años de edad.* Universidad Nacional de Trujillo - Facultad de Medicina, Lima : 2014.

BENZEI, Iris F y STRAIN, J J. 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of “Antioxidant Power”: The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry*. 1996, Vol. 239, 292, págs. 70-76.

BERARDINI, NICOLAI, CARLE, REINHOLD Y SCHIEBER, ANDREAS. 2004. Characterization of gallotannins and benzophenone derivatives from mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Tommy Atkins') peels, pulp and kernels by high-performance liquid chromatography/electrospray ionization mass spectrometry. *Rapid communications in mass spectrometry*. 2004, Vol. 18, 19, págs. 2208-16.

BERG, J, TYMOCZKO, J Y STRYER, L. 2004. Bioquímica. [ed.] 5. 2004, págs. 51 – 72.

BOHÓRQUEZ, Sofia. 2016. *Propuesta gastronómica nutricional a base de Granada (Punica granatum) y espirulina (Arthrospira platensis).* Universidad San Ignacio de Loyola, Lima : 2016.

BLOIS, M.S. (1958) Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. *Nature*, 181, 1199-1200. <http://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>

BUNACIU, Andrei y DANET, Andrei, FLESCHEAN, Șerban , ENEIN, Hassan. 2015. *Aplicaciones recientes para el ensayo de actividad antioxidante in vitro.* 46, 2015, Crit Rev Anal Chem, Vol. 2, págs. 389-399. 10408347.2015.1101369.

BUREN, J. 1979. *The chemistry of texture in fruits and vegetables.* *Journal of Texture Studies*, 10(1), . 1979, págs. 1-23.

BRAND-WILLIAMS , Wendy, CUVILIER, Marie Elisabeth y BERSET , C L W T. 1995. Uso de un método de radicales libres para evaluar la actividad antioxidante". *LWT-Food science LWT-Food science*. 1995, Vol. 28, págs. 25-30.

BRUSH, S. 2000. *The issues of in situ conservation of crop genetic resources, in; genes in the field; on – farm conservation of crop diversity, IDGRI.* 2000, págs. 3 – 23 pp.

CABALERO, Cledy y SORIA, Dirseo. 2017. *Elaboración de sauco (Sambucus nigra L.) en barricas de madera de castaño en el laboratorio de Agroindustrias Utea-Abancay.* Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay : 2017.



CALCINA, Julio Cesar y CARPIÓ, Dani Daniel. 2016. *Elaboración de néctar de Higo (Ficus carica) con Kiwicha (Amaranthus caudatus) y evaluación de su vida útil en función de las características fisicoquímicas y sensoriales.* Universidad San Agustín de Arequipa, Arequipa : 2016.

CAMPANO, K Y DÁVILA, Y. 2002. *Evaluación de la Calidad Proteica de (Spirulina Platensis) en la recuperación nutricional de Ratas Albinas sometidas a desnutrición Experimental.* Facultad de Ciencias Biológicas., s.l. : 2002.

CÁRDENAS , Nohemí y PEDRAZA, José . 2019. Especies reactivas de oxígeno y sistemas antioxidantes: aspectos básicos. *educacion química.* 2019, Vol. 17, 2, págs. 164-173.

CÁRDENAS HUAMÁN, Gabriela . 2018. *Evaluación de cinco familias de semilla sexual de papa en condiciones de sierra central del Perú.* 2018, Universidad Nacional Agraria la Molina.

CASANUEVA, E, et al. 2008. La nutrición en México. *Nutriología médica.* 3, 2008, págs. 25-57.

CASTAÑEDA C, B, RAMOS LL, E Y IBÁÑEZ V, L. 2008. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. *Revista Horizonte Médico.* 2008, Vol. 8, 1, págs. 56-72.

CERVEJEIRA-BOLANHO B, BURANELO-EGEA M, MOROCHO-JACOME AL, CAMPOS I, MONTEIRO DE CARVALHO JC, GODOY DANESI ED. 2014. Antioxidant and nutritional potential of cookies enriched with *Spirulina platensis* and sources of fiber. *Journal of Food and Nutrition Research.* 52, 2014, Vol. 2, págs. 171-79.

CHAMBI, Vanessa. 2018. *Análisis físico químico y aceptabilidad del néctar a base de sancayo (lobivia maximiliana) PUNO.* Universidad Nacional del Altiplano-Escuela profesional de nutrición humana, Puno : 2018.

CHEN, Lei, et al. 2017. Modificaciones de los flavonoides dietéticos para mejorar la bioactividad: una actualización sobre la relación estructura-actividad. *in Food Science and Nutrition.* 2017, Vol. 8, 39.

CHIHUAILAF, RICARDO H, CONTRERAS, PEDRO A Y WITTEWER, FERNANDO G. 2002. Pathogenesis of oxidative stress: Consequences and evaluation in animal health. 2002, Vol. 33, 3.

CODEX STAN 247-2005. *Codex Para Zumos (jugos) y Néctares de Frutas.* págs. 1-21.

CLYDESDALE, F. 1991. *Color perception and food quality.* 1991, Journal of Food Quality, 14(1), págs. 61-74.

CONDOR, Olga. 2019. *Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante del fruto de sauco (sambucus peruviana l.) recolectados en diferentes altitudes de la provincia de Andahuaylas –Apurimac.* Universidad Nacional José María Arguedas -Facultad De Ingeniería- Escuela Profesional De Ingeniería Agroindustrial, Andahuaylas : 2019.



CORONADO, Myriam y HILARIO, Roaldo. 2001. *Elaboración de Néctar Procesamiento de Alimentos para Pequeñas Empresas y Microempresas.* Centro de Investigación, Educación y Desarrollo, Lima-Perú : 2001.

CUBERO, Nuria, MONFERRER, Albert y VILLALTA, Jordi. 2002. *Aditivos alimentarios.* Madrid - España : Mundi prensa, 2002. pág. 240. 848476088X, 9788484760887.

DAWIDOWICZ, AL, WIANOWSKA, D. Y BARANIAK, B. (2006). Las propiedades antioxidantes de los extractos alcohólicos de *Sambucus nigra* L.(propiedades antioxidantes de los extractos). *LWT-Ciencia y tecnología de los alimentos* , 39 (3), 308-315.

DELGADO-VARGAS, F., JIMÉNEZ, A Y PAREDES-LÓPEZ, O. 2000. Natural pigments:carotenoids, anthocyanins, and betalains—characteristics, biosynthesis,processing, and stability. *Critical reviews in food science and nutrition.* 2000, Vol. 3, 40, págs. 173-289.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS(2018) *Base de datos nacional de nutrientes para estándares Referencia (USDA-ARS)..* citado 01 setiembre 2018.

DGIAR, Dirección General de Evaluación y de Seguimiento de Políticas del Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. *Comprendió estadístico Perú.* Perú : s.n., 2018. pág. 958.

DONATH, E. 1999. *Elaboración Artesanal de Frutas y Hortalizas.* Zaragoza-España : Acribia, 1999.

DURÁN, Samuel, CORDÓN, Carla y RODRÍGUEZ, Maria del Pilar. 2013. Non-nutritive sweeteners risks,appetite and weight gain. *Rev Chil Nutr.* 2013, Vol. 40, 3.

EL SALOUS, Ahmed, et al. 2018.*Elaboración de chocolate con espirulina (spirulina máxima) endulzado con stevia y frutas deshidratadas.* Panamá : s.n., 2018, Science and Technology Conference (2017),6th Engineering, Vol. 6, págs. 28-32. 2518-6841.

EKALI, LoniI, et al. 2011.*El efecto de la Spirulina platensis contra de soja sobre la resistencia a la insulina en pacientes nfectados por VIH.* 3, 2011, Revista, Vol. 7, págs. 712-724.

ESPINOZA, Julia. 2007. *Evaluacion sensorial de los alimentos.* Habana -Cuba : Universitaria, 2007. págs. 1-129. 978-959-16-0539-9.

FANNEMA, Owen. 1993. *Introducción a la química de alimentos.* Zaragoza -España : Acribia, 1993. págs. 1-1249. 8420009148, 9788420009148.

FELLOWS, J. 1994. *Tecnología del procesado de los alimentos fundamentos y principios.* Zaragoza : Acribia, 1994. 978-84-200-1185-1.



FERNÁNDEZ , Emilio y Galvan , Aurora . 2000. Métodos para la cuantificación de proteínas. *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Campus Universitario de Rabanales.* 2000, págs. 1-7.

FLORES, CE. 2015. Peruanos consumen 100 litros de gaseosas. *Diario Economía.* 2015, pág. 4.

FONT, Pio. 1990. *Plantas medicinales el Dioscórides Renovado.* Barcelona : Labor, 1990. pág. 1033. 9788483072424.

GARCÍA , Eva y FERNÁNDEZ , Isabel. 2010. *Determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con un ácido fuerte.* Departamento de Tecnología de Alimentos, Valencia : 2010.

GARCÍA , Francisco Javier. 2006 . *Elaboración in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes.* : s.n., 2006 .

GARCÍA, T. 2003. *Extracción de antocianinas con solventes acidulados a partir del fruto de sauco (Sambucus peruviana H.B.K.).* Facultad de ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo : 2003.

GIUSTI, M. M Y WROLSTAD, R. E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy chemistry. 2001.

GOMEZ, ASTRID D. 2018. *Tendencias del consumo de batidos naturales dentro de los hábitos de alimentación saludable.* fundación universitaria empresarial de la cámara de comercio de Bogotá – uniempresarial, Colombia : 2018.

GONZÁLEZ , Laura, et al. 2007. Las proteínas en la nutrición. *Respin revista de salud pública y salud.* Abril-Junio de 2007, Vol. 8, 2, págs. 1-7.

GUEVARA, Américo. 2015. *Elaboración de pulpas, zumos, néctares, deshidratados, osmohidratados y fruta confitada.* Universidad Nacional Agraria la Molina, facultad de Ingeniería de Alimentos, Lima-Perú : 2015.

GUTIÉRREZ VERGARAY, Koral Alexandra y TELLO ECHEVARRÍA, Lourdes Andrea. 2018. *Evaluación de la incorporación de espirulina sobre las propiedades nutricionales y sensoriales de una galleta a base de harina de trigo y kiwicha.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú : 2018.

HENRIKSON, Robert. 1994. *Microalga Spirulina - Superalimento del futuro.,* España : Urano, 1994. págs. 1-224. 8479530472- 9788479530471.

HEREDIA, Wendy Estefanía, et al. 2021. Néctar de fruta con extracto acuoso de hoja de guanábana (*Annona muricata* L.): Calidad fisicoquímica, sensorial y funcional. *Manglar.* 2021, Vol. 18, 2, págs. 181-186.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. Y BAPTISTA, M. 2014. *Metodología de la investigación.* México : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.



HERRERA, Mónica Yazmín , HERNÁNDEZ , Eryck Silvia y GUZMÁN , Rosa Isela. 2019. Polifenoles, antocianinas y actividad antioxidante en jugos comerciales y jugo de zarzamora tratado con microondas. *Avances en investigación y agrícola, pecuaria, acuicola, pesquería, desarrollo rural, transferencia de tecnología, biotecnología, ambiente , recursos naturales y cambio climático .* 2019.

