

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A
BASE DE *Beta vulgaris* L. Y *Equisetum arvense* L.
PARA SU EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD
ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES**

PRESENTADO POR:

FERNÁNDEZ HERRERA, Fredesvindo

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTORES EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

ASESOR:

Dr. LEGUA CÁRDENAS, José Antonio

HUACHO -2018

FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE Beta vulgaris L. Y Equisetum arvense L. PARA SU EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES

FERNÁNDEZ HERRERA, Fredesvindo

TESIS DEDOCTORADO

ASESOR: Dr. LEGUA CÁRDENAS, José Antonio

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORENCIENCIAS AMBIENTALES
HUACHO
2018**



DEDICATORIA

A mis padres Fermín y Lusinda, con aprecio, cariño y congratulación, por guiarme siempre en el gran camino del progreso. Por enseñarme que a paso firme y con frente erguida se vencen montañas y ciudades.

A mis hermanos Teodomira, Zenaida, Aurelia, Atilano, Zulema, Vitaliano, David, Nolberto, William, con cariño, alegría, cordialidad y lealtad, por su constante apoyo moral.

A Fernando, Marisol y Anthony, con estimación, consideración, y gratitud, por haber sido mis guías en mí acontecer.

A mí origen San Francisco Javier, Jaen-Cajamarca.

FERNÁNDEZ HERRERA, Fredesvindo

AGRADECIMIENTO

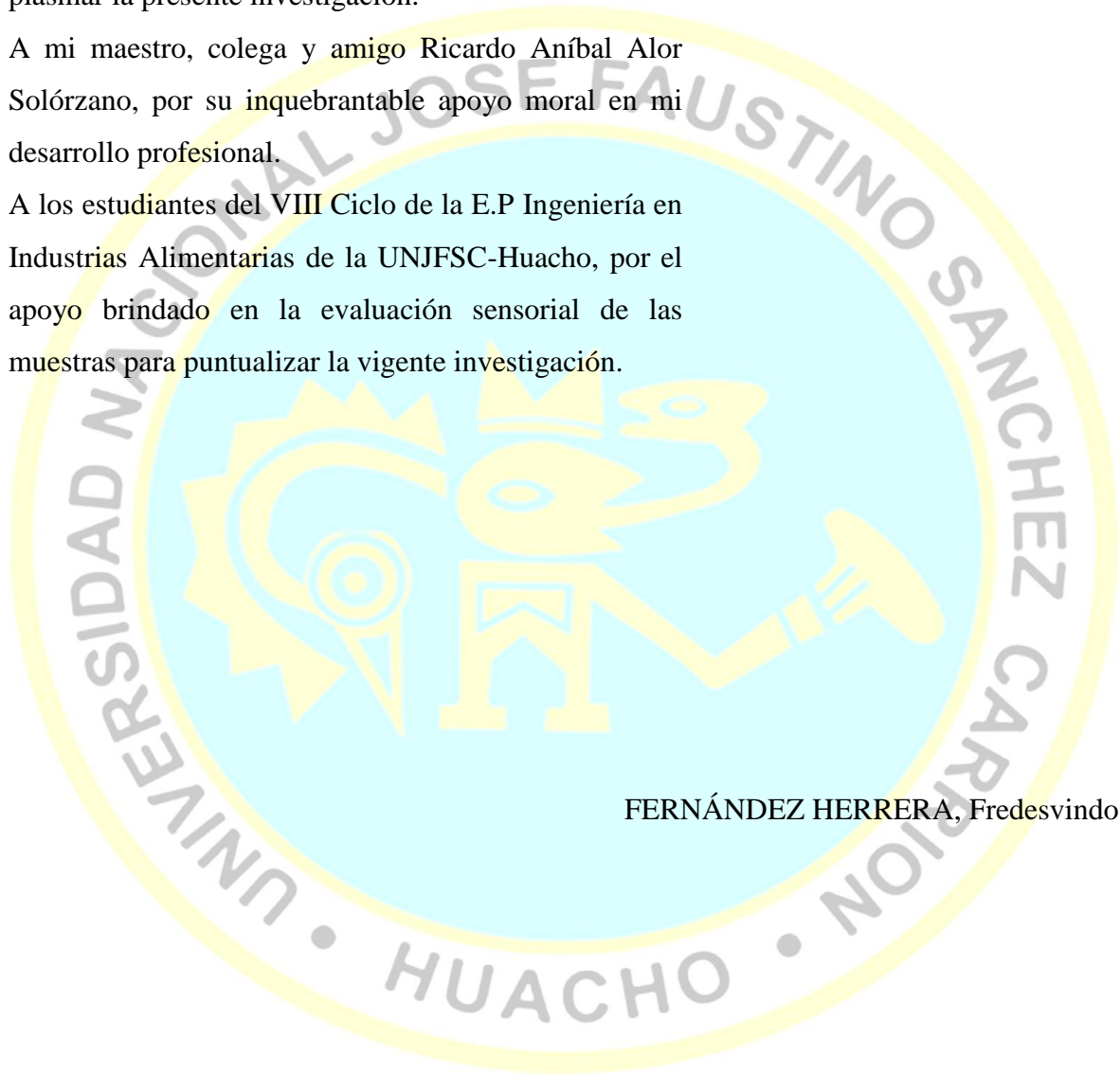
Al ser divino que rige mi existencia DIOS.

Al Dr. José Antonio Legua Cárdenas, por su apoyo, orientación y asesoramiento que me permitieron plasmar la presente investigación.

A mi maestro, colega y amigo Ricardo Aníbal Alor Solórzano, por su inquebrantable apoyo moral en mi desarrollo profesional.

A los estudiantes del VIII Ciclo de la E.P Ingeniería en Industrias Alimentarias de la UNJFSC-Huacho, por el apoyo brindado en la evaluación sensorial de las muestras para puntualizar la vigente investigación.

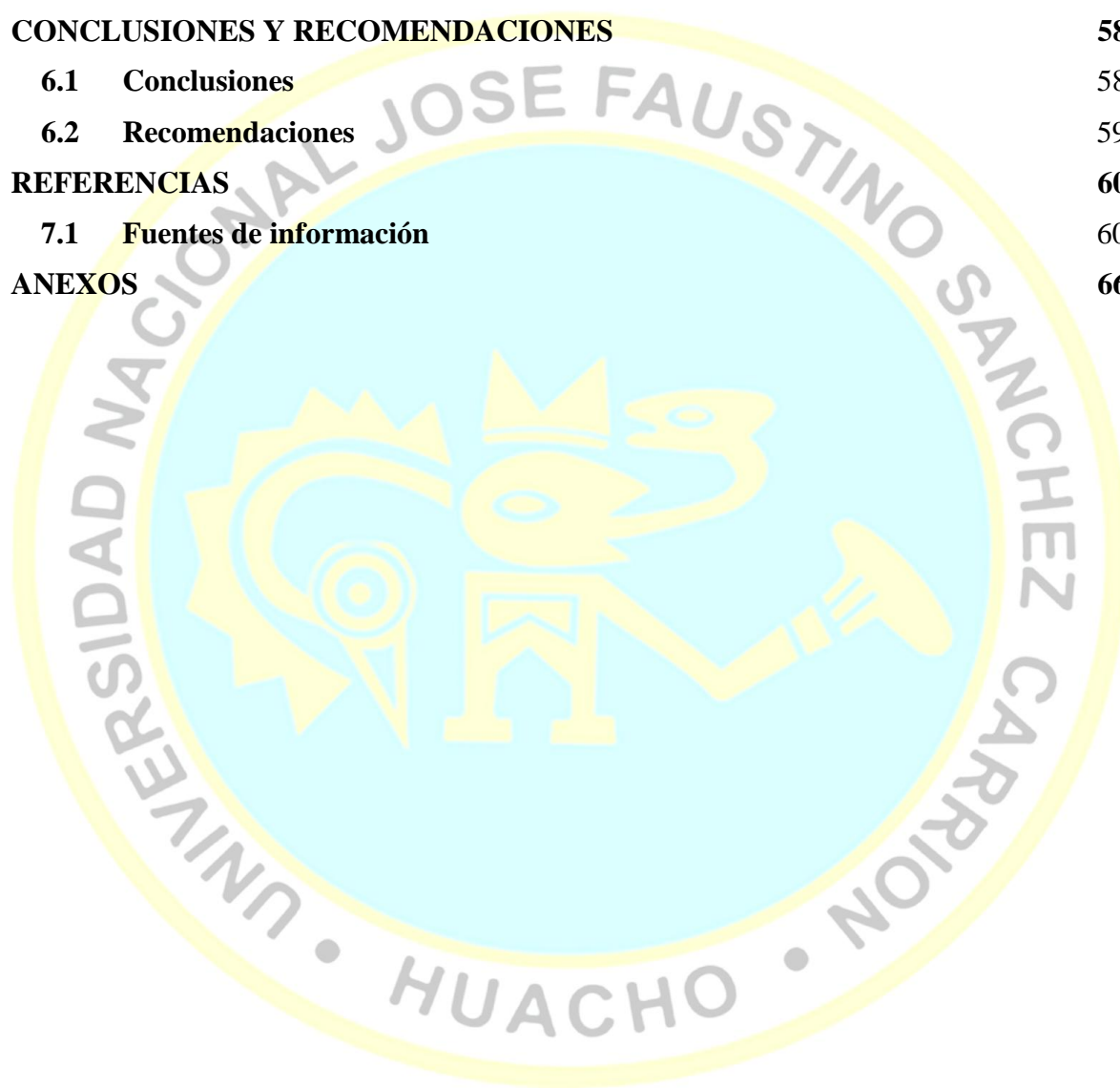
FERNÁNDEZ HERRERA, Fredesvindo



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	11
2.2 Bases teóricas	12
2.3 Definición de términos básicos	25
2.4 Hipótesis de investigación	26
2.4.1 Hipótesis general	26
2.4.2 Hipótesis específicas	26
2.5 Operacionalización de las variables	26
CAPÍTULO III	27
METODOLOGÍA	27
3.1 Diseño metodológico	27
3.2 Población y muestra	28
3.3 Técnicas de recolección de datos	28
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	34

CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS	36
4.1 Análisis de resultados	36
CAPÍTULO V	52
DISCUSIÓN	52
5.1 Discusión de resultados	52
CAPÍTULO VI	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
6.1 Conclusiones	58
6.2 Recomendaciones	59
REFERENCIAS	60
7.1 Fuentes de información	60
ANEXOS	66



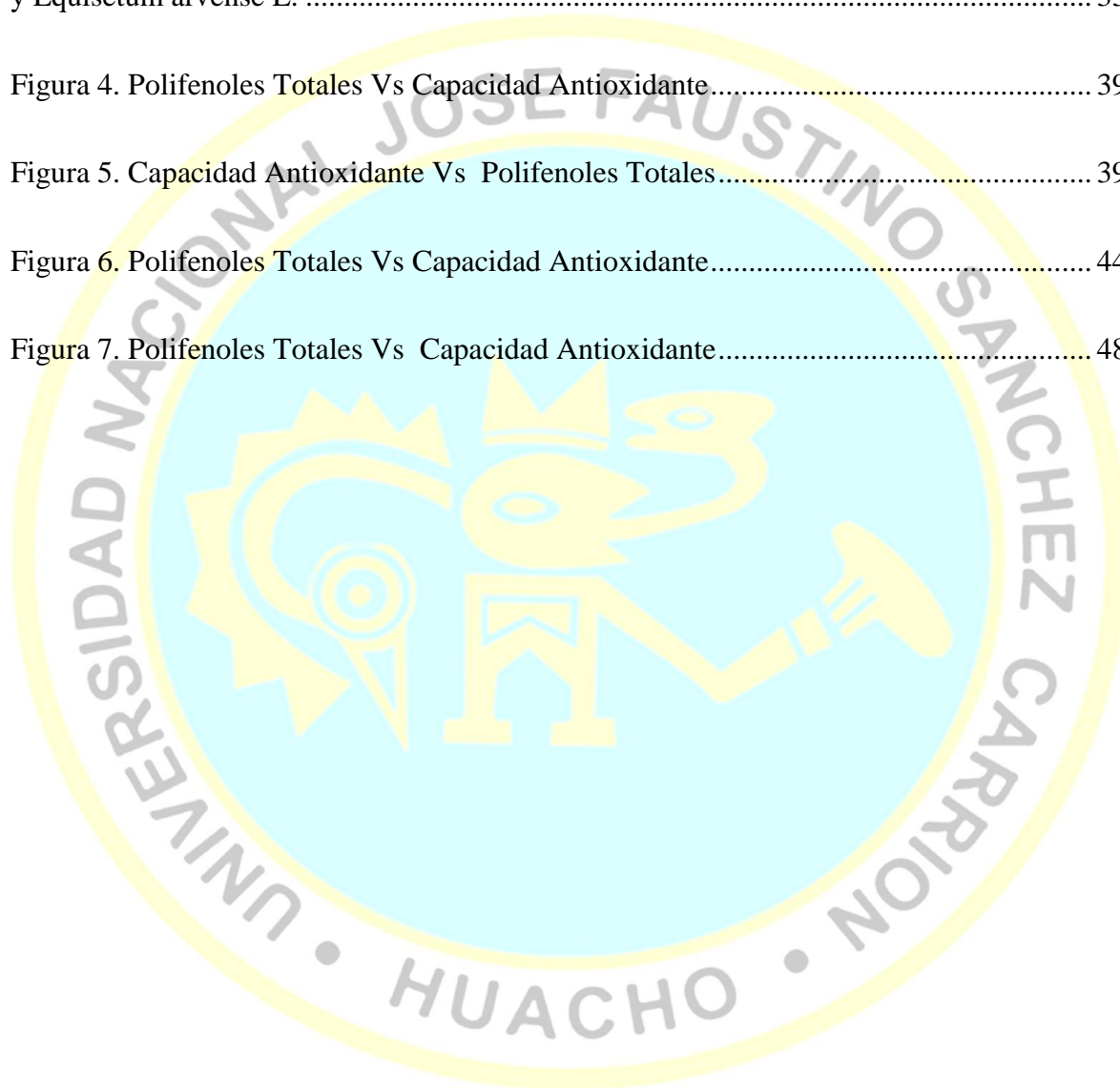
INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación general de bebidas funcionales.....	15
Tabla 2. Operacionalización de las variables	26
Tabla 3. Formulación de la bebida funcional a base de Beta vulgaris L. y Equisetum arvense L.....	32
Tabla 4. Matriz de consistencia	35
Tabla 5. Resultados de Polifenoles Totales (mg ácido gálico /100 g) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	36
Tabla 6. Resultados de Capacidad Antioxidante (umol Trolox /100 g) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	37
Tabla 7. Resultados de Sólidos Solubles (° Brix) (g/100 g de muestra original) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	37
Tabla 8. Resultados de pH de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	38
Tabla 9. Resultados de Acidez (% ácido cítrico anhidro) (g/100 g de muestra original) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.	38
Tabla 10. Resultados promedios de los Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.	38
Tabla 11. Evaluación sensorial escala hedónica atributo olor de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	40
Tabla 12. Evaluación sensorial escala hedónica atributo color de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	41
Tabla 13. Evaluación sensorial escala hedónica atributo sabor de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	42

Tabla 14. Evaluación sensorial escala hedónica atributo aspectos generales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	42
Tabla 15. Resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense por Escala hedónica.....	43
Tabla 16. Evaluación sensorial ranking atributo olor de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	44
Tabla 17. Evaluación sensorial ranking atributo color de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	45
Tabla 18. Evaluación sensorial ranking atributo sabor de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	46
Tabla 19. Evaluación sensorial ranking atributo aspectos generales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	47
Tabla 20. Resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense por Ranking.....	47
Tabla 21. Rangos de los atributos sensoriales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense ranking.....	49
Tabla 22. Aplicación de la prueba no paramétrica de Fridman (prueba T) para los atributos sensoriales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	49
Tabla 23. Suma de rangos para Chi cuadrado X^2 de los atributos sensoriales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.....	50

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología preparación del extracto de Equisetum arvense.....	30
Figura 2. Metodología preparación del extracto de Beta vulgaris.....	31
Figura 3. Diagrama de flujo elaboración de una bebida funcional a base de Beta vulgaris L. y Equisetum arvense L.	33
Figura 4. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante.....	39
Figura 5. Capacidad Antioxidante Vs Polifenoles Totales.....	39
Figura 6. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante.....	44
Figura 7. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante.....	48



RESUMEN

Objetivo. Realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

Materiales y Métodos. Para la preparación del extracto se utilizó las raíces de *Beta vulgaris* y los tallos secos de *Equisetum arvense*, fueron lavados con agua potable, se cortó en trozos pequeños y de tamaños uniformes, la extracción se realizó *Beta vulgaris*: agua (1:2) a 80°C por 25 minutos y *Equisetum arvense*: agua (1:6) a 100°C por 15 minutos, se filtró y almacenó. En la formulación de la bebida funcional se trabajó con extracto de *Equisetum arvense* en un 25% (muestras A, B y C); extracto de *Beta vulgaris* 20, 25 y 30% y agua tratada a 55,50 y 45 % (muestras A, B y C), se utilizó una infusión de cáscara de piña, canela y clavo de olor que fueron mezclados con el extracto de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* que mejoró las características sensoriales de la bebida; se adicionó Stevia en polvo al 0,07% y ácido ascórbico al 0,1 %, se pasteurizó a 80° C por 10 minutos, se envasó en botellas de vidrio de 500mL, se enfrió y se almacenó a temperatura ambiente. Se determinó Sólidos solubles, pH, % acidez, capacidad antioxidante, polifenoles totales, se aplicó un análisis sensorial por escala hedónica y Chi cuadrado X² al 5% y 1%. **Resultados.** Los parámetros fisicoquímicos en promedio de la bebida funcional de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*, Sólidos Solubles: 1.02±0.06°Brix, pH: 4.58±0.01, Acidez: 0.031±0.02 % ácido cítrico anhidro. Se obtuvo valores promedio de los polifenoles totales: 304.80 ±0.41 mg ácido gálico /100 g y una capacidad antioxidante: 2406.20 ±62.35 umol Trolox /100 g. El análisis estadístico X²cal<X²Tab5% y X²cal<X²Tab1% que se realizó a los atributos como olor, color, sabor; y aspectos generales, no existe diferencia significativa; por lo tanto las muestras A, B, y C fueron igualmente preferidas por los consumidores. **Conclusiones.** Se logró la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*, se determinó los parámetros fisicoquímicos, se alcanzó evaluar su calidad sensorial, capacidad antioxidante y polifenoles totales.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, Antioxidante, polifenoles, radicales libres, producción más limpia, bebidas funcionales.

ABSTRACT

Objective. Perform the formulation of a functional drink based on Beta vulgaris L. and Equisetum arvense L. for its evaluation of antioxidant capacity and total polyphenols.

Materials and methods. For the preparation of the extract, the roots of Beta vulgaris and the dry stems of Equisetum arvense were used, they were washed with drinking water, cut into small pieces and of uniform sizes, the extraction was performed Beta vulgaris: water (1: 2) a 80 ° C for 25 minutes and Equisetum arvense: water (1: 6) at 100 ° C for 15 minutes, filtered and stored. In the formulation of the functional drink was worked with extract of Equisetum arvense in 25% (samples A, B and C); Beta vulgaris extract 20, 25 and 30% and water treated at 55.50 and 45% (samples A, B and C), an infusion of pineapple peel, cinnamon and cloves was used, which were mixed with the extract of Beta vulgaris and Equisetum arvense that improved the sensory characteristics of the drink; Stevia powder at 0.07% and 0.1% ascorbic acid was added, pasteurized at 80 ° C for 10 minutes, packed in 500mL glass bottles, cooled and stored at room temperature. Soluble solids, pH,% acidity, antioxidant capacity, total polyphenols were determined, a sensory analysis was applied by hedonic scale and Chi square X^2 at 5% and 1%. **Results** .The physicochemical parameters in average of the functional drink of Beta vulgaris L and Equisetum arvense L, Solubles Solids: $1.02 \pm 0.06^\circ$ Brix, pH: 4.58 ± 0.01 , Acidity: $0.031 \pm 0.02\%$ citric acid anhydrous. Average values of the total polyphenols were obtained: 304.80 ± 0.41 mg gallic acid / 100 g and an antioxidant capacity: 2406.20 ± 62.35 umol Trolox / 100 g. The statistical analysis $X^2_{cal} < X^2_{Tab5\%}$ and $X^2_{cal} < X^2_{Tab1\%}$ that was performed on attributes such as smell, color, taste; and general aspects, there is no significant difference; therefore samples A, B, and C were equally preferred by consumers. **Conclusions.** The formulation of a functional drink based on Beta vulgaris L. and Equisetum arvense L. was achieved, the physicochemical parameters were determined, their sensory quality, antioxidant capacity and total polyphenols were evaluated.