HUAMÁN, Z. 1994. *Botánica Sistemática y Morfología de la papa en Compendio de Información Técnica.* Lima, Perú. p 5 - 23. : Serie, Manual (8)., 1994.

INEI. 2019. *Encuesta Demográfica y de Salud familiar.* Lima-Perú : s.n., 2019.

INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012. *Consumo per cápita de los principales alimentos 2008 -2009.* Lima- Perú : s.n., 2012. 2017 - 05744.

ITINTEC. 1981. *Normas técnicas N 203-030 (1971), 203-031 (1974); 203-077 (1981), 203-04(1977), 203-070(1977).* Lima-Perú : 1981.

IZQUIERDO, Stephanie y GOMERO, Kassandra. 2018. *Bebida de limón (citrus limón) y capulí (prunus serotina) enriquecida con spirulina (arthrospira platensis), para la prevención de la deficiencia de proteínas y hierro, en el preescolar.* Universidad Nacional Jose Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú : 2018.

KARADAG, Ayse, OZCELIK, Berrat y SANER, Samim. 2009. *Revisión de métodos para determinar las capacidades antioxidantes.* 2, Estambul-Turquía : s.n., 2009, springer, págs. 42-60. 2161-008-9067-7.

KECHINSKI, CAROLINA, et al. 2010. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal. t. *Journal of food science*, 2010, Vol. 75, 2, págs. 173-176.

KIRK, RONALS S. 2002. *Composicion y analisis de alimentos de Pearson.* México : 2, 2002.

LAMPE, JW. 1999. Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. *Am J Clin Nutr.* 7, 1999, Vol. 3, 70.

LAS ACADEMIAS NACIONALES. 1998. *Asignaciones dietéticas recomendadas.* Washington DC : National Academies Press, 1998. Vol. 10 edición.

LEWIS, Michael y HEPPEL, Neil. 2000. *Continuous Thermal Processing of foods Pasteurization and UHT Sterilization,* Springer. Gaithersburg, Maryland - USA : Aspen Publishers., 2000. ISBN: 0-8342-1259-5.

LIM, YAU YAN, LIM, Theg Teng y LEE, Jing Jhi. 2007. Antioxidant properties of several tropical fruits: A comparative study. *Food Chemistry.* 2007, Vol. 1003, págs. 1003-1008.

LIN, JK y WENG, MS. 2006. Flavonoids as nutraceuticals: A Review. *Sci Flavonoids.* Septiembre de 2006, Vol. 7, pág. 38.

LÓPEZ , Elisa Janet. 2014. *Aminoácidos y proteínas.* universidad nacional san Agustín -facultad de ingeniería de procesos, Arequipa-Perú : 2014.



LUNA, Julio César , BARRETO, Juan Alejandro y MARÍN , Zaira Tatiana. 2016. Desarrollo de un modelo matemático que permita predecir el cambio del contenido de polifenoles en una matriz alimentaria sometida a tratamientos térmicos con diferentes condiciones. *Revista de la asociación Colombiana de ciencia y tecnología de alimentos.* 2016, Vol. 24, 39.

LUQUE, Victoria M. 2008. *Estructura y propiedades de las proteínas .* 2008.

MATILL,HA. 1947. Antioxidants. *Annu Rev Biochem.* 1947, 16, págs. 177-192.

MENDOZA, Katherine. 2017. *Muffins de chocolate con relleno de mermelada de kiwi enriquecida con spirulina (Arthrospira platensis).* Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Arequipa : 2017.

MESA DE CONCERTACIÓN PARA LA LUCHA CONTRA LA POBREZA 2019 [En línea] 10 de julio de 2019. <https://www.mesadeconcertacion.org.pe/noticias/apurimac/comite-de-desarrollo-infantil-ninez-y-adolescencia-presento-los-avances-en-la-lucha-contr-la-anemia-y-la-desnutricion-cronica-en-la-region#>.

MILLER, Nicolas y RICE-EVANS, catherine. 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidants to the activity of orange and apple fruit juices and black currant drink. *Food Chem.* November de 1997, Vol. 60, págs. 331-337.

MINAG, Ministerio de Agricultura. 2003. *La frutícola en el Perú oficina de información agraria.* Lima-Perú : s.n., 2003.

MOHARRAM, A y YOUSSEP, M. 2014. *Methods for Determining the Antioxidant Activity: A Review.* 1, Egipto : s.n., 2014, Alex. J. Fd. Sci. & Technol, Vol. 11, págs. 31-42.

MORAN CRUZ, Wendy Cinthya. 2016. *Evaluación de la dilución, caracterización y aceptabilidad en la elaboración del néctar de sauco (Sambucus Peruviana HBK).* universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz : 2016.

MUÑOZ, Ana, RAMOS, Fernando y ORTIZ, Carlos,CASTAÑEDA, Benjamin. 2007. *Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios.* 3, Lima- Perú : s.n., 2007, Scielo, Vol. 73. 1810-634X.

NANTITANON, WITAYAPAN, YOTSAWIMONWAT, SONGWUT Y OKONOGLI, SIRIPORN. 2010. Factors influencing antioxidant activities and total phenolic content of guava leaf extract. *Food Science and Technology.* 2010, Vol. 43, 7, págs. 1095-1103.

NTP 2005.042. 1976. Norma Técnica Peruana para bebidas no carbonatadas. Determinación de proteínas. 1976.

NTP 203.110, Norma Técnica Peruana. 2009. *Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta.Requisitos.* Lima-Perú : s.n., 2009. págs. 1-24.



NTS N°709 - MINSA/DIGESA. 2008. *Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.* Lima - Perú : s.n., 2008. págs. 1-26. 244988-5.

OLGUIN CONTRERAS, Gabriela, et al. 2004. Antioxidantes y aterosclerosis. *Revista de Endocrinología y Nutrición.* 2004, Vol. 12, 4, págs. 199-206.

OLMEDOA, Luciana, et al. 2020. Validación de un método enzimático-colorimétrico para la determinación de fructosa en refrescos comerciales . *Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics.* 2020, Vol. 25, 1.

OMS. 2019. Reducir el consumo de bebidas azucaradas para reducir el riesgo de un aumento malsano del peso en los adultos. [aut. libro] Organización Mundial de la Salud. 2019.

PALACIO, Francisco Rafael. 2016. "*Proyecto de factibilidad para la implementación de una planta productora de panela granulada en el sector de Chinguilamaca Parroquia Purunuma Cantón Gonzanamá*". Universidad Nacional de Loja, Ecuador : 2016.

PÁRRAGA, Estefanía y ZAMBRANO, María. 2014. *Concentraciones de licor de cacao y espirulina (spirulina platensis) como potencializador proteico en la elaboración de chocolate en barra.* Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manabí : 2014.

PEREZ, Javier. 2014. *Evaluación de los Parámetros Óptimos, para la Aceptabilidad del nectar mix de sauco(Sambucus peruviana L.) y Membrillo(Cydonia oblonda L.).* Univesidad Nacional de Huancavelica, facultad de ciencias Agrarias, Huancavelica : 2014.

PULIDO, R, BRAVO, L Y SAURA CALIXTO, F. 2000. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. *Journal Agricultural Food Chemistry.* Agosto de 2000, Vol. 48, 8, págs. 3396-402.

QUINTANILLA CHACOn , Luis. 2013. *Quinua Instituto Nacional de Innovacion Agraria Ministerio de Agricultura y Riego.* Lima : Consorcio SASE KIPU, 2013. Q/C.

QUISPE, ROSEL, et al. 2022. Capacidad antioxidante del néctar de Ungurahui (Oenocarpus bataua). *Nutrición clínica y dietetica Hospitalaria.* 2022, Vol. 1, 42, págs. :80-86.

REILLY, P M Y BULKLEY, G B. 1990. Tissue injury by free radicals and other toxic oxygen metabolites. *Br J surg.* 1990, Vol. 77, 12, págs. 1323-4.

REYNEL, Carlos y MARCELO, Jose. 2009. *Árboles de los Ecosistemas Forestales Andinos, Manual de Identificación de Especies. Serie Investigación y Sistematización N° 9. Programa Regional para la Gestión Social de los Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA-INTERCOOPERACIÓN.* Lima-Perú : s.n., 2009, págs. 1-28. 035-047.

ROJAS, Dayana y NARVÁEZ , Carlos Eduardo. 2008. *Evaluación del contenido de vitamina c ,fenoles totales y actividad antioxidante en pulpa de guayaba (Psidium*



Guajava l .) de las variedades pera , regional roja y regional blanca. Departamento de Química -Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia : 2008.

ROJAS, J., GORDILLO, C., GUERRERO, N., IZÁZIGA, N., LAGUNA, B., & LÁZARO, MLAGUNA, B., & LÁZARO, M. 2012. *Efecto de la proporción de naranja (Citrus sinensis), papaya (Carica papaya) y piña (Ananas comosus) en la aceptabilidad sensorial de un néctar mixto.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo : 2012.

ROSALES, Joe Larry. 2005. *Influencia de la temperatura y velocidad del aire en la cinética de degradación de las antocianinas del sauco(Sambucus peruviana H.B.K) durante el secado por convección.* Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú : 2005.

SÁNCHEZ , MARTHA A, et al. 2004. Propuesta de un constructo para evaluar integralmente el estrés oxidativo Bioquímica. 2004, Vol. 29, 3, págs. 81-90.

SÁNCHEZ, Leonardo, et al. 2010. El sauco(sambucus nigra) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en le trópico alto Colombiano. 2010, págs. 1-56.

SANDOVAL, Miguel, LAZARTE, Karen y ARMAO, Inés. 2008.*Hepatoprotección antioxidante de la cáscara y semilla de Vitis vinifera L. (uva).* 69, Lima : s.n., 2008, Scielo, Vol. 4. 1025-5583.

SANTAMARIA , Ricardo Junior . 2017. *“Determinación de las Proporciones de Kiwi, Naranja, Ciruela, Maracuyá y Espirulina para Elaboración y Caracterización de un Néctar Mixto, según Norma Técnica Peruana N.T.P. 203.110.2009 Jugos, Néctares y Bebidas de Fruta.* Universidad Cesar Vallejo-Escuela Académico profesional de Ingeniería Industrial, Piura-Perú : 2017.

SCHWARZ, Brigitte. 2008. *Spirulina.* Quito : núcleo de Pichincha, 2008. 9789978459898.

SHAHBAZIZADEH S, KHOSRAVI-DARANI K, SOHRABVANDI S. 2015. Fortification of Iranian Traditional Cookies with Spirulina platensis. 2015, Vol. 7, 3, págs. 144-154.

SHAY, J, et al. 2015. Molecular Mechanisms and Therapeutic Effects of Epicatechin and Other Polyphenols in Cancer , Inflammation , Diabetes , and Neurodegeneration. 2015, págs. 15-25.

SEJO RODRÍGUEZ, Ana . 2017.*Caracterización de variedades de patata y seguimiento aerobiológico y fenológico para la predicción de Phytophthora infestans (Mont.) de Bary.* 2017, Universidad de Viego.

SINGLETON, VL Y ROSSI, JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture.* 1965, Vol. 16, 3, págs. 144-158.



SIDOR, A. Y GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A. (2014). Investigación avanzada sobre los beneficios antioxidantes y para la salud de la baya del saúco (*Sambucus nigra*) en los alimentos: una revisión. *Revista de alimentos funcionales*, 18, 941-958.

SKOOG, DOUGLAS A Y WEST, DONALD M. 2001. *Química Analítica*. México : Mc Graw Hill, 2001.

TORRES, Alexia, et al. 2014. *Efecto de la suplementación de sémola de trigo con *Arthrospira platensis* sobre calidad, aceptabilidad y composición física y química de espaghetis*. 2, Medellín : s.n., 2014, Scielo, Vol. 21, págs. 81-89. 0121-4004.

TURMO IBARZ, Ana. 2016. *Capacidad antioxidante y cuantificación de polifenoles extractables in vitro en algas de consumo alimentario*. Universidad de Lleina- facultad de medicina, España-Lérida : 2016

URIBE, valeria alexandra. 2020. *Anemia por deficiencia de nutrientes en niños, niñas y adolescentes de la Zona sur de Manabi*. 2020, Scielo, pág. 4.

VALENCIA, Cristina y GUEVARA, Américo. 2013. Variación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos durante el procesamiento del néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.). *Revista de la sociedad química del Perú*. 2013, Vol. 79, 2.

VASCO, C, RUALES, J Y KAMAL-ELDIN, A. 2008. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*. 2008, Vol. 4, 111, págs. 816-823.

VENEREO, Justo R. 2002. Daño Oxidativo, Radicales Libres y Antioxidantes. *Rev Cubana Med Milit*. 2002, Vol. 31, 2, págs. 126-33.

VINTIMILLA, Maria. 2013. *Determinación de la actividad antioxidante de las fracciones lipofílicas e hidrofílicas de los subproductos agroindustriales de mango*. Universidad técnica particular de Loja, Ecuador : 2013.

WEST, NX, et al. 2003. Development of low erosive carbonated fruit drinks 2. Evaluation of an experimental carbonated blackcurrant drink compared to a conventional carbonated drink. *Journal of Dentistry*. 2003, Vol. 31, págs. 361-365.

ZAMBRANO, Estefania y PÁRRAGA, Maria de los Ángeles. 2014. *Concentraciones de licor de cacao y espirulina (*spirulina platensis*) como potencializador proteico en la elaboración de chocolate en barra*. escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Calceta : 2014.

ZUMBA, M. 2008. *Caracterización morfo-agronómica y etnobotánica de 49 papas nativas ecuatorianas de Cotopaxi*. Tesis,. Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ciencias Agropecuarias, Ambientales y Veterinarias., Latacunga, Ecuador. : 2008.



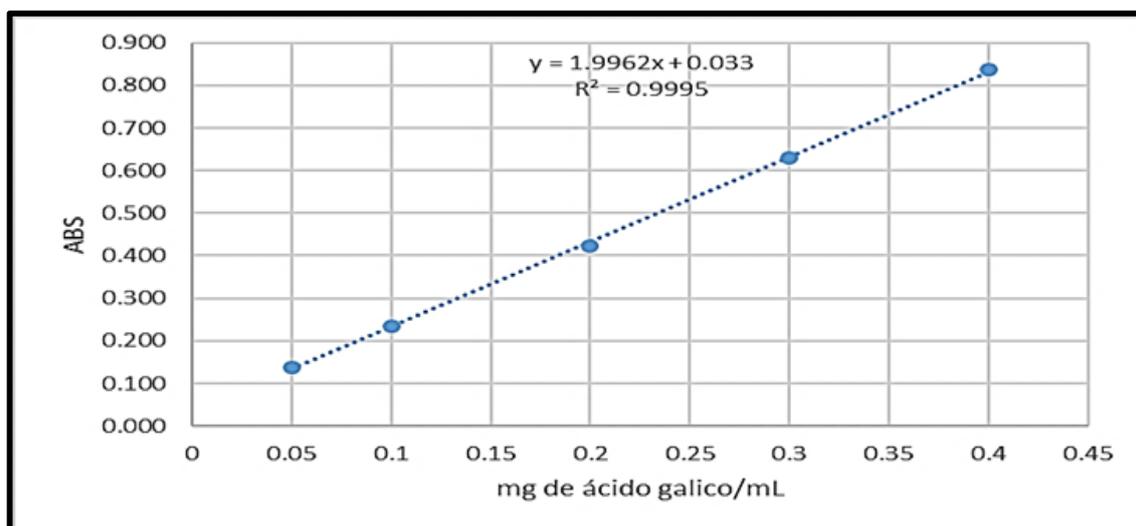
ANEXOS



Anexo 1 — Resultados de contenido de fenoles totales (CFT) por método Folin-ciocalteu

Tratamiento	Repeticiones	Peso (g)	Volumen (mL)	Absorbancia	AGE mg/g	AGE mg/100 mL
T1 (Néctar de sauco)	R1	1.0765	6	0.342	0.863	86.277
	R2	1.0765	6	0.325	0.815	81.531
	R3	1.0765	6	0.344	0.868	86.836
	R4	1.0765	6	0.354	0.896	89.628
	R5	1.0765	6	0.343	0.866	86.556
T2 (Néctar de sauco con espirulina(1%))	R1	1.0708	6	0.185	0.427	42.667
	R2	1.0708	6	0.177	0.404	40.422
	R3	1.0708	6	0.183	0.421	42.106
	R4	1.0708	6	0.182	0.418	41.825
	R5	1.0708	6	0.182	0.418	41.825
T2 (Néctar de sauco con espirulina(1.5%))	R1	1.0671	6	0.252	0.617	61.687
	R2	1.0671	6	0.275	0.682	68.165
	R3	1.0671	6	0.268	0.662	66.194
	R4	1.0671	6	0.265	0.653	65.349
	R5	1.0671	6	0.265	0.653	65.349
T2 (Néctar de sauco con espirulina(2%))	R1	1.0908	6	0.249	0.595	59.520
	R2	1.0908	6	0.277	0.672	67.235
	R3	1.0908	6	0.267	0.645	64.480
	R4	1.0908	6	0.264	0.637	63.653
	R5	1.0908	6	0.250	0.598	59.796
T2 (Néctar de sauco con espirulina(3%))	R1	1.0765	6	0.158	0.349	34.903
	R2	1.0765	6	0.156	0.343	34.344
	R3	1.0765	6	0.161	0.357	35.740
	R4	1.0765	6	0.158	0.349	34.903
	R5	1.0765	6	0.164	0.366	36.578

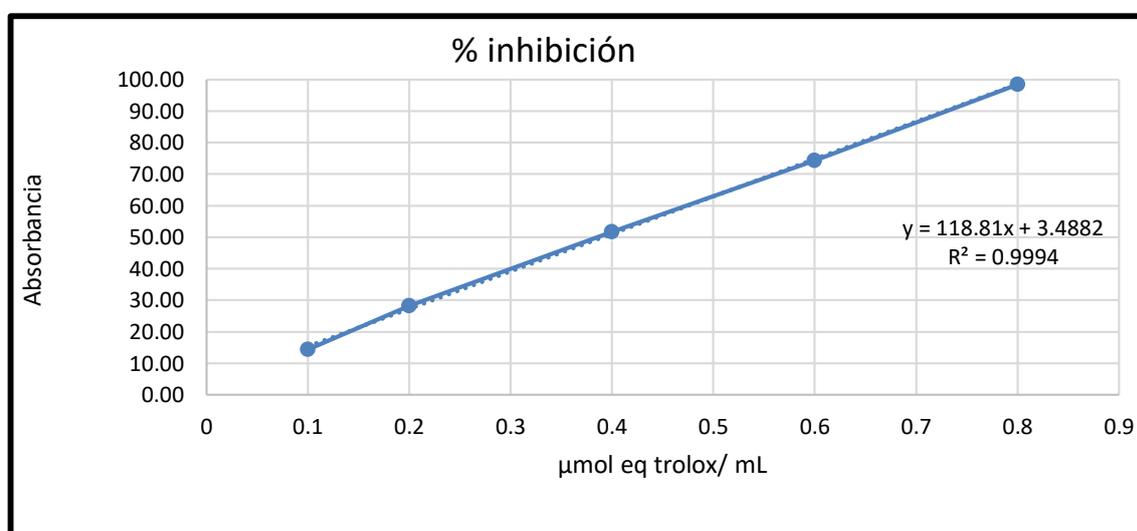
Anexo 2 — Curva de calibración para cuantificación de compuestos fenolicos totales.



Anexo 3 — Resultados de capacidad antioxidante (CA) por método DPPH

Tratamiento	Repeticiones	Peso (g)	Volumen (mL)	Absorbancia	% Inhibiciónm	umol Eq trolox/ 100 mL
T1 (Néctar de sauco)	R1	1.0765	6	0.558	51.096	256.054
	R2	1.0765	6	0.561	50.833	254.821
	R3	1.0765	6	0.545	52.279	261.605
	R4	1.0765	6	0.555	51.402	257.493
	R5	1.0765	6	0.560	50.920	255.232
T2 (Néctar de sauco con espirulina(1%))	R1	1.0708	6	0.475	58.515	292.409
	R2	1.0708	6	0.447	60.961	303.942
	R3	1.0708	6	0.461	59.738	298.175
	R4	1.0708	6	0.447	61.004	304.148
	R5	1.0708	6	0.464	59.476	296.940
T3 (Néctar de sauco con espirulina(1.5%))	R1	1.0671	6	0.563	50.614	256.031
	R2	1.0671	6	0.554	51.404	259.767
	R3	1.0671	6	0.553	51.535	260.390
	R4	1.0671	6	0.537	52.895	266.824
	R5	1.0671	6	0.556	51.228	258.937
T4 (Néctar de sauco con espirulina(2%))	R1	1.0908	6	0.441	61.752	302.032
	R2	1.0908	6	0.446	61.362	300.225
	R3	1.0908	6	0.424	63.270	309.059
	R4	1.0908	6	0.432	62.533	305.646
	R5	1.0908	6	0.441	61.752	302.032
T5 (Néctar de sauco con espirulina(3%))	R1	1.0765	6	0.357	69.219	341.073
	R2	1.0765	6	0.364	68.594	338.139
	R3	1.0765	6	0.352	69.629	342.996
	R4	1.0765	6	0.348	69.974	344.615
	R5	1.0765	6	0.363	68.680	338.543

Anexo 4 — Curva de calibración para cuantificación de capacidad antioxidante.