Keywords:Antioxidant capacity, antioxidant, polyphenols, free radicals, cleaner production, functional drinks.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades no transmisibles son un conjunto de trastornos de la salud en las que se incluye principalmente las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, enfermedades de las vías respiratorias y la diabetes. Éstas representan el 63% de las muertes en el mundo; las enfermedades no transmisibles afectan a todos grupos de edad, a todas las regiones y de igual forma a hombres y mujeres a nivel mundial (OMS, 2013).

Nuestro país posee una alta diversidad genética el cual lo convierte en uno de los centros mundiales de recursos genéticos de plantas y animales. Los cambios en las técnicas de cultivos y otros, están provocando una rápida erosión en los mencionados recursos que puede llevar a la extinción de materiales de valor incalculable y que apenas han sido explotados.

En la alimentación la tendencia actual es aumentar el consumo de productos naturales que sean sanos, nutritivos y que ayuden a reducir el riesgo de las enfermedades no transmisibles; el efecto benéfico que se le atribuye principalmente a los vegetales, es que son ricos en antioxidantes por su alto contenido de compuestos fenólicos como carotenoides, flavonoides, taninos, entre otros fotoquímicos. Ejemplo de estos productos vegetales son las plantas medicinales, las frutas y las verduras.

Diversos estudios reportan que la *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* presentan propiedades antioxidantes por la presencia de compuestos fenólicos principalmente flavonoles y betalainas las cuales pueden reducir el riesgo de padecer enfermedades crónico degenerativas. Una hortaliza como la *Beta vulgaris L.* y las especie silvestre como las hierbas del *Equisetum arvense L.* con gran potencial medicinal, alimenticio e industrial es amparado en el conocimiento ancestral y en algunas investigaciones desarrolladas; sin embargo, éstas especies actualmente son poco utilizadas en la formulación de bebidas que cubran ciertos déficit alimentarios por sus condiciones funcionales en el organismo, situación que se ve agrava al no darle un valor agregado sustentable.

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológico (Calizaya, 2008). Se definen a las bebidas funcionales como aquellas que se ingerirán con las mismas expectativas, y más específicamente, las que podrían contribuir a la mejora de la hidratación de un individuo y de otras situaciones fisiológicas (Calvo, 2013), citado por

(Altamirano, 2013). También pueden definirse como aquellas presentaciones listas para consumirse que contienen en su formulación uno o más ingredientes funcionales no tradicionales, que demuestran ser benéficos para la salud reduciendo así el riesgo de enfermedades (Martínez C. e., 2010).

A pesar del interés en las bebidas funcionales no existe una definición establecida a nivel universal, sin embargo los expertos coinciden que estas son un alimento integral que pueden beneficiar a la salud más allá de la nutrición básica. Todas las bebidas contribuyen a la hidratación, pero algunas también proporcionan nutrientes importantes es decir ingredientes funcionales que favorecen la salud o en algunos casos, si se incorpora como parte de una dieta saludable, reducen el riesgo de padecer determinadas enfermedades (García y Renata, 2007). Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológicos (Quezada, 2014).

Las bebidas funcionales pueden desempeñar un importante rol en la protección de la salud y prevención de enfermedades. Las bebidas son consideradas un importante medio para el suplemento de componentes nutraceuticos enriquecedores, tales como fibra soluble o extractos herbales. Existe un gran número de bebidas funcionales como lo son té helados, cafés, bebidas para deportistas, té herbales, bebidas carbonatadas congeladas, mezclas de mentas, zumos de verduras y batidos (Kausar, 2012). La inclusión de ingredientes funcionales en un formato de bebidas proporciona a los consumidores una manera conveniente y de bajo costo para satisfacer necesidades específicas de la salud (Yu, 2013).

La competitividad en la industria de bebidas nos exige ser eficientes y demostrar calidad tecnológica en la búsqueda de nuevos procesos industriales, para ingresar a los mercados, todo esto acompañado de un manejo adecuado de la materia prima y con solvencia de nuevas técnicas de elaboración conservación de los mismos, optimizando la calidad nutricional y funcional de éstas.

La necesidad de las industrias que fabrican bebidas funcionales es buscar alternativas para mejorar la calidad de sus productos y su período de conservación, sin elevar los costos de producción; esto con la finalidad de ser competitivos dentro del mercado al cual pertenecen , lógicamente expandir luego sus fronteras y ganar espacio entre los consumidores.

Por otro lado la presente investigación está dirigido al sector de la industria de bebidas, es decir a quienes procesan la materia prima para darle un valor agregado y su

finalidad es proporcionar nuevas alternativas que permitan elaborar productos con propiedades funcionales ricas en antioxidantes y que permitan reducir los riesgos generados por radicales libres de la oxidación metabólica; con impactos ambientales positivos en la salud de quienes consumen éstas bebidas.

En la presente investigación se aplicó la Producción Más Limpia (PML) como estrategia de gestión productiva y ambiental que permita lograr beneficios económicos y al mismo tiempo mejorar el desempeño ambiental como herramienta al alcance de toda empresa, productiva o de servicios. Bajo un esquema de productividad y sostenibilidad; con miras a encontrar diversas posibilidades de mejoramiento u optimización en el uso de los recursos poco explotados como la *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* debido a su disponibilidad en el mercado para la industrialización de las bebidas. Es así como el problema en la investigación es ¿En qué medida la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* permite la evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales?

Como objetivo principal de la investigación es realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

La hipótesis planteada es mediante la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* se logrará evaluar la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las enfermedades no transmisibles son un conjunto de trastornos de la salud en las que se incluye principalmente las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, enfermedades de las vías respiratorias y la diabetes. Estas representan el 63% de las muertes en el mundo; las enfermedades no transmisibles afectan a todos grupos de edad, a todas las regiones y de igual forma a hombres y mujeres a nivel mundial (OMS, 2013).

Nuestro país posee una alta diversidad genética el cual lo convierte en uno de los centros mundiales de recursos genéticos de plantas y animales. Los cambios en las técnicas de cultivos y otros, están provocando una rápida erosión en los mencionados recursos que puede llevar a la extinción de materiales de valor incalculable y que apenas han sido explotados.

En la alimentación la tendencia actual es aumentar el consumo de productos naturales que sean sanos, nutritivos y que ayuden a reducir el riesgo de las enfermedades no transmisibles; el efecto benéfico que se le atribuye principalmente a los vegetales, es que son ricos en antioxidantes por su alto contenido de compuestos fenólicos como carotenoides, flavonoides, taninos, entre otros fotoquímicos. Ejemplo de estos productos vegetales son las plantas medicinales, las frutas y las verduras.

Diversos estudios reportan que la *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* presentan propiedades antioxidantes por la presencia de compuestos fenólicos principalmente flavonoles y betalainas las cuales pueden reducir el riesgo de padecer enfermedades crónico degenerativas. Una hortaliza como la *Beta vulgaris L.* y las especie silvestre como las hierbas del *Equisetum arvense L.* con gran potencial medicinal, alimenticio e industrial es amparado en el conocimiento ancestral y en algunas investigaciones desarrolladas; sin embargo, estas especies actualmente son poco utilizadas en la formulación de bebidas que

cubran ciertos déficit alimentarios por sus condiciones funcionales en el organismo, situación que se ve agrava al no darle un valor agregado sustentable.

Por las razones expuestas el trabajo de investigación pretende la Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris*L.y*Equisetum arvense*L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. permite la evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿En qué medida se podrá determinar la capacidad antioxidante en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.?
- ¿En qué medida se podrá determinar los polifenoles totales en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.?
- ¿En qué medida se podrá evaluar el grado de aceptación sensorial en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la capacidad antioxidante en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.
- Determinar los polifenoles totales en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.
- Evaluar el grado de aceptación sensorial en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L.

1.4 Justificación de la investigación

Las bebidas funcionales pueden desempeñar un importante rol en la protección de la salud y prevención de enfermedades. Las bebidas son consideradas un importante medio para el suplemento de componentes nutraceuticos enriquecedores, tales como fibra soluble o extractos herbales. Existe un gran número de bebidas funcionales como lo son tés

helados, cafés, bebidas para deportistas, té herbales, bebidas carbonatadas congeladas, mezclas de mentas, zumos de verduras y batidos (Kausar *et al.*, 2012). La inclusión de ingredientes funcionales en un formato de bebidas proporciona a los consumidores una manera conveniente y de bajo costo para satisfacer necesidades específicas de la salud (Yu and Bogue, 2013).

La competitividad en la industria de bebidas nos exige ser eficientes y demostrar calidad tecnológica en la búsqueda de nuevos procesos industriales, para ingresar a los mercados, todo esto acompañado de un manejo adecuado de la materia prima y con solvencia de nuevas técnicas de elaboración conservación de los mismos, optimizando la calidad nutricional y funcional de éstas.

La necesidad de las industrias que fabrican bebidas funcionales es buscar alternativas para mejorar la calidad de sus productos y su período de conservación, sin elevar los costos de producción; esto con la finalidad de ser competitivos dentro del mercado al cual pertenecen, lógicamente expandir luego sus fronteras y ganar espacio entre los consumidores.

Por otro lado la presente investigación está dirigida al sector de la industria de bebidas, es decir a quienes procesan la materia prima para darle un valor agregado y su finalidad fue proporcionar nuevas alternativas que permitan elaborar productos con propiedades funcionales ricas en antioxidantes y que permitan reducir los riesgos generados por radicales libres de la oxidación metabólica; con impactos ambientales positivos en la salud de quienes lo consumen estas bebidas.