Anexo 5 — Resultados de contenido proteico por método KJELDAHL

Tratamiento	Peso	Volumen(mL)	% Proteína	Promedio	DS	CV
T1 (Néctar de sauco)	8.0215	16.2	0.353	0.361	0.005	1.311
	8.0119	16.5	0.360			
	8.0106	16.7	0.365			
	8.0052	16.5	0.361			
	8.004	16.7	0.365			
T2 (Néctar de sauco con espirulina(1%))	6.0284	35.7	1.036	1.042	0.030	2.851
	6.0567	36.5	1.055			
	6.0154	37.3	1.085			
	6.0276	35.5	1.031			
	6.041	34.7	1.005			
T3 (Néctar de sauco con espirulina(1.5%))	6.0457	46.7	1.352	1.341	0.024	1.788
	6.0517	47	1.359			
	6.0555	46.6	1.347			
	6.0215	44.7	1.299			
	6.0964	47	1.349			
T4 (Néctar de sauco con espirulina(2%))	6.0522	50.4	1.457	1.430	0.045	3.136
	6.0626	49.2	1.420			
	6.0595	50.6	1.461			
	6.544	50.7	1.356			
	6.054	50.4	1.457			
T5 (Néctar de sauco con espirulina(3%))	6.0569	78.3	2.262	2.233	0.034	1.533
	6.0519	77.3	2.235			
	6.0947	78	2.240			
	6.059	78	2.253			
	6.035	75	2.175			



Anexo 6 — Pruebas de preferencia

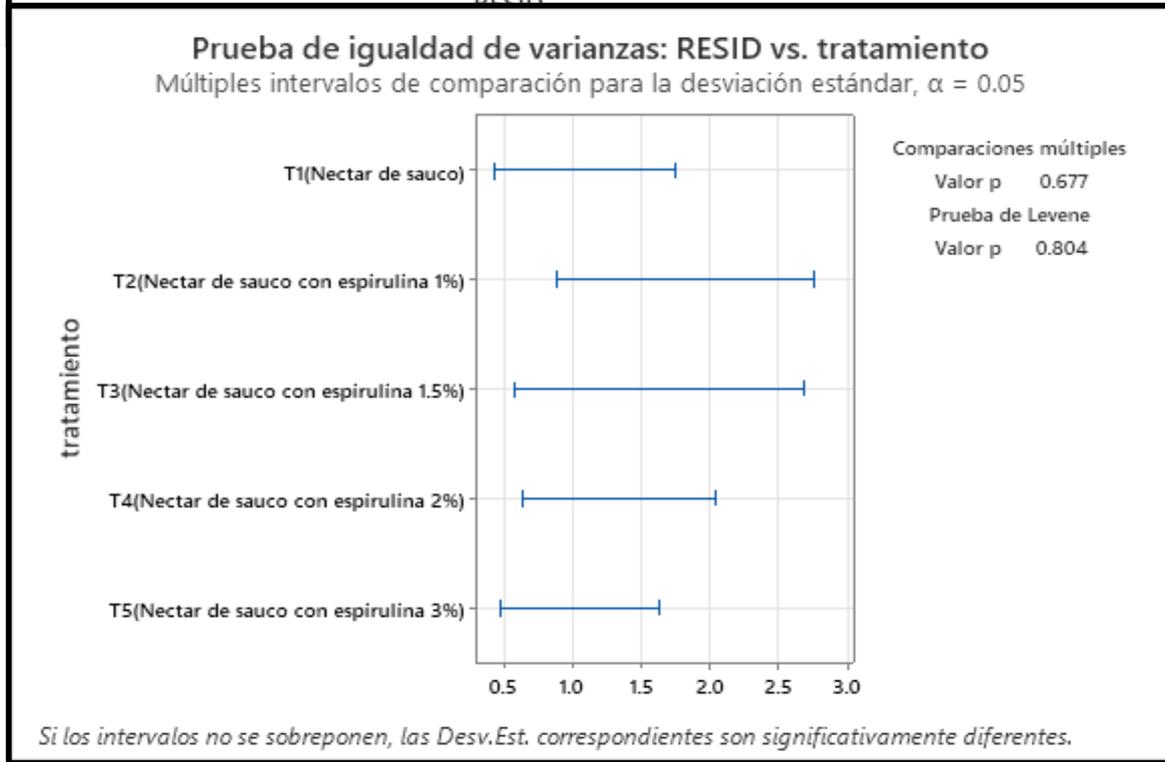
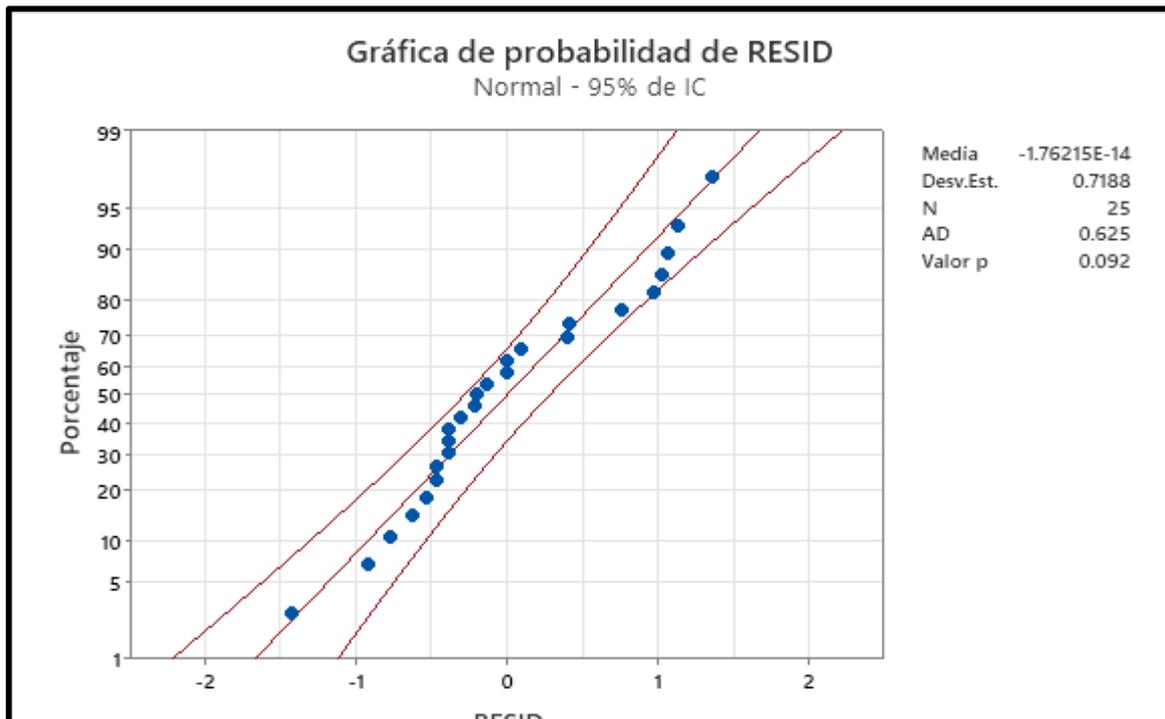
Panelista	Edad	Hora	T1(746)	T2(121)	T3(740)	T4(363)	T5(232)
Littman Moreano	30	10:55	1	2	3	5	4
Cinthya Analy Valdivia Saccatuma	23	11:11	2	1	4	5	3
Fanny Pumapillo Coraldil	22	11:15	1	2	4	3	5
Marco Antonio Meneses Ramirez	24	11:31	5	4	3	2	1
Margot Ccorahua Melgarejo	19	11:43	1	2	4	5	3
Jesus Amdree Ccalla Sota	17	11:35	4	1	2	3	5
Sonia Mayka	18	11:43	1	3	2	4	5
Pamela Aymara Ccansaya	17	11:46	5	1	2	3	4
Giovanni Caballero Rodriguez	17	11:46	5	2	3	4	1
Mayerli Saavedra Quispe	19	11:56	3	2	4	5	1
Jhossmer Gregorio Achulli Huayhuas	20	11:46	2	1	5	3	3
Mayron Eider Contreras Merino	20	11:55	3	1	4	5	2
Crisbell Esperanza Chacon	17	12:00	1	2	3	5	4
Bayely Chipana Ccorahua	17	12:05	4	1	2	3	5
Frank Espinoza Ortiz	17	12:10	2	1	3	4	5
Anahi Achulli Hayhuas	17	12:13	1	2	4	3	5
Rommy Lucero Donaires Vellegas	17	12:15	1	2	4	3	5
Garry Gonzalez Garcia	22	12:35	3	2	1	4	5
Beethssy Zzussy Hurtado Soria	29	12:44	2	1	3	4	5
Jhosep Sebastian Huaman	19	01:05	1	3	2	4	5
Edison Guillen	38	12:50	1	5	2	3	4
Wily Abdil Casilla Ramirez	22	01:04	1	3	2	4	5
Jose Simon Molina Llachua	21	01:04	5	1	2	3	4
Alison Victoria Cahuaringa Cueva	21	01:05	1	4	2	3	5
Heidith Mireya Amesquita Torres	19	01:10	1	4	3	2	5
Jimena Rea Dongo	29	01:20	2	1	3	4	5
Mirian Luz Mendoza Suarez	33	01:40	3	1	2	4	5
Liz Marlemy Naveda Torres	18	01:27	2	3	1	4	5
Cristel Huachaca Rosales	18	01:50	2	1	3	4	5
Thalia Alvarez Mancilla	28	02:00	2	1	3	4	5

Anexo 7 — Ficha de evaluación sensorial

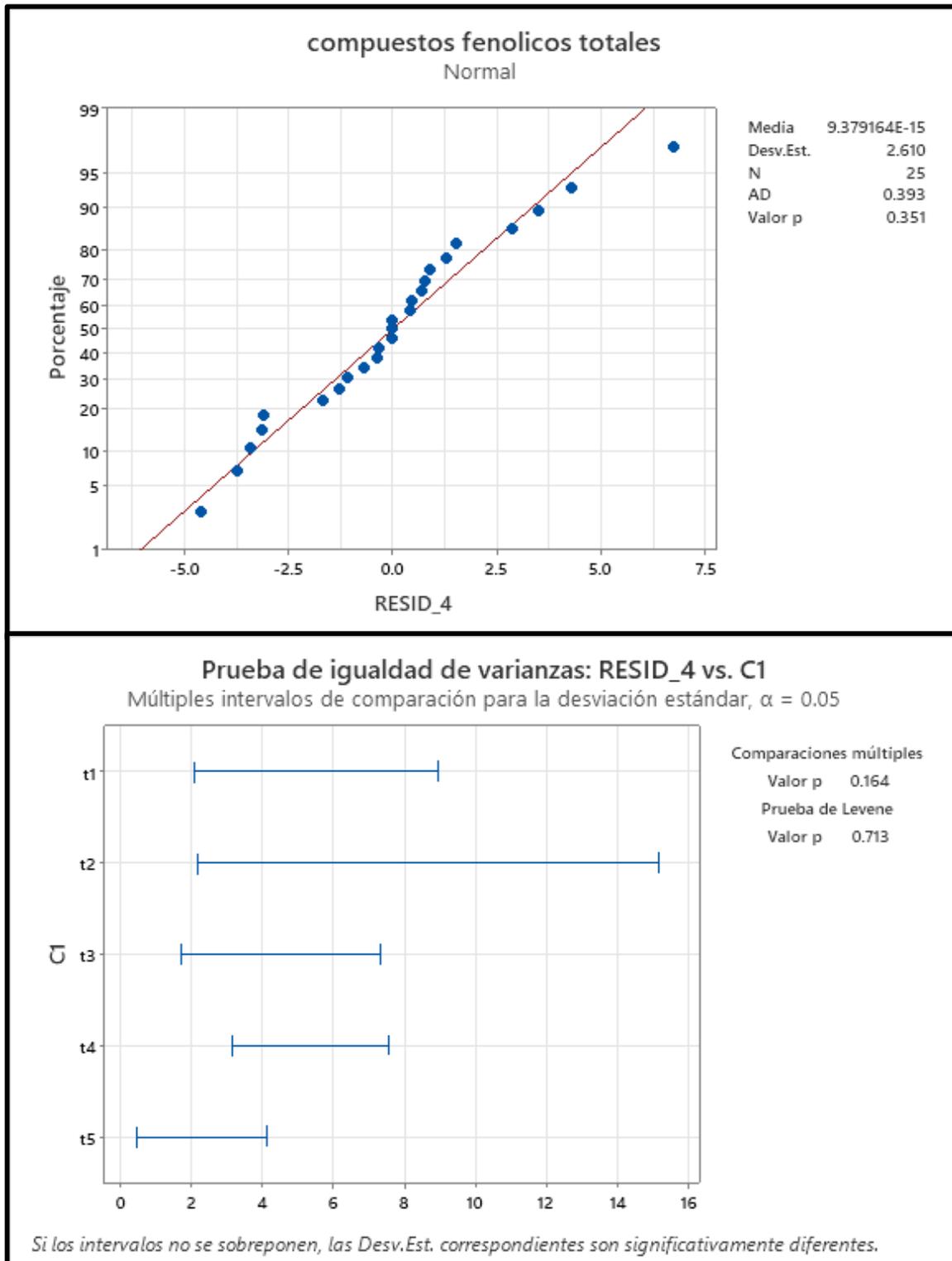
Ficha de evaluación sensorial					
Producto: néctar					
Nombre _____		Ficha N° _____			
Fecha _____	Hora _____	Edad _____			
Instrucciones.					
Antes de iniciar la prueba, lea atentamente las instrucciones. si tienen dudas, consulte con el supervisor de prueba antes de la evaluación.					
Ud. ha recibido cinco muestras codificadas con números aleatorios. Pruebe las muestras, en el orden de giro de las manecillas del reloj, evalúe y ordene según su preferencia en la casilla de orden. De mayor preferencia (+) a menor (-) preferencia. Enjuáguese la boca antes de cada degustación con el agua proporcionada por el evaluador.					
Muestras	746	121	740	363	232
Orden	_____	_____	_____	_____	_____
	(+)				(-)

Anexo 7— Prueba de normalidad y prueba de igualdad de varianzas de residuos para capacidad antioxidante

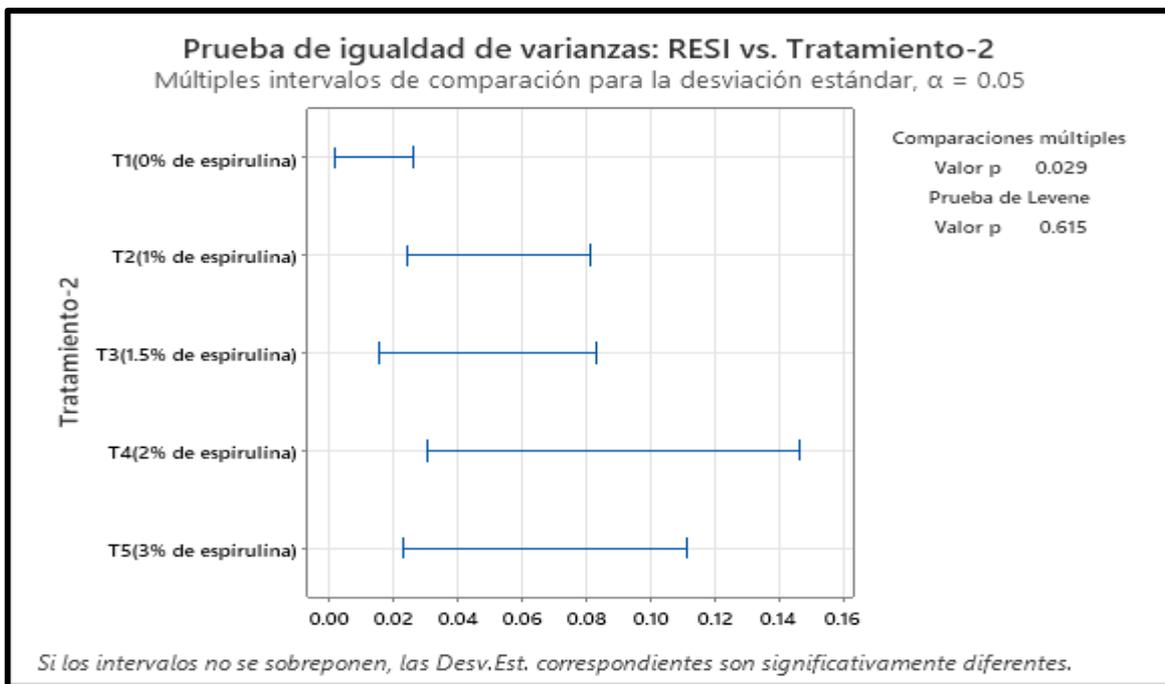
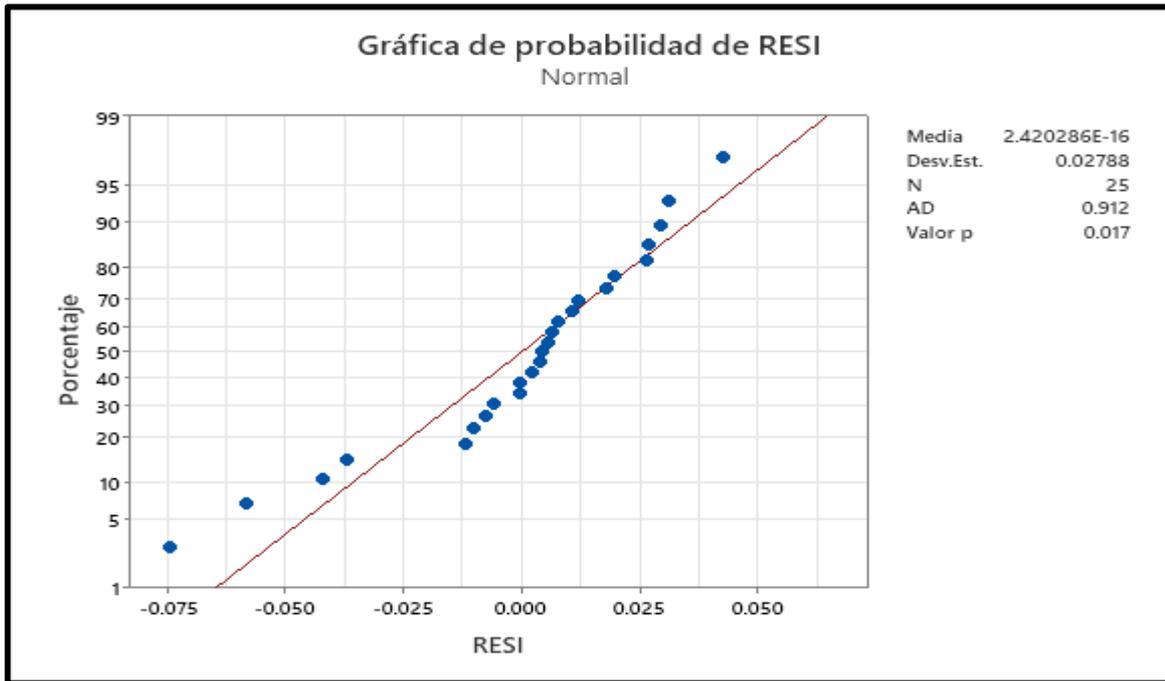




Anexo 8— Prueba de normalidad y prueba de igualdad de varianzas de residuos para compuestos fenólicos totales.



Anexo 9— Prueba de normalidad y prueba de igualdad de varianzas de residuos de contenido proteico.



Anexo 10— Panel fotográfico de determinación de compuestos fenólicos del néctar de sauco con espirulina

a. Acondicionamiento de la muestra

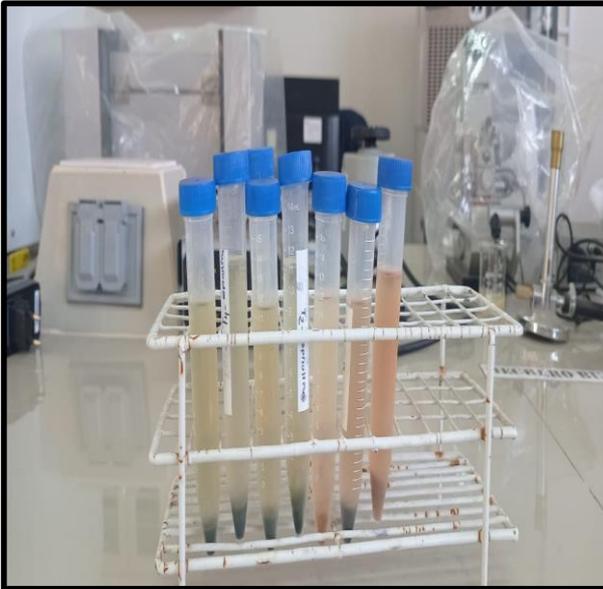


Foto 1: Muestras diluidas 1:5 néctar de sauco con espirulina



Foto 2: Muestras en proceso de centrifugación

b. Preparación de la curva patrón ácido gálico



Foto 3: Tubos con ácido gálico y Folin Ciocalteu.



Foto 4: Muestras patrón listas para ser leídas en el espectrofotómetro.

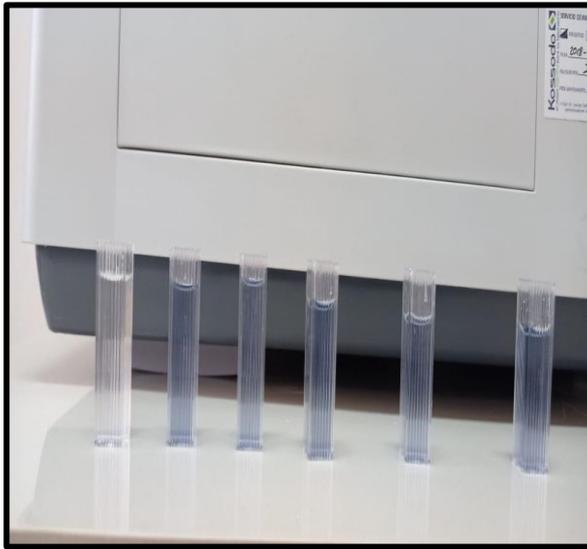


Foto 5: Cubetas con muestras patrón de ácido gálico

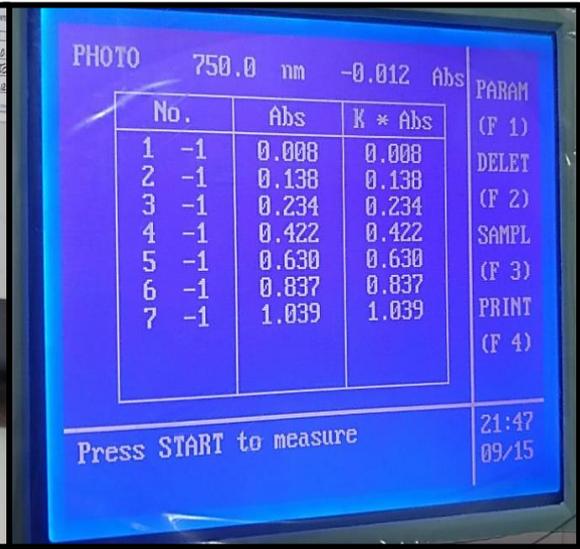


Foto 6: Absorbancias de las muestras patrón para la creación de la curva.