En la presente investigación se aplicó la Producción Más Limpia (PML) como estrategia de gestión productiva y ambiental que permita lograr beneficios económicos y al mismo tiempo mejorar el desempeño ambiental como herramienta al alcance de toda empresa, productiva o de servicios. Bajo un esquema de productividad y sostenibilidad; con miras a encontrar diversas posibilidades de mejoramiento u optimización en el uso de los recursos poco explotados como la *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*

Por lo anteriormente expuesto con la presente investigación se logró realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense*

L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales. Debido a su disponibilidad en el mercado para la industrialización de las bebidas.

1.5 Delimitaciones del estudio

La delimitación del estudio tiene como propuesta para cumplir las metas es darle un valor agregado a la *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*; ésta investigación se realizó en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos de la UNJFSC y Calidad total de la Molina-UNALM, la misma que se extendió desde el mes de marzo del 2017 hasta el mes de marzo del año 2018.

1.6 Viabilidad del estudio

La viabilidad tecnológica de la presente investigación estuvo directamente vinculada con la sostenibilidad de la configuración seleccionada para sus componentes tecnológico-intensivos. Precisar ésta condición requiere el reconocimiento del estado de arte de la tecnología utilizada, de los tiempos estimados de obsolescencia, de la existencia de tecnologías alternativas y de las previsiones sobre desarrollos tecnológicos en etapa pre-industrial con posibilidades de expansión en el corto y mediano plazo.

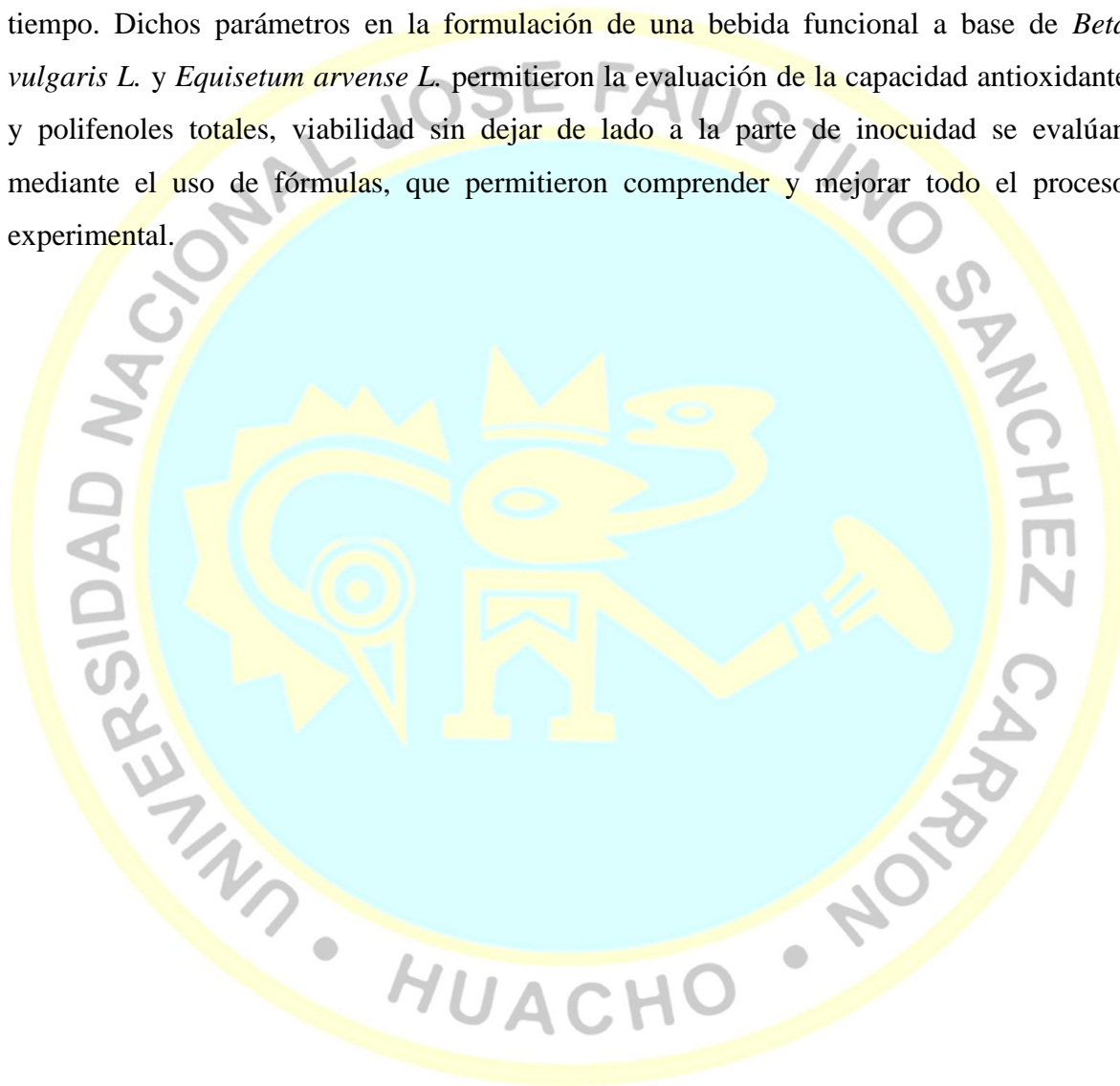
Se trata de no incorporar configuraciones, sea en tecnologías blandas o duras, cuya operatividad pueda verse amenazada o menguada, en el corto o mediano plazo, por causas vinculadas a su propia obsolescencia o a las dificultades de compatibilidad de sus interfases principales.

Este análisis es necesariamente prospectivo y como tal incorpora incertidumbres que deben ser internalizadas para considerar los resultados e impactos esperados de la intervención en los distintos escenarios construidos.

Por lo tanto con la presente investigación se mantuvo la perspectiva de realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales. A nivel experimental para luego llevarlo a nivel de pequeña industria y posteriormente a nivel industrial.

Las pruebas experimentales se realizaron en los laboratorios de Tecnología de los Alimentos y Calidad total de la Molina-UNALM de los que se tuvo el apoyo sobre el uso de los ambientes, materiales, equipos y reactivos ya que éste estudio en su mayor parte fue autofinanciado.

Para medir los resultados del presente estudio, se estableció parámetros y formulaciones adecuadas que se acercaron a lo cuantificable en porcentajes en función del tiempo. Dichos parámetros en la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* permitieron la evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales, viabilidad sin dejar de lado a la parte de inocuidad se evalúan mediante el uso de fórmulas, que permitieron comprender y mejorar todo el proceso experimental.



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

(Altamirano, 2013), Universidad Veracruzana, México; en su tesis “Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de Muicle (*Justicia spicigera*)”, con el objetivo de: desarrollar una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (*Justicia spicigera*) con características sensoriales aceptables. La metodología empleada fue la siguiente: extracción, formulación, pasteurización y sus respectivos análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales. La determinación de polifenoles totales se realizó conforme a la reacción colorimétrica de Folin-Ciocalteu. La actividad antioxidante se determinó por el método descrito por Brand-Williams *et al.* (1995), el cual se fundamenta en la generación de radicales libres a partir de una solución metanólica de DPPH (2,2-difenil-picril-hidracilo); para las mediciones en la determinación de polifenoles totales y la capacidad antioxidante se realizaron en un espectrofotómetro UV-Vis (marca JENWAY, mod. 6305) Llegando a las siguientes conclusiones: El contenido de polifenoles y la actividad antioxidante de la bebida elaborada a base de extracto de Muicle la definen como una buena fuente de antioxidantes, lo cual favorece la prevención del estrés oxidativo, el cual ha sido relacionado con diferentes enfermedades y procesos degenerativos. La ingesta diaria recomendada de polifenoles es de 650mg, por lo que la bebida elaborada, en una presentación de 500mL estaría contribuyendo aproximadamente con el 80% de este valor.

(Reyes, 2005), Universidad Veracruzana, México; en su tesis “Efecto de las propiedades antioxidantes del extracto de maguey morado (*Rhoeo discolor*) durante el procesamiento y almacenamiento”. Estudió el efecto de las propiedades antioxidantes del extracto de maguey morado (*Rhoeo discolor*) durante su procesamiento y almacenamiento. Los extractos fueron obtenidos por extracción sólido-líquido y se determinó la capacidad antioxidante, entre otros parámetros. La capacidad antioxidante del extracto de maguey

morado fue examinada espectrofotométricamente por la reducción del radical DPPH en luz UV-visible. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran una capacidad antioxidante de 26.32 –O.D.- 3 /min/mgm.s). Actividad antioxidante elevada en comparación con el té verde (5.60–O.D.-3 /min/mgm.s) y el té negro (1.95–O.D.-3 /min/mgm.s.).

(Rocha, 1997). Instituto Tecnológico de Durango, México. En su estudio “Evaluación química, capacidad antioxidante, y la aceptación de los consumidores de varias infusiones de roble”. Reportan como parte de una evaluación en curso sobre los productos naturales, 4 hojas de roble se analizaron como posibles bebidas nutraceuticos. La composición fenólica, capacidad antioxidante, y las preferencias sensoriales de hojas infusiones de *Quercus resinosa*, *sideroxylla P.*, *eduardii P.* y *P. durifolia* en comparación con 2 tés verdes comerciales fueron investigados. Se evaluaron las infusiones de hierbas de hojas de roble y tés verdes (1% , 80 ° C , 10 min) para el contenido de polifenoles totales (TPC), el contenido total de flavonoides (TFC), el análisis por HPLC , equivalentes Trolox capacidad antioxidante (TEAC), oxígeno absorción de radicales capacidad (ORAC) , sólidos solubles , pH , color, y análisis de la preferencia del consumidor . *P. resinosa* deja infusiones han demostrado la más alta TPC , TEAC , y los valores ORAC sino que han alcanzado la puntuación más baja preferencia. *Quercus* deja infusiones con un mayor contenido de ácido gálico y catequinas mostró la capacidad antioxidante mejor pero menor preferencia de los consumidores.