c. Determinación de compuestos fenólicos de los tratamientos de néctar de sauco con espirulina



Foto 7: Muestras de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con



Foto 8: Muestras de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con

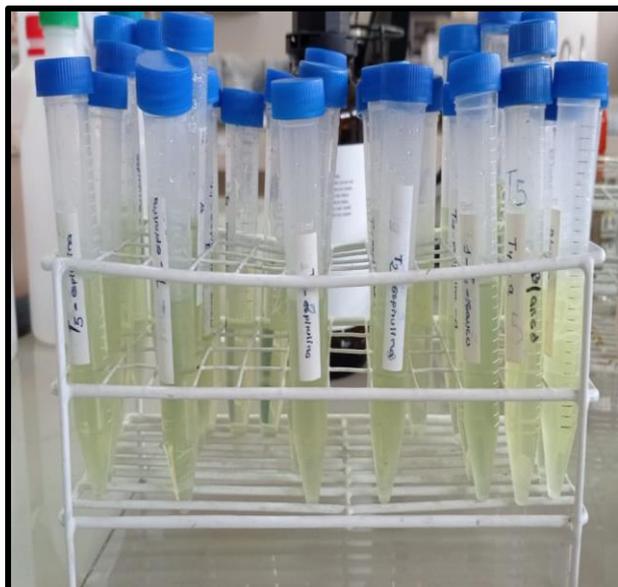


Foto 9: Muestras de néctar de sauco con Folin Ciocalteu y agua ultra pura



Foto 10: Muestras de néctar de sauco con Folin Ciocalteu, agua ultra pura y carbonato de sodio



Foto 11: Muestras de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina en reposo durante 30 minutos en oscuridad



Foto 12: Muestras de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina en el espectrofotómetro para leer sus absorbancias

Anexo 11— Panel fotográfico sobre determinación de capacidad antioxidante de néctar de sauco con espirulina

a. Preparación de la curva Trolox

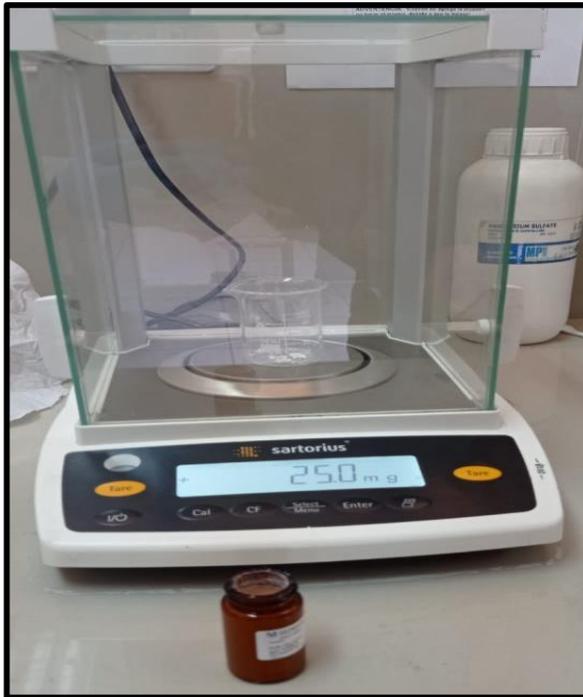


Foto 1: Pesado del Trolox

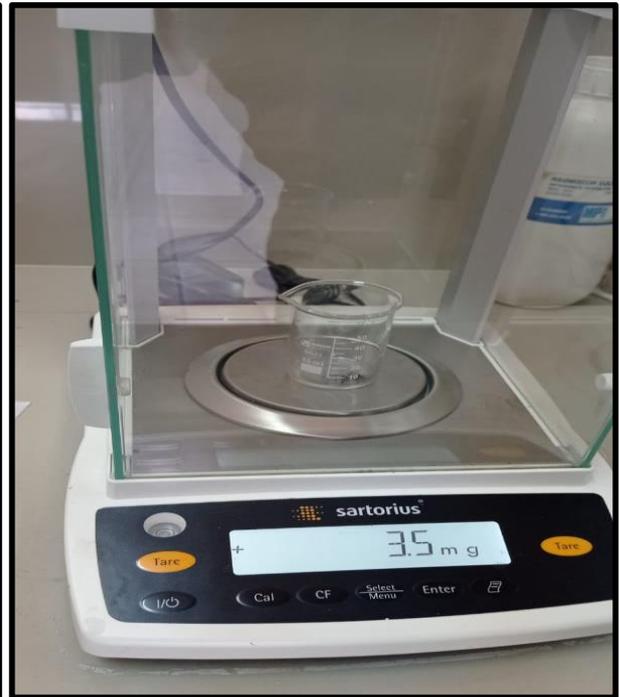


Foto 2: Pesado de DPPH



Foto 3: Solución DPPH preparada.



Foto 4: Tubos rotulados

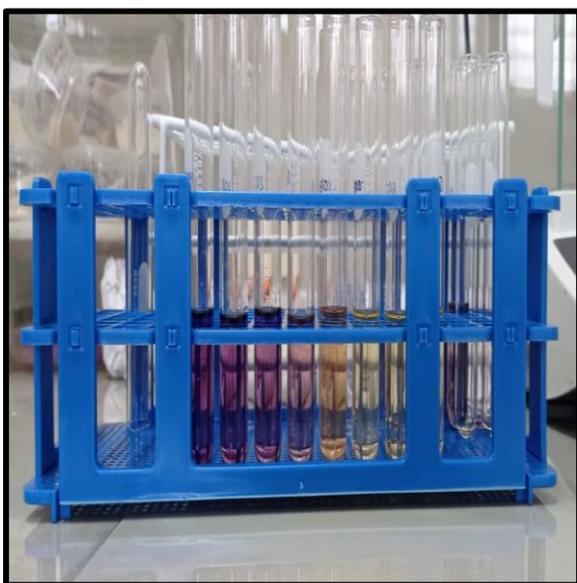


Foto 5: Muestras patrón Trolox lista para ser medidas en el espectrofotómetro.

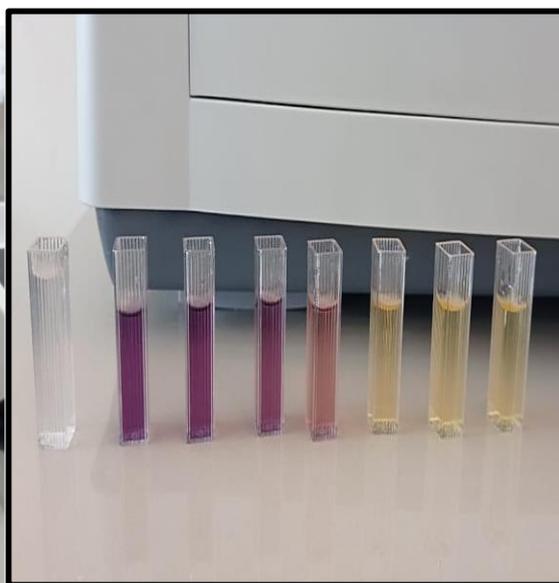


Foto 6: Muestras de solución patrón en cubetas.

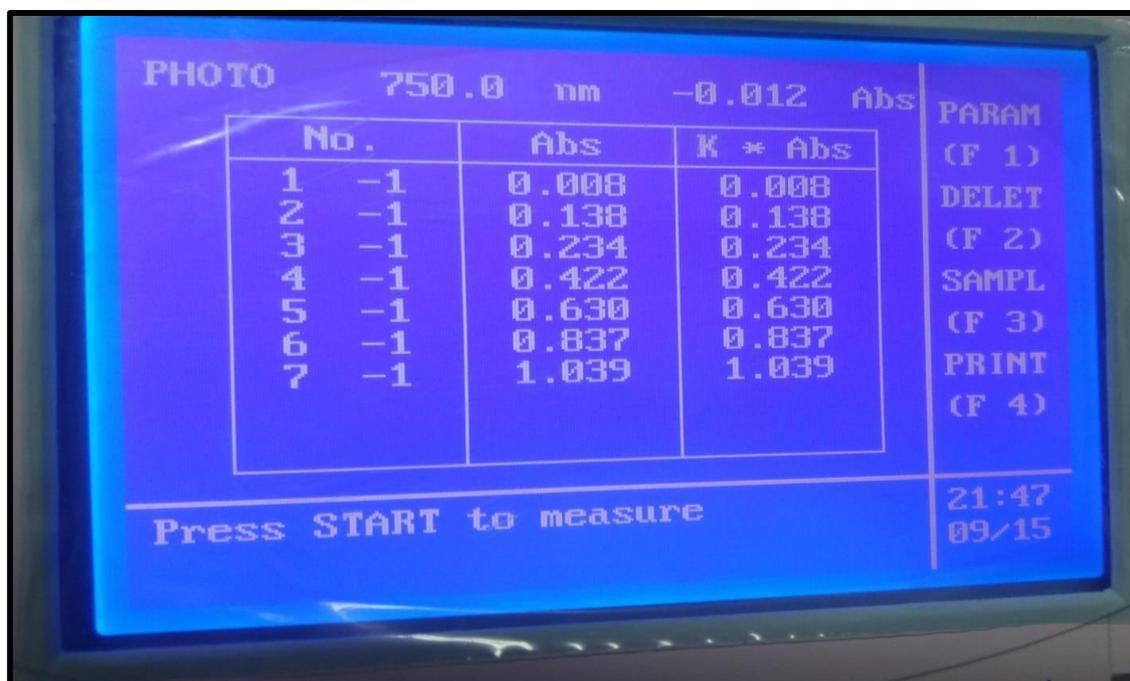


Foto 7: Absorbancias de las muestras patrón Trolox, para la creación de la curva.

b. Determinación de capacidad antioxidantes en muestras de néctar de sauco con espirulina



Foto 8: Muestras de los diferentes tratamientos de néctar de sauco con espirulina.

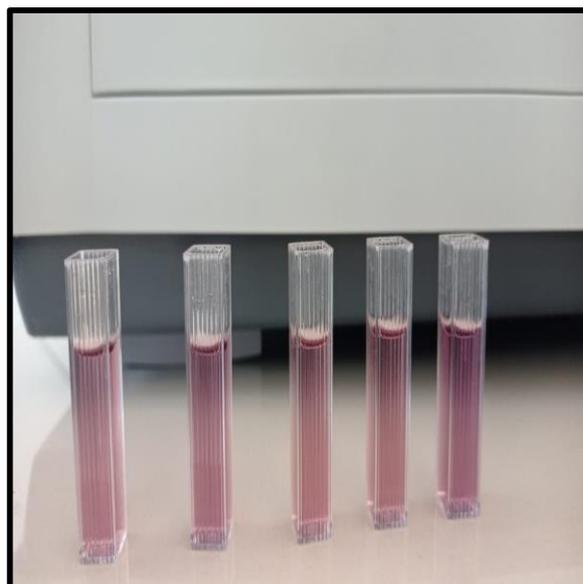


Foto 9: Muestra de néctar de sauco

PHOTO 517.0 nm -0.017 Abs				PARAM
No.	Abs	K * Abs		(F 1)
1	-1	-0.001	-0.001	DELET
2	-1	1.134	1.134	(F 2)
3	-1	0.482	0.482	SAMPL
4	-1	0.554	0.554	(F 3)
5	-1	0.539	0.539	PRINT
6	-1	0.414	0.414	(F 4)
7	-1	0.670	0.670	

Press START to measure

16:56
10/14

Foto 10: Absorbancias del néctar de sauco

PHOTO 517.0 nm -0.003 Abs				PARAM
No.	Abs	K * Abs		(F 1)
3	-1	0.508	0.508	DELET
4	-1	0.456	0.456	(F 2)
5	-1	0.342	0.342	SAMPL
6	-1	0.494	0.494	(F 3)
7	-1	0.482	0.482	PRINT
8	-1	0.426	0.426	(F 4)
9	-1	0.335	0.335	
10	-1	0.326	0.326	
11	-1	0.496	0.496	

Press START to measure

Foto 11: Absorbancias del néctar de sauco con espirulina al 1%.