(Esquivel, 2011), Universidad Veracruzana, México. En su tesis “Elaboración de una bebida a base del fruto de marañón (*Anacardium Occidentale L.*) Adicionado con betalaínas”. Desarrolló una bebida a base del fruto falso de marañón. El jugo se elaboró a partir de la pulpa de marañón sin cáscara utilizando un extractor de jugos. Se le adicionaron betalaínas (pigmento de tuna) para mejorar su coloración y se probó el efecto de cuatro clarificantes para disminuir su astringencia. Se analizaron diferentes parámetros fisicoquímicos, polifenoles totales, actividad antioxidante, pH, acidez titulable, ácido ascórbico y solidos solubles totales. Además se determinaron las condiciones de pasteurización. Finalmente se realizó una evaluación sensorial. La determinación de polifenoles totales se realizó por el método de Singleton y Rossi (1965), el cual mostró que la concentración de polifenoles totales presentes en el jugo fue 2321 mg EAG/L lo cual es mayor a la reportada en jugo de naranja, el cual tiene valores de 620.7 a 630.5 mEq AG/L. Este parámetro lo define como un excelente antioxidante. La actividad antioxidante se realizó por el método de Brand-Williams et al. (1995), el resultado obtenido fue 3152 mEq AA/L, este valor superó lo reportado en frutos como la naranja (553mEq AA/L),

mandarina (34.7mEq AA/L), pomelo (400.1 mEq AA/L) y lima (259.7mEq AA/L). Este parámetro muestra una fuerte relación con el contenido de polifenoles totales. Se realizó un análisis sensorial afectivo, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en el que participaron 100 jueces no entrenados y evaluaron los atributos de sabor y color. Los resultados arrojaron que no hubo diferencia significativa en cuanto a preferencia al variar las concentraciones de los clarificantes.

(**Abbasian, 2013**), Pharmacie Globale. En su publicación “Propiedades antioxidantes de muestras de té negro diferentes y algunas plantas nativas iraníes”. Realizaron un estudio a los polifenoles de las plantas a base de hierbas y extractos de té son importantes debido a sus beneficios potenciales para la salud. En la investigación actual, los compuestos polifenólicos totales y actividad antioxidante de algunas plantas medicinales tradicionales: el azafrán (*Crocus sativus* L.), rosa de Damasco (*Rosa damasquinado* Mill.), Persa rosa amarilla (*Rosa foetida* Herrm.), Tomillo (*clinopodioides Zizphora* Lam), manzanilla silvestre (*Tripleurospermum disciforme*), flor de naranja amarga (*Citrus aurantium* L.), y varias marcas comerciales de té negro se determinaron experimentalmente. Las comparaciones realizadas con infusión acuosa plantas a base de plantas mostraron que el extracto de rosa del damasco tuvo el mayor contenido de fenoles totales por 70,15 mg GAE / 100g y flor de naranja amarga mostró el más bajo contenido de 15,92 mg GAE / 100 g, el poder antioxidante total de hierbas ha estado en el rango de 880,69 a 144,56 mol Fe ²⁺ / L. El contenido de flavonoides más alta fue pertenecía a damasco rosa (208.46 mg EC / ml) y flor de naranja amarga se observó como el más bajo (25,79 mg EC / ml). Té Lipton tenía la actividad antioxidante más alta de reactivo de Folin-Ciocalteu, reduciendo férrico ensayo de poder antioxidante y el contenido total de flavonoides entre otras muestras de té. Una relación lineal positiva existente entre la actividad antioxidante y fenoles totales de las muestras de plantas a base de hierbas y también entre las actividades antioxidantes, fenoles totales y contenido de flavonoides de muestras de té negro.

(**Salamanca, 2010**), Universidad del Tolima, Colombia; en su estudio “Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de Borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrec)”. Con el objetivo de: Elaborar un cremolácteo de fruta de borojó usando una base de yogurt y miel como fuente de glucosa y fructosa que le confieren el valor energizante en una sola matriz optimizada mediante diseños experimentales de mezclas. Llegando a las siguientes conclusiones: El trabajo permitió desarrollar y optimizar una nueva forma de consumo de borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrec.), en un cremolácteo endulzado con miel, a través de herramientas de diseño por superficie de respuesta. El producto optimizado

mantiene las propiedades de la fruta, provee antioxidantes, minerales y vitaminas, aportados por sus componentes; la adición de miel resalta los sabores y el aroma de la mezcla final; el valor calórico y los componentes en general del producto final lo clasifican como un alimento energético y funcional, que aporta calorías y puede ser consumido por un amplio grupo de personas. El aroma y flavor proveen al producto aceptabilidad sensorial, que a su vez está influenciada por las variables °Brix y pH. La respuesta sensorial optimizada corresponde a una mezcla sobre la cual no revela actividad microbiológica importante.

(**Gamboa, 2014**), Universidad Autónoma de Querétaro, México; en su tesis “Efecto del consumo de bebidas funcionales (infusiones) utilizadas en México como alternativa para el control de obesidad y sus complicaciones”, Con el objetivo de: evaluar el efecto del consumo de bebidas funcionales (infusiones) utilizadas en México como alternativa para el control de obesidad y sus complicaciones en un modelo animal inducido por dieta. En su estudio evaluó el contenido de fenoles totales, flavonoides y antocianinas monoméricas en las tres infusiones. Los resultados mostraron que la infusión de *Ocimum sanctum* presenta las concentraciones más altas de estos compuestos seguido de *Hibiscus sabdariffa* (flor de jamaica). Se realizó un perfil fenólico de las infusiones mediante HPLC, los compuestos más abundantes encontrados para *Citrus paradisi* (toronja), *Ocimum sanctum* (albahaca morada) e *Hibiscus sabdariffa* fueron rutina, ácido vainillínico y ácido cumárico respectivamente. En los ensayos de capacidad antioxidante (oxidación de LDL, DPPH y ABTS), las infusiones *O. sanctum* e *H. sabdariffa* dieron el mejor valor. Llegando a las siguientes conclusiones: La ingesta de infusiones elaboradas a partir de *Hibiscus sabdariffa*, *Ocimum sanctum* y *Citrus paradisi* en ratas con obesidad inducida con dieta alta en grasa saturada y fructosa ejerció un efecto sobre el metabolismo de lípidos, atenuando la hipertrofia de adipocitos, así como su concentración de triglicéridos y esteatosis hepática, lo cual está relacionado con una menor síntesis de novo de ácidos grasos y un aumento en la β -oxidación hepática, esto a través de la regulación de la expresión de genes involucrados en estas vías. El consumo de infusiones mejoró el estado de salud de las ratas obesas, disminuyendo los parámetros de resistencia a la insulina, presión arterial, arterioesclerosis y el estado oxidativo. No todas las infusiones ejercieron el mismo efecto sobre parámetros de obesidad, por lo cual no pueden ser consideradas por igual como antiobesogénicas. Sin embargo, todos los tratamientos mostraron un beneficio sobre alteraciones metabólicas en ratas obesas, lo que indica que éstas bebidas son una alternativa viable para contrarrestar las alteraciones causadas por esta patología.

(Martinez, 2008), Universidad Autónoma de Querétaro, México; en su tesis “Análisis molecular de la capacidad antioxidante del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en ratas diabéticas”, con el objetivo de: Analizar el mecanismo molecular antioxidante del consumo del fruto de garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) en ratas diabéticas. En el fruto de garambullo se determinó la concentración de compuestos fenólicos totales, de betalaínas y su capacidad antioxidante. Para los estudios in vivo se indujeron dos etapas de la diabetes, utilizando ratas de experimentación que se dividieron en etapas tempranas y avanzadas de la enfermedad, de acuerdo a la dosis de estreptozotocina utilizada (45 y 55 mg/kg P.C.) En ambos casos, las ratas fueron tratadas con jugo de garambullo a las dosis de 0.5, 1, 2 y 4 g fruto/kg P.C. durante 5 semanas. Los resultados mostraron que: El contenido de betacianinas y betaxantinas en el fruto de garambullo fue de 30.3 ± 0.14 y 0.04 ± 0.8 mg/100g, respectivamente. El contenido de compuestos fenólicos del fruto fue de 1.42 mg eq ácido gálico/g fruto y presentó una capacidad antioxidante de 153.61 ± 3.04 mmol eq Trolox/ g fruto. Los animales diabéticos en etapas avanzadas de la enfermedad, tratados con garambullo (2 y 4 g/kg P.C.), mostraron un efecto hipoglucémico (20-40%) y menor contenido de triglicéridos (35-45%), respecto al grupo control. Un efecto similar se observó para todas las dosis en etapas tempranas de la diabetes, en las que no se presentó daño renal.

(Garcia, 2012), Universidad de Chapingo, México; en su estudio “Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* h.)” En su estudio se analizaron el fruto de dos variedades de pitaya: roja (PR) y naranja (PN), en cuanto al contenido de betalaínas totales (betacianinas + betaxantinas), fenoles solubles totales y ácidos fenólicos, así como el poder antioxidante que se evaluó mediante el ensayo DPPH y cálculo del IC₅₀. En PR se obtuvo un contenido de 347.3 ± 21.0 mg de betalaínas totales (BET)/100 g muestra seca, mientras que en la PN se encontraron 215.0 ± 36.2 mg de BET/100 g de muestra seca. El contenido de fenoles solubles totales fue de 166.5 ± 14.4 y 52.8 ± 3.8 mg de equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa seca, para los frutos de PR y PN, respectivamente. De los ácidos fenólicos (AF), los libres se encontraron en mayor proporción que los glucosilados y esterificados. La PN tuvo mayor contenido de AF que la PR. La PR mostró un valor de IC₅₀, que es la concentración del extracto con la cual se logra una reducción de 50 % del radical DPPH, de 59.8 ± 0.32 μ M, en tanto que en la PN fue de 161.7 ± 4.8 μ M, lo que muestra una mayor capacidad antioxidante en la PR. La actividad antioxidante de los frutos de pitaya se atribuye principalmente a la presencia de betalaínas puesto que los fenoles se encuentran en menor proporción que ellas. Los frutos

de *S. griseus* representan una alternativa para incrementar y diversificar la ingesta de antioxidantes entre la población de las zonas áridas y semiáridas de México.