PHOTO 517.0 nm -0.075 Abs

No.	Abs	K * Abs
2 -1	1.140	1.140
3 -1	0.554	0.554
4 -1	0.575	0.575
5 -1	0.597	0.597
6 -1	0.510	0.510
7 -1	0.551	0.551
8 -1	0.573	0.573
9 -1	0.601	0.601
10 -1	0.525	0.525

PARAM (F 1)
DELET (F 2)
SAMPL (F 3)
PRINT (F 4)

Delete all the data?
(Yes:Enter, No:Clear)

17:32
10/14

Foto 12: Absorbancias del néctar de sauco con espirulina al 1.5%

PHOTO 517.0 nm 0.015 Abs

No.	Abs	K * Abs
4 -1	0.463	0.463
5 -1	0.422	0.422
6 -1	0.419	0.419
7 -1	0.441	0.441
8 -1	0.438	0.438
9 -1	0.449	0.449
10 -1	0.425	0.425
11 -1	0.433	0.433
12 -1	0.457	0.457

PARAM (F 1)
DELET (F 2)
SAMPL (F 3)
PRINT (F 4)

Press START to measure

17:48
10/14

Foto 13: Absorbancias del néctar de sauco con espirulina al 2%

PHOTO 517.0 nm 0.010 Abs

No.	Abs	K * Abs
4 -1	0.367	0.367
5 -1	0.354	0.354
6 -1	0.348	0.348
7 -1	0.366	0.366
8 -1	0.412	0.412
9 -1	0.364	0.364
10 -1	0.338	0.338
11 -1	0.351	0.351
12 -1	0.363	0.363

PARAM (F 1)
DELET (F 2)
SAMPL (F 3)
PRINT (F 4)

Press START to measure

18:07
10/14

Foto 14: Absorbancias del néctar de sauco con espirulina al 3%

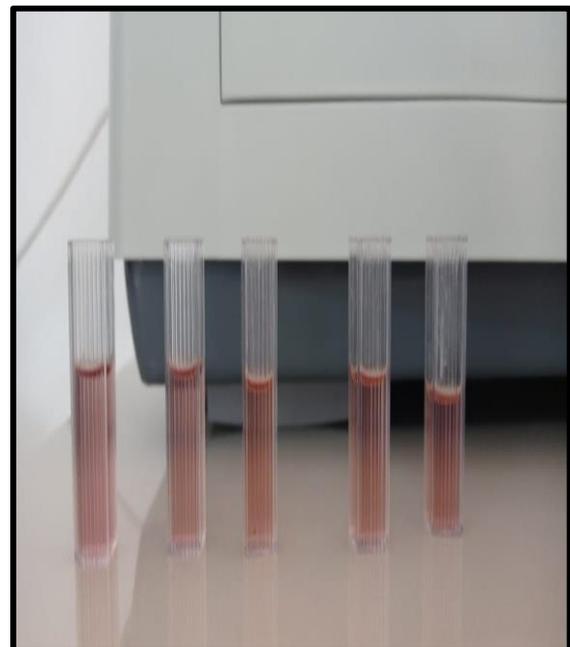


Foto 12: Cubetas con muestras de néctar de sauco con espirulina al 3 %

Anexo 12— Panel fotográfico sobre contenido proteico mediante el método Kjeldahl



Foto 1: Pesado de muestra



Foto 2: Balones de digestión



Foto 3: Balones de digestión con muestra

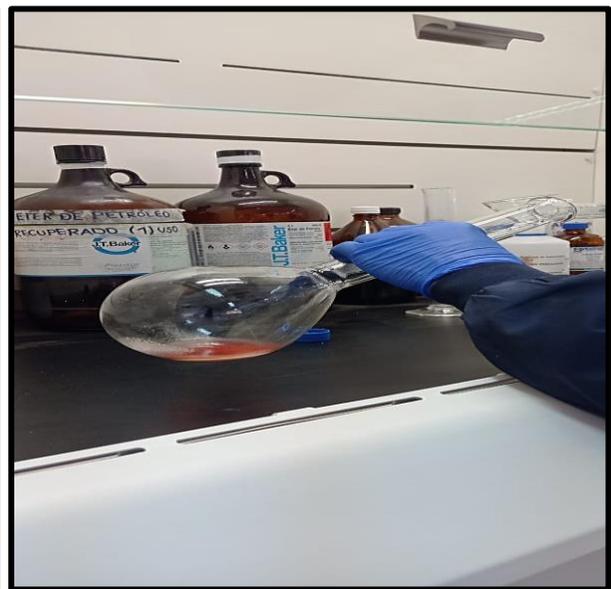


Foto 4: Agregando ácido sulfúrico al balón de digestión con muestra



Foto 5: Etapa de digestión de muestras



Foto 6: Etapa de digestión de muestras



Foto 7: Digestión de muestras terminada



Foto 8: Muestra digerida con perlas de vidrio



Foto 9: Proceso de destilación

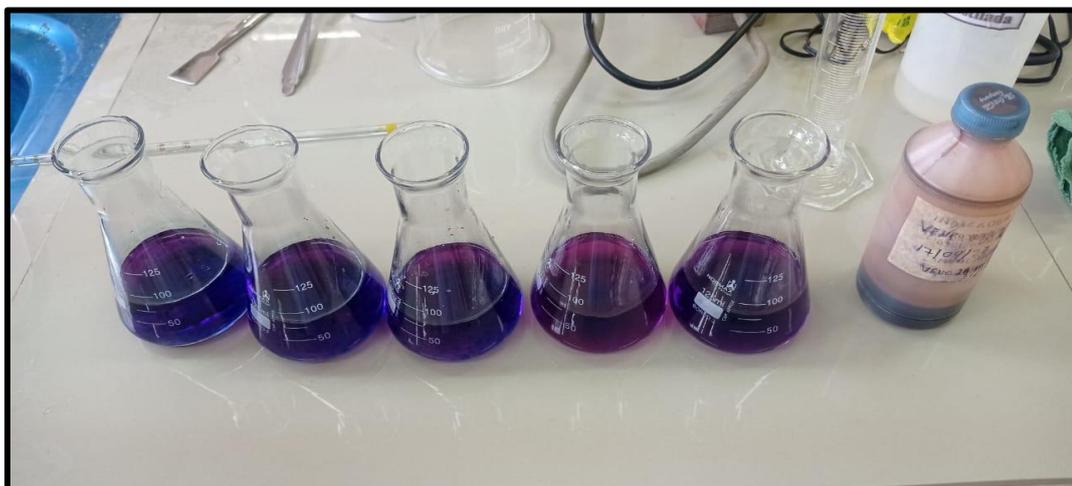


Foto 10: Matraz con ácido bórico para el recojo de amoníaco.



Foto 11: Proceso de destilación terminada



Foto 12: Matraz con muestras destiladas para el proceso de titulación



Foto 13: Matraz con muestras tituladas

Anexo 13— Panel fotográfico de aceptabilidad de néctar de sauco



Foto 1: Evaluación sensorial del néctar de sauco con espirulina con jueces no entrenados



Foto 2: Elaboración de néctar de saucón con espirulina

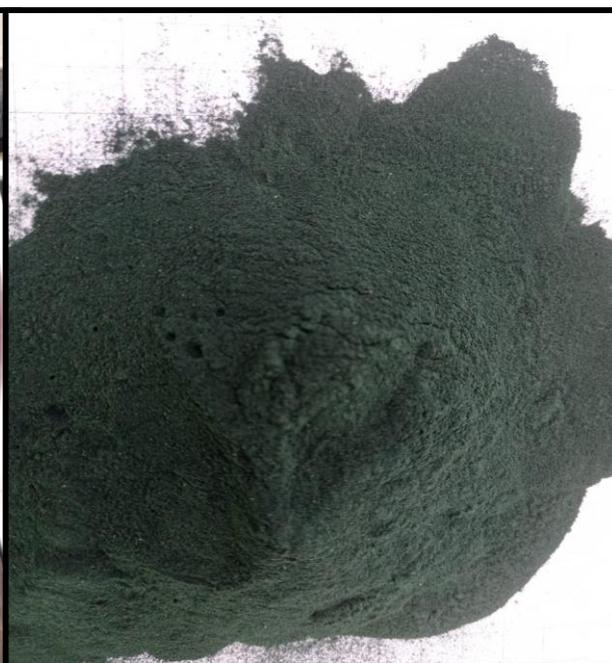


Foto 3: Muestra de espirulina



Foto 4: Medición de °Brix del néctar de saucón con espirulina



Foto 5: Tratamientos de néctar de saucón con espirulina

Anexo 14— Análisis de varianza con un factor (ANOVA) con la prueba de TUKEY para capacidad antioxidante del néctar de sauco con espirulina.

Análisis de varianza de los tratamientos.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
tratamiento	4	8259.2	2064.79	387.26	0.000
Error	20	106.6	5.33		
Total	24	8365.8			

Donde GL=grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= media cuadrática.

En el ANOVA para capacidad antioxidante para los diferentes tratamientos demuestran que existen diferencias estadísticamente significativas para un valor-p < 0.05; $\alpha = 0.05$ y un valor F= 387.26.

Análisis de Medias para cada tratamiento

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1(Néctar de sauco)	5	51.306	0.586	(50.571; 52.040)
T2(Néctar de sauco con espirulina 1%)	5	59.939	1.056	(59.204; 60.673)
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5%)	5	51.535	0.838	(50.801; 52.270)
T4(Néctar de sauco con espirulina 2%)	5	62.134	0.764	(61.399; 62.868)
T5(Néctar de sauco con espirulina 3%)	5	69.219	0.596	(68.485; 69.954)

Desv.Est. agrupada = 0.787368; IC= índice de confianza

Comparación en parejas de TUKEY

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T5(Néctar de sauco con espirulina 3%)	5	69.219	A
T4(Néctar de sauco con espirulina 2%)	5	62.134	B
T2(Néctar de sauco con espirulina 1%)	5	59.939	C
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5%)	5	51.535	D
T1(Néctar de sauco)	5	51.306	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T2(Néctar de - T1(Néctar de	8.633	0.498	(7.144; 10.122)	17.34	0.000
T3(Néctar de - T1(Néctar de	0.229	0.498	(-1.260; 1.719)	0.46	0.990
T4(Néctar de - T1(Néctar de	10.828	0.498	(9.338; 12.317)	21.74	0.000
T5(Néctar de - T1(Néctar de	17.913	0.498	(16.424; 19.403)	35.97	0.000
T3(Néctar de - T2(Néctar de	-8.404	0.498	(-9.893; -6.914)	-16.88	0.000
T4(Néctar de - T2(Néctar de	2.195	0.498	(0.705; 3.684)	4.41	0.002
T5(Néctar de - T2(Néctar de	9.280	0.498	(7.791; 10.770)	18.64	0.000
T4(Néctar de - T3(Néctar de	10.598	0.498	(9.109; 12.088)	21.28	0.000
T5(Néctar de - T3(Néctar de	17.684	0.498	(16.195; 19.174)	35.51	0.000
T5(Néctar de - T4(Néctar de	7.086	0.498	(5.596; 8.575)	14.23	0.000



Nivel de confianza individual = 99.28%; EE= Error estándar; IC= índice de confianza

Anexo 15— Análisis de varianza con un factor (ANOVA) con la prueba de Tukey para compuestos fenólicos totales del néctar de sauco con espirulina.