(Alba, 2014), Universidad Veracruzana, México; en su estudio “Betalaínas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas”. La tuna roja de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. (Cactaceae) reportan que es una fuente importante de compuestos bioactivos y funcionales, pero tiene dificultades para su almacenamiento y comercialización. Por lo tanto se realizó un estudio del efecto de las atmósferas controladas sobre los frutos mínimamente procesados para conservar los compuestos antioxidantes a temperatura de 5 °C y durante 16 días de almacenamiento en atmósferas controladas. Al final del mismo se registró que los tratamientos con 5% O₂ + 95% N₂ y 10% CO₂ + 5% O₂ + 85% N₂ mantuvieron el nivel de betalaínas (125,6 mg l⁻¹, 126,16 mg l⁻¹) y actividad antioxidante (263,7 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹, 267,6 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹), respecto al contenido inicial evaluado (116,1 mg l⁻¹, 270,4 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹). Mientras que el contenido de polifenoles no varió en el tratamiento con 5% O₂ + 95% N₂ (d₀₋₁₆ ≈ 65,6 – 57,7 mg EAG 100 ml⁻¹). Los resultados indican que aún después de 16 días de almacenamiento con el uso de atmósferas controladas, la tuna roja mínimamente procesada tiene alta actividad antioxidante puesto que conserva el contenido de betalaínas y polifenoles.

2.1.2 Investigaciones nacionales

(Bustamante, 2015), Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú. En su tesis. Desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de *Equisetum arvense* "cola de caballo" edulcorado con *Stevia rebaudiana* Bertoni "stevia". Determinó los parámetros tecnológicos óptimos para la elaboración de la bebida funcional donde los extractos fueron obtenidos por extracción sólido-líquido en concentraciones de 1:6 (cola de caballo: agua), 1:4 (maíz morado: agua), 100°C y 15 minutos. La formulación óptima de la bebida fue de 25% de extracto de cola de caballo, 30% extracto de maíz morado y 45% de agua tratada, 0.07% de stevia en polvo y 0.1% de ácido cítrico, luego se llevó a un tratamiento térmico (pasteurizado) a 90°C por 10 minutos, envasado en envases de 500mL, enfriado a temperatura ambiente y almacenado en refrigeración de 2 a 5°C. Los resultados fisicoquímicos se encuentran dentro de los parámetros tomados como referencia, SST (2.87±0.28°Brix), pH (4.4±0.11), acidez titulable (0.13±0.02%), contenido de polifenoles (84.8±0.20 mg AGE/100mL) y la actividad antioxidante (5.39±0.01 mg ET/mL).

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Alimentos

La alimentación es una actividad fundamental que todos los seres humanos necesitan llevar a cabo para la obtención de la energía diaria y alcanzar su pleno desarrollo. Los alimentos son todo producto nutritivo de naturaleza sólida o líquida, natural o transformada, que por sus características, componentes químicos, estado de conservación y aplicaciones, resulta susceptible de ser utilizado para la alimentación humana (**Bello, 2005**). De acuerdo con la (**OMS, Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Doc. WHA57.17, 2004**), los alimentos se definen como productos naturales o industrializados que se ingieren con el fin de cubrir una necesidad fisiológica.

2.2.2. Nutracéuticos y Alimentos funcionales

La actual década se caracteriza por la adopción de nuevos estilos de vida en la población, rápidos avances científico-tecnológicos, innovación industrial, apertura de fronteras, difusión inmediata de información y mayores exigencias de los consumidores. Las industrias de alimentos y fármacos han desarrollado diversos productos que apuntan hacia la promoción de la salud y el bienestar del consumidor (**Lutz, 2009**).

El interés en nutracéuticos y alimentos funcionales se encuentra en constante crecimiento impulsado por la búsqueda de aplicaciones potenciales de sustancias nutracéuticas, así como por el interés público y la demanda de los consumidores. El creciente interés de la población en el rol de la nutrición para la salud y el bienestar, es uno de los factores principales detrás del éxito en el mercado de los alimentos funcionales.

En los últimos años, el aumento de los costos médicos ha orillado a las personas a encontrar medios más baratos y eficaces de protección de salud, y por lo tanto el interés en los alimentos funcionales ha aumentado (**Hözer, 2010**), siendo de esta forma un factor importante los consumidores al aumentar el deseo de tomar un papel más proactivo en la optimización de la salud personal y el bienestar, sin limitarlo a los productos farmacéuticos.

Hoy en día con la ayuda de los medios de comunicación, los consumidores son más conscientes de los vínculos entre la salud y la nutrición. Además, el envejecimiento de la población en la sociedad occidental, y mayor evidencia científica de la eficacia de los alimentos funcionales, son algunos de los factores que han desencadenado el rápido desarrollo del mercado de alimentos funcionales (**Hözer, 2010**).

De esta forma surgen y se desarrollan los nutraceuticos y alimentos funcionales, con apariencia similar a la de un alimento convencional que se consume como parte de la dieta, y que además de la función nutritiva básica, se ha demostrado que presentan propiedades fisiológicas que disminuyen el riesgo contra ciertas enfermedades.

A. Nutraceuticos

El término nutraceuticos es una contracción de nutrición y farmacéutico. Expresado de forma más amplia, la Fundación para la Innovación en Medicina (1994), los definió como cualquier sustancia que puede ser considerada un alimento o parte de un alimento y que provee beneficios médicos o para la salud, incluyendo la prevención y tratamiento de enfermedades. Estos productos pueden variar de nutrientes aislados, dietéticos, suplementos y dietas, hasta alimentos diseñados mediante ingeniería genética, productos herbales y alimentos procesados como cereales, sopas y bebidas.

Los nutraceuticos también son definidos como productos que son preparados de alimentos, pero vendidos en forma de pastillas o polvos (porciones), o en otras formas medicinales no asociadas usualmente con alimentos. Está demostrado que un nutraceuticos posee beneficios fisiológicos o provee protección contra enfermedades crónicas (**Wildman, 2007**).

B. Alimentos funcionales

De forma general, se puede decir que un alimento funcional es aquel que confiere al consumidor una determinada propiedad benéfica para la salud, independiente de sus propiedades nutritivas. Son alimentos convencionales aquellos a los que se ha añadido, incrementado su contenido o eliminado un determinado componente. Debe presentarse como un alimento propiamente dicho y sus efectos deben observarse cuando el alimento se consume dentro de una dieta equilibrada diaria, es decir, dentro del modelo alimentario habitual. El término, en cualquier caso, es una denominación genérica que representa más un concepto que un grupo bien definido de alimentos (**Aranceta, 2010**).

Los alimentos funcionales son aquellos con ingredientes capaces de producir efectos saludables, cuya elaboración no solo contempla su calidad nutricional, sensorial y tecnológica; sino que también aportan fitoquímicos u otros agentes bioactivos que contribuyen al bienestar del consumidor(**Lutz, 2009**).

Según la Asociación Americana de Dietética (2004), el término “funcional” implica que el alimento tiene un valor determinado que promueve los beneficios de la salud, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades, para la persona que lo consume.

No existe un concepto universalmente aceptado para alimentos funcionales y nutracéuticos, pero si existe una concordancia entre las definiciones establecidas por las diferentes organizaciones orientadas a la salud y la nutrición. Es importante distinguir a los alimentos funcionales y a los nutracéuticos de los medicamentos. De acuerdo con lo establecido por la United States Food and Drug Administration (**USFDA, 1994**), el núcleo en la definición de un medicamento es cualquier artículo que está diseñado para su uso en el diagnóstico, cura, mitigación, tratamiento o prevención de enfermedades en el hombre o en otros animales.

2.2.3. Las bebidas funcionales

Son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológico (**Calizaya, 2008**).

Se definen a las bebidas funcionales como aquellas que se ingerirán con las mismas expectativas, y más específicamente, las que podrían contribuir a la mejora de la hidratación de un individuo y de otras situaciones fisiológicas (**Calvo, 2013**), citado por (**Altamirano, 2013**). También pueden definirse como aquellas presentaciones listas para consumirse que contienen en su formulación uno o más ingredientes funcionales no tradicionales, que demuestran ser benéficos para la salud reduciendo así el riesgo de enfermedades (**Martinez C. e., 2010**).

A pesar del interés en las bebidas funcionales no existe una definición establecida a nivel universal, sin embargo los expertos coinciden que estas son un alimento integral que pueden beneficiar a la salud más allá de la nutrición básica. Todas las bebidas contribuyen a la hidratación, pero algunas también proporcionan nutrientes importantes es decir ingredientes funcionales que favorecen la salud o en algunos casos, si se incorpora como parte de una dieta saludable, reducen el riesgo de padecer determinadas enfermedades (**Garcia C. y., 2007**).

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen beneficio para la salud y el autocuidado ; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en

forma natural) o pueden adicionarse nutracéuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, probióticos, L. carnitina, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto (Naranjo, 2008)

Las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológicos (Quezada, 2014).

Las bebidas funcionales pueden desempeñar un importante rol en la protección de la salud y prevención de enfermedades. Las bebidas son consideradas un importante medio para el suplemento de componentes nutracéuticos enriquecedores, tales como fibra soluble o extractos herbales. Existe un gran número de bebidas funcionales como lo son té helados, cafés, bebidas para deportistas, té herbales, bebidas carbonatadas congeladas, mezclas de mentas, zumos de verduras y batidos (Kausar, 2012). La inclusión de ingredientes funcionales en un formato de bebidas proporciona a los consumidores una manera conveniente y de bajo costo para satisfacer necesidades específicas de la salud (Yu, 2013).

Tabla 1. Clasificación general de bebidas funcionales

Propiedad funcional	Características
Control de peso o apropiadas para diabéticos	Se sustituyen azúcares por edulcorantes artificiales (bebidas light).
	Contienen polisacáridos que tienen el efecto de provocar un índice glucémico bajo.
Orgánicas/Naturales	Se elaboran de vegetales cultivados en ausencia de pesticidas o de abonos químicos y procesados sin conservadores o aditivos químicos, pero pueden tener aditivos naturales.
Energizantes/Revitalizantes	Aceleran el sistema nervioso simpático. Se les añade cafeína o algún otro alcaloide estimulante. Puede añadirseles ginseng, equinácea o espinillo amarillo.
Reductoras de colesterol	Se les añade etanol o sus ésteres los fitoesteroles
Relajantes	Elaboradas a base de hierbas con opiáceos en bajas

	concentraciones.
Reconstituyentes/Hidratante	Aportan valor energético y un índice glucémico alto.
	Añadidas con hidrolizados de proteínas vegetales o animales, carbohidratos, vitaminas y minerales.
	Se formulan para grupos específicos: niños, ancianos, mujeres, deportistas, etc.
Curativas de úlcera	Se utilizan extractos de Aloe vera (sábila) y nopal.
	Proveen gomas y otros agentes químicos con propiedades antiinflamatorias, regeneradoras de tejido, antibióticos y que aceleran el metabolismo de los lípidos.
Mitigantes del envejecimiento	Se les adicionan ácidos grasos omega-3, omega-6 o compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes.
Simbióticas	Contienen una o más especies de bacterias lácticas o actinomicetos con carácter prebiótico, además de contener oligosacáridos que funcionan como prebióticos y como fibra biológica.

Fuente:(Ramos, 2007)

2.2.4. Radicales libres , estrés oxidativo y envejecimiento

Detrás de muchas enfermedades crónicas, cuya aparición es retrasada y su gravedad disminuida por el consumo de alimentos de origen vegetal, se encuentran procesos de estrés oxidativo mediados por radicales libres. El estrés oxidativo conduce progresivamente a una disfunción celular que acaba con la muerte de dichas células.

El oxígeno, que es necesario para la vida, es también indirectamente responsable de muchos efectos negativos. Éstos son debidos a la producción de las llamadas especies reactivas de oxígeno (ROS en inglés), que son tóxicas para las células, y entre las que se encuentran el anión superóxido, el radical hidroxilo, el peroxilo, el peróxido de hidrógeno, los hidroperóxidos y peroxinitritos. Estas especies de oxígeno reactivas, incluidos los radicales libres, son responsables del daño celular que se podría producir indirectamente por procesos oxidativos sobre ácidos grasos insaturados, proteínas y ADN. Los sistemas de defensa del organismo incluyen a determinadas enzimas y a los neutralizadores (captadores) de radicales libres. Los últimos son moléculas fácilmente oxidables. Los

sistemas neutralizadores de los radicales libres incluyen a las vitaminas (E y C), las enzimas antioxidantes (superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa, etc.) y otros captadores de radicales no-vitamínicos de la dieta, entre los que destacan los polifenoles. La eficacia de este sistema depende de factores relacionados con el genoma del individuo, como es el caso de los sistemas enzimáticos de defensa, y de la nutrición para los captadores de radicales libres de naturaleza vitamínica o no-vitamínica.

Los estudios epidemiológicos sugieren que los antioxidantes de la dieta pueden tener un efecto beneficioso en muchas enfermedades relacionadas con el envejecimiento, como son arteriosclerosis, cáncer, algunas enfermedades neurodegenerativas e incluso enfermedades respiratorias (**Shaheen, 2002**).

Debido a la carencia actual de suficientes datos, no se puede efectuar una recomendación sistemática del consumo de antioxidantes. Sin embargo, las dietas ricas en antioxidantes que incluyen abundantes frutas y hortalizas y alimentos derivados sí que parecen un hábito alimentario saludable que debería recomendarse (**Bonnefoy, 2002**).

El **estrés oxidativo** se define como un cambio en el balance entre pro-oxidantes y anti-oxidantes a favor de los primeros. Sin embargo, el estrés oxidativo es un estado constante y normal del metabolismo celular de los sistemas biológicos. Por lo que se puede definir mejor como una medida del nivel de prevalencia de las especies reactivas de oxígeno ROS (Reactive Oxygen Species, por sus siglas en inglés) en un sistema biológico (**Baynes, 2000**).

2.2.5. Betalainas generalidades, clasificación y dieta

Las betalainas son compuestos solubles en agua y en las células vegetales se encuentran en disolución dentro de las vacuolas. Las betalainas se acumulan en flores, frutos y ocasionalmente, en tejidos vegetales de plantas que pertenecen a la mayoría de las Cardophyllales y se presentan como metabolitos secundarios de la planta. En el caso de los antecedentes fitoquímicos de la planta del garambullo (*M. geometrizans*), se han aislado betalainas del cultivo de tejido de tallos, espinas y frutos (**Salazar, 2003**).

Las betalainas pertenecen a los cinco aditivos colorantes más ampliamente utilizados en la industria de alimentos, principalmente en productos cárnicos como embutidos, postres o productos lácteos (**Von Elbe, 1974**). La fuente natural más importante de

betalaínas es el betabel (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*), sin embargo, también se han identificado betalaínas en el fruto de la tuna y del garambullo (**Reynoso, 1997**).

Las betalaínas pueden clasificarse de acuerdo a sus características estructurales químicas en dos grupos: betacianinas y betaxantinas, que imparten colores rojos a morados y amarillos, respectivamente (**Delgado, 2003**). Se han descrito más de 50 betalaínas diferentes, todas con la misma estructura química base y con diferentes sustituyentes que pueden ser hidrógenos, grupos aromáticos u otro sustituyente. Estos pigmentos naturales presentan en su estructura química base el ácido betalámico, un anillo con cinco carbonos y un nitrógeno. Las betalaínas se forman a partir de la condensación del ácido betalámico con aminas primarias y secundarias. Es así como se obtienen la betanidina, la cual es una betacianina que contiene un anillo imidazol en su estructura y la forma aglicona de la mayoría de las betalaínas. El ácido betalámico también es precursor de las betaxantinas se pueden formar un gran número de betaxantinas por conjugación con diferentes compuestos amino como los aminoácidos.

El color impartido por las betalaínas se debe a la resonancia de sus dobles enlaces conjugados en su estructura química. Cuando la estructura base es sustituida por un anillo aromático, se observa un cambio en el máximo de absorción en la región visible del espectro electromagnético de 540 nm (colores rojos a púrpuras de las betacianinas) a 480 nm (color amarillo de las betaxantinas).

Varios estudios realizados in vitro han demostrado los efectos antioxidantes de las betalaínas. Estos efectos se atribuyen a la capacidad que tienen de inactivar a las especies reactivas de oxígeno (ROS), tales como el oxígeno singulete y el peróxido de hidrógeno (**Magloire, 2006**). Estos radicales libres en altas concentraciones en el organismo favorecen el desarrollo de enfermedades crónico degenerativas como la diabetes.

Dentro de los frutos de las cactáceas, el fruto de garambullo es una fuente potencial de betalaínas, compuestos fenólicos y vitamina C ((Guzman, 2007); (Topete, 2006) y (Reynoso, 1997)), los cuales pueden actuar como hipoglucemiantes y antioxidantes naturales como fue reportado en un estudio realizado por (Topete, 2006).

2.2.6. Antioxidantes

Uno de los principales procesos que afectan día a día al ser humano y que desencadena un sinnúmero de enfermedades y trastornos fisiológicos es el estrés oxidativo. Este es producido por un desequilibrio entre los radicales libres y la actividad antioxidante. Aunque en condiciones normales la producción de radicales libres es bien controlada por las fuentes antioxidantes endógenas, múltiples factores alteran este equilibrio (factores ambientales, alimentación, envejecimiento, entre otros), es por esto que una forma de protección contra este desequilibrio es la ingesta de compuestos antioxidantes, de los cuales existen múltiples estudios epidemiológicos, clínicos y experimentales que demuestran su efecto benéfico frente a enfermedades crónicas degenerativas (**Altamirano, 2013**)

Los alimentos son fuente importante de compuestos antioxidantes, especialmente aquellos que son, o contienen entre sus ingredientes productos naturales. Entre estos podemos encontrar compuestos fenólicos como ácido gálico, taninos, flavonoides, vitamina E, carotenoides, etc. A su vez se han desarrollado compuestos antioxidantes sintéticos como aditivos alimentarios, fármacos y suplementos alimenticios. Uno de los más populares antioxidantes sintéticos es el 2,6-di-tert-buti-4-metilfenol conocido como BTH, aunque suele asumirse que los antioxidantes naturales son más seguros, eficaces, potentes y tienen mayor aceptación por los consumidores que los antes mencionados (**Shi, 2004**).

La eficacia global de los antioxidantes naturales depende de la reacción del hidrógeno fenólico con los radicales libres, de la estabilidad de los radicales antioxidantes formados durante la reacción con los radicales libres y de las sustituciones químicas presentes en su estructura básica (**Hall, 2004**).

2.2.7. Compuestos fenólicos como antioxidantes

El comportamiento antioxidante de los compuestos fenólicos parece estar relacionado con su capacidad para quelar metales, inhibir la lipoxigenasa y captar radicales libres. Para que un compuesto fenólico sea clasificado como antioxidante debe cumplir con dos condiciones básicas, la primera es que cuando se encuentre en una concentración baja (en relación al sustrato que va a ser oxidado pueda retrasar, enlentecer o prevenir la autooxidación o la oxidación mediada por un radical libre. La segunda es que el radical formado tras el secuestro sea estable y no pueda actuar en oxidaciones posteriores (Martínez V. e., 2000).

Entre los compuestos fenólicos con una reconocida actividad antioxidante destacan los flavonoides, los ácidos fenólicos (principalmente hidroxicinámico, hidroxibenzóico, caféico, clorogénico), taninos (elligataninos), calconas y cumarinas, (Pratt and Hudson, 1990), los cuales constituyen la fracción polifenólica de una gran diversidad de alimentos. El mecanismo de protección de los polifenoles (representados por AOH) ocurre en el estado inicial y más efectivamente durante el estado de propagación de la oxidación, por captura de radicales libres (R*), inhibiendo de esta manera la reacción en cadena (Reyes, 2005).



2.2.8. Compuestos fenólicos en la cura de enfermedades crónico degenerativas

Además de las funciones biológicas de los compuestos fenólicos, se les han atribuido propiedades antivirales, antimicrobianas, con efectos vasodilatadores, estimuladores de la respuesta inmune, anticancerígenos, antiinflamatorios, bactericidas, antialérgicos, entre otras (Shahidi, 1992). En los últimos años los compuestos fenólicos han adquirido gran interés por su capacidad antioxidante, ya sea atrapando radicales libres o quelando metales.

El consumo de una dieta rica en polifenoles se asocia a un menor riesgo de padecer enfermedades degenerativas. En concreto, se ha demostrado que son capaces de proteger a los lípidos séricos frente a la oxidación, punto que representa la etapa principal en el desarrollo de la arteriosclerosis (Virgili, 2004). Los polifenoles pueden interferir en distintas etapas que conducen al desarrollo de tumores malignos al proteger al ADN del daño oxidativo, inactivando de este modo los carcinógenos. Dentro del grupo de los polifenoles los flavonoides son los que han demostrado mayor capacidad antioxidante (Bravo, 1998).