Análisis de Varianza de los tratamientos

Análisis de varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	4	8251.2	2062.79	393.47	0.000
Error	20	104.9	5.24		

Donde GL=grados de libertad; SC= suma de cuadrados; MC= media cuadrática

En el ANOVA para compuestos fenólicos totales para los diferentes tratamientos muestran que existen diferencias estadísticamente significativas para un valor- $p < 0.05$; $\alpha = 0.05$ y un valor $F= 393.47$.

Análisis de Medias para cada tratamiento

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
T1(Néctar de sauco)	5	86.17	2.92	(84.03; 88.30)
T2(Néctar de sauco con espirulina 1%)	5	41.77	0.828	(39.633; 43.905)
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5%)	5	65.35	2.35	(63.21; 67.48)
T4(Néctar de sauco con espirulina 2%)	5	62.94	3.28	(60.80; 65.07)
T5(Néctar de sauco con espirulina 3%)	5	35.294	0.874	(33.158; 37.430)

Desv.Est. agrupada = 2.28965; IC= índice de confianza

Comparación en parejas de TUKEY

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T1(Néctar de sauco)	5	86.17	A
T3(Néctar de sauco con espirulina 1.5%)	5	65.35	B
T4(Néctar de sauco con espirulina 2%)	5	62.94	B
T2(Néctar de sauco con espirulina 1%)	5	41.77	C
T5(Néctar de sauco con espirulina 3%)	5	35.294	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias

Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T ajustado	Valor p
T2(Néctar de - T1(Néctar de	-44.45	1.46	(-48.82; -40.08)	-30.44	0.000
T3(Néctar de - T1(Néctar de	-20.84	1.46	(-25.20; -16.47)	-14.27	0.000
T4(Néctar de - T1(Néctar de	-23.18	1.46	(-27.55; -18.81)	-15.87	0.000
T5(Néctar de - T1(Néctar de	-50.86	1.46	(-55.23; -46.49)	-34.83	0.000
T3(Néctar de - T2(Néctar de	23.62	1.46	(19.25; 27.98)	16.17	0.000
T4(Néctar de - T2(Néctar de	21.27	1.46	(16.90; 25.64)	14.56	0.000
T5(Néctar de - T2(Néctar de	-6.41	1.46	(-10.78; -2.04)	-4.39	0.002
T4(Néctar de - T3(Néctar de	-2.35	1.46	(-6.71; 2.02)	-1.61	0.510
T5(Néctar de - T3(Néctar de	-30.03	1.46	(-34.39; -25.66)	-20.56	0.000
T5(Néctar de - T4(Néctar de	-27.68	1.46	(-32.05; -23.31)	-18.95	0.000

Nivel de confianza individual = 99.28%; EE= Error estándar; IC= índice de confianza



Anexo 16— Análisis de varianza con un factor (ANOVA) con la prueba de Kruskal Wallis para contenido de proteínas el néctar de sauco con espirulina

Tratamientos	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
T1(0% de espirulina)	5	0.36070	3.0	-3.40
T2(1% de espirulina)	5	1.03634	8.0	-1.70
T3(1.5% de espirulina)	5	1.34916	13.2	0.07
T4(2% de espirulina)	5	1.45689	17.8	1.63
T5(3% de espirulina)	5	2.23965	23.0	3.40
General	25		13.0	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

GL	Valor H	Valor p
4	22.90	0.000

Mann-Whitney: Espirulina 0%; Espirulina 1%

Método	Estadísticas descriptivas	Estimación de la diferencia															
η_1 : mediana de espirulina 0% η_2 : mediana de espirulina 1% Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>N</th> <th>Mediana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>espirulina 0%</td> <td>5</td> <td>0.36070</td> </tr> <tr> <td>espirulina 1%</td> <td>5</td> <td>1.03634</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	N	Mediana	espirulina 0%	5	0.36070	espirulina 1%	5	1.03634	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diferencia</th> <th>IC para la diferencia</th> <th>Confianza lograda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-0.675943</td> <td>(-0.724428; -0.644511)</td> <td>96.33%</td> </tr> </tbody> </table>	Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda	-0.675943	(-0.724428; -0.644511)	96.33%
Muestra	N	Mediana															
espirulina 0%	5	0.36070															
espirulina 1%	5	1.03634															
Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda															
-0.675943	(-0.724428; -0.644511)	96.33%															
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula H_0: $\eta_1 - \eta_2 = 0$ Hipótesis alterna H_1: $\eta_1 - \eta_2 \neq 0$</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Valor W</th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.00</td> <td>0.012</td> </tr> </tbody> </table>			Valor W	Valor p	15.00	0.012											
Valor W	Valor p																
15.00	0.012																

Mann-Whitney: Espirulina 0%; Espirulina 1.5%

Método	Estadísticas descriptivas	Estimación de la diferencia															
η_1 : mediana de espirulina 0% η_2 : mediana de espirulina 1.5% Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>N</th> <th>Mediana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>espirulina 0%</td> <td>5</td> <td>0.36070</td> </tr> <tr> <td>espirulina 1.5%</td> <td>5</td> <td>1.34916</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	N	Mediana	espirulina 0%	5	0.36070	espirulina 1.5%	5	1.34916	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diferencia</th> <th>IC para la diferencia</th> <th>Confianza lograda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-0.986958</td> <td>(-0.998419; -0.938392)</td> <td>96.33%</td> </tr> </tbody> </table>	Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda	-0.986958	(-0.998419; -0.938392)	96.33%
Muestra	N	Mediana															
espirulina 0%	5	0.36070															
espirulina 1.5%	5	1.34916															
Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda															
-0.986958	(-0.998419; -0.938392)	96.33%															
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula H_0: $\eta_1 - \eta_2 = 0$ Hipótesis alterna H_1: $\eta_1 - \eta_2 \neq 0$</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Valor W</th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.00</td> <td>0.012</td> </tr> </tbody> </table>			Valor W	Valor p	15.00	0.012											
Valor W	Valor p																
15.00	0.012																

Mann-Whitney: Espirulina 0%; Espirulina 2 %

Método	Estadísticas descriptivas	Estimación de la diferencia															
η_1 : mediana de espirulina 0% η_2 : mediana de espirulina 2 % Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>N</th> <th>Mediana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>espirulina 0%</td> <td>5</td> <td>0.36070</td> </tr> <tr> <td>espirulina 2 %</td> <td>5</td> <td>1.45689</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	N	Mediana	espirulina 0%	5	0.36070	espirulina 2 %	5	1.45689	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Diferencia</th> <th>IC para la diferencia</th> <th>Confianza lograda</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-1.09219</td> <td>(-1.10346; -0.995119)</td> <td>96.33%</td> </tr> </tbody> </table>	Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda	-1.09219	(-1.10346; -0.995119)	96.33%
Muestra	N	Mediana															
espirulina 0%	5	0.36070															
espirulina 2 %	5	1.45689															
Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda															
-1.09219	(-1.10346; -0.995119)	96.33%															
<p>Prueba</p> <p>Hipótesis nula H_0: $\eta_1 - \eta_2 = 0$ Hipótesis alterna H_1: $\eta_1 - \eta_2 \neq 0$</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Valor W</th> <th>Valor p</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15.00</td> <td>0.012</td> </tr> </tbody> </table>			Valor W	Valor p	15.00	0.012											
Valor W	Valor p																
15.00	0.012																



Mann-Whitney: Espirulina 0%; Espirulina 3%

Método

η_1 : mediana de espirulina 0%
 η_2 : mediana de espirulina 3%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 0%	5	0.36070
espirulina 3%	5	2.23965

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-1.87925	(-1.90159; -1.81411)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Mann-Whitney: Espirulina 1%; Espirulina 1.5%

Método

η_1 : mediana de espirulina 1%
 η_2 : mediana de espirulina 1.5%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 1%	5	1.03634
espirulina 1.5%	5	1.34916

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.304505	(-0.343943; -0.261578)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Mann-Whitney: Espirulina 1%; Espirulina 2%

Método

η_1 : mediana de espirulina 1%
 η_2 : mediana de espirulina 2%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 1%	5	1.03634
espirulina 2%	5	1.45689

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.402271	(-0.451674; -0.319477)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Mann-Whitney: Espirulina 1%; Espirulina 3%

Método

η_1 : mediana de espirulina 1%
 η_2 : mediana de espirulina 3%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 1%	5	1.03634
espirulina 3%	5	2.23965

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-1.19890	(-1.23444; -1.13847)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Mann-Whitney: Espirulina 1.5%; Espirulina 2%

Método

η_1 : mediana de espirulina 1.5%
 η_2 : mediana de espirulina 2%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 1.5%	5	1.34916
espirulina 2%	5	1.45689

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.105101	(-0.157793; -0.0066652)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
16.00	0.022

Mann-Whitney: Espirulina 1.5%; Espirulina 3%

Método

η_1 : mediana de espirulina 1.5%
 η_2 : mediana de espirulina 3%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 1.5%	5	1.34916
espirulina 3%	5	2.23965

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.892941	(-0.940556; -0.825657)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Mann-Whitney: Espirulina 2%; Espirulina 3%

Método

η_1 : mediana de espirulina 2%
 η_2 : mediana de espirulina 3%
 Diferencia: $\eta_1 - \eta_2$

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Mediana
espirulina 2%	5	1.45689
espirulina 3%	5	2.23965

Estimación de la diferencia

Diferencia	IC para la diferencia	Confianza lograda
-0.795959	(-0.883829; -0.717926)	96.33%

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$
 Hipótesis alterna $H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$

Valor W	Valor p
15.00	0.012

Anexo 17— Análisis de varianza con un factor (ANOVA) con la prueba de Friedman para aceptabilidad del néctar de sauco con espirulina

Estadísticas descriptivas

Tratamiento_1	N	Mediana	Suma de clasificaciones
T1	30	2.2	68.0
T2	30	1.8	58.0
T3	30	3.0	87.0
T4	30	4.0	111.0
T5	30	5.0	126.0
General	150	3.2	

Prueba

Hipótesis nula

H₀: Todos los efectos del tratamiento son cero

Hipótesis alterna

H₁: No todos los efectos del tratamiento son cero

GL	Chi-cuadrada	Valor p
4	43.39	0.000