2.2.9. Compuestos naturales, efecto antioxidante y antiinflamatorio

Se ha determinado la presencia de varias sustancias antioxidantes como betalaínas, ácido ascórbico y flavonoides en frutas y vegetales de algunas variedades de cactus. Recientemente, se han reportado las propiedades antioxidantes de las betalaínas presentes en las tunas (Magloire, Nutritional and medicinal use of cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front Biosc. 11., 2006).

(Butera, 2002), reportaron que un extracto obtenido a partir de pulpa de tuna fresca (*Opuntia ficus indica*) presentó una capacidad antioxidante medida en equivalentes de trolox/ g de pulpa, tan efectiva como la de un estándar de tocoferol (0.2 μ M), el cual puede inhibir la peroxidación de lípidos. Este efecto se atribuyó a la cantidad de betalaínas (betaninas y betaxantinas) presentes en el fruto de tuna, las cuales una vez aisladas del fruto, presentaron una mayor capacidad antioxidante (20 μ mol equivalentes de Trolox) en comparación con la del extracto acuoso de la pulpa fresca (4.20 μ mol equivalentes de Trolox/ g pulpa). Se ha observado que los compuestos fenólicos presentes en algunos frutos del género *Opuntia* presentan también propiedades anti-inflamatorias (Magloire, Nutritional and medicinal use of cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. Front Biosc. 11: 2574-2589., 2006). La administración por vía intraperitoneal (i.p.) de un extracto del fruto de la especie *Opuntia dillenii*, a las dosis de 50 y 100 mg/kg de peso corporal, a ratas con un estado inflamatorio inducido disminuyó de manera dosis-dependiente el estado inflamatorio de las mismas (Loro, et al., 1999), lo cual podría atribuirse al efecto antioxidante y antiinflamatorio de los compuestos fenólicos y/o de las betalaínas presentes en el fruto. Otro ejemplo de la acción inflamatoria de compuestos fenólicos presentes en frutos es el caso del resveratrol, presente en la uva y en productos derivados como el vino.

2.2.10. Equisetum arvense L. (cola de caballo)

El *Equisetum arvense* L. es una planta que contiene un alto porcentaje de sílice tanto mineral como orgánico es la Cola de Caballo. Históricamente, esta planta se ha utilizado para curar heridas y para detener las hemorragias internas y externas. Los indios nativos americanos la aplicaban como cataplasma para curar heridas y como antiinflamatorio. También es útil como diurético y para ayudar a deshacer de la vejiga; debido a que es un componente principal del pelo, las uñas y el esmalte de los dientes, siempre se ha considerado que la absorción del sílice los fortalece. Algunos sugieren que el sílice puede ayudar al crecimiento celular y nutrirá la piel, mientras que otros aconsejan que se aplique como baño ocular y para el dolor de oídos (Rodríguez, 2000).

Actualmente es una de las hierbas medicinales más consumidas en el mundo, tiene muchas propiedades terapéuticas y estéticas, pero principalmente se le conoce por sus propiedades regenerativas de los tejidos celulares, por sus efectos depurativos y de grandes efectos para la belleza y la salud de la piel (Orozco, 2013).

A. Características botánicas

El Equisetum arvense L. “cola de caballo de primavera” es una planta perenne, perteneciente a la familia de las Equisetáceas, originaria de Europa. Tiene varios nombres comunes: Cola de caballo, limpia plata, yunquillo, cien nudillos, candalillo, pinillo, rabo de caballo, rabo de mula, cepacaballo, rabo de lagarto, rabo de asno, hierba del platero (Orozco, 2013).

B. Composición química y sus propiedades funcionales

El Equisetum arvense L. es la planta con mayor concentración de sílice entre 6-8% con la ventaja de que la mayor parte de esta sílice forma combinaciones orgánicas fácilmente metabolizables por el organismo. El sílice es un elemento fisiológico normal en el cuerpo humano, donde posee un papel importante en la nutrición mineral, un papel plástico y funcional en el crecimiento y la defensa general. La acción remineralizante del Equisetum se debe a su contenido en minerales y sobre todo en sílice que a su vez prepara la recalcificación en afecciones óseas traumáticas o infecciosas. También aumenta la resistencia del tejido conjuntivo. Por otro lado, parece que aumenta la actividad leucocitaria en la infección. Favorece las reacciones de defensa del organismo. Es también un agente eliminador de desechos orgánicos (urea, ácido úrico) y una barrera en los procesos degenerativos. Equisetum contiene además: carbonato cálcico, sulfato de magnesio, cloruro de potasio, fosfato cálcico, hierro, manganeso, un principio amargo, resina pectina, ácido linoleico, ácido oléico, ácido esteárico, equisetina.

Otras propiedades como astringente, cicatrizante, hemostática y diurética. Favorece la asimilación de fósforo. Es de una gran utilidad en procesos reumáticos y la arteriosclerosis (estas personas, así como los tuberculosos, contienen niveles bajos de sílice), consolidación de fracturas, hemorragias, edemas (Quiroz, 2004).

Las sales minerales como el Ácido silícico (casi 2/3 partes), potasio, calcio, fosforo, magnesio (en escasa cantidad) y compuestos hidrosolubles derivados del sílice. Solamente las cenizas (15-18%) contienen casi un 70 de sílice. En estado fresco la cantidad de ácido silícico oscila entre 3,21 y 16,25% (dependiendo de las variedades) mientras que la parte soluble alcanza sólo 0,06 y 0,33% (Newnaturalhealth, 2004).

C. Antioxidantes presentes en Equisetum arvense

De los tantos flavonoides que existen en el cola de caballo tenemos la Quercetina, isoquercitrina, Kaempferol, Galuteolina y Equisetrina por lo que Las propiedades

antioxidantes de Equisetum arvense son atribuidas principalmente a dos flavonoles: la quercetina 3-O-glicósido y el kaempferol 3-O-glicósido, siendo éstos los que se encuentran en mayor cantidad y se caracterizan por tener baja solubilidad en agua (Mimica, 2008).

2.2.11. Beta vulgaris L. (betarraga o remolacha)

La remolacha es una planta bianual perteneciente a la familia *Quenopodiaceae* y cuyo nombre botánico es *Beta vulgaris*. Durante el primer año la remolacha desarrolla una gruesa raíz napiforme y una roseta de hojas, durante el segundo, emite una inflorescencia ramificada en panícula, pudiendo alcanzar ésta hasta un metro de altura. Hábito y forma de vida, planta herbácea de vida corta, sin pelo, con un tamaño de 0.6 a 1 m de alto, posee un **tallo:** Ramificado en la parte superior, verdes o a veces rojizos con hojas alternas, algo carnosas, las basales dispuestas en roseta, grandes (de hasta 20 cm de largo), pecioladas, a veces con el margen, las hojas superiores más chicas y casi sésiles. **Inflorescencia:** Las flores con sus respectivas brácteas se encuentran en grupitos compactos dispuestos en espigas terminales, simples o ramificadas o en las axilas de las hojas. Flores puesto que en estas flores no se distingue el cáliz de la corola, la estructura que protege al ovario y/o a los estambres se llama perianto. El perianto unido basalmente al ovario, hacia el ápice dividido en 5 segmentos oblongos, de unos 2 mm de largo, algo doblados longitudinalmente, estambres 5; estilos y estigmas de 2 a 4, aunque generalmente 3. **Frutos y semillas:** Fruto seco que no se abre, con una cubierta membranosa separada de la semilla, conteniendo una sola semilla, este fruto llamado utrículo está encerrado en el perianto endurecido y parcialmente soldado con él. Semilla horizontal, circular o en forma de frijol (reniforme); **Raíz:** Raíces muy engrosadas, a veces creciendo como una verdura (betabel); **Forma:** Formada de una raíz casi esférica de forma globosa, en algunas variedades plana o alargada; **Tamaño y peso:** Posee un diámetro de entre 5 y 10 centímetros y puede pesar entre 80 y 200 gramos; **Color:** variable, desde rosáceo a violáceo y anaranjado rojizo hasta el marrón. La pulpa suele ser de color rojo oscuro y puede presentar en ocasiones círculos concéntricos de color blanco. El color se debe a dos pigmentos que se encuentran en ella: La Betacianina y la Betaxantina; **Sabor:** debido a que se trata de una raíz en la que se acumulan gran cantidad de azúcares, su sabor es dulce (Cea, 2013).

A. Descripción taxonómica.

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Tracheobionita
Súper división	:	Spermatophyta
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub clase	:	Caryophyllidae
Orden	:	Caryophyllales
Familia	:	Chenopodiaceae
Género	:	Beta L.
Especie	:	<i>Beta vulgaris L.</i>

Fuente:(Delgadillo, 2016).

B. Origen y Variedades.

La remolacha común procede de la especie botánica *Beta marítima*, conocida popularmente como "acelga marina" o "acelga bravía", planta originaria en la zona costera del norte de África. Su cultivo es muy antiguo, data del siglo II A.C., y dio lugar a dos hortalizas diferentes: una con follaje abundante, la acelga, y otra con raíz engrosada y carnosa, la remolacha. Se sabe que los romanos consumían esta raíz, pero no fue hasta el siglo XVI cuando volvió a la dieta, en este caso, de ingleses y alemanes. A lo largo de los años, el cultivo de la remolacha de mesa fue creciendo y mejorando. En la actualidad, su consumo está muy difundido por todos los países de clima templado, en especial en Europa. Francia e Italia son sus principales productores. Las partes comestibles de esta planta son las hojas y la raíz. Las variedades más importantes de remolacha son la forrajera y la común o roja (Trujillo, 2010).

C. Composición química.

Contiene yodo, sodio y potasio, importantes cantidades de vitamina C en las raíces; así como también Sacarosa 15-20%, pigmentos, fundamentalmente betainas. Colina, glutamina, vitamina A, B. Ácido fólico y fibra, además contiene grandes cantidades de betacarotenos y hierro así como también antocianinas, y flavonoides principalmente por el pigmento rojo de betanina y otras sustancias.

D. Colorante de la Raíz de la Remolacha (Rojo de remolacha, betanina, betalainas)

Este colorante consiste en el extracto acuoso de la raíz de la remolacha roja (*Beta vulgaris*). Aunque este colorante resiste bien las condiciones ácidas, se altera fácilmente con el calentamiento, especialmente en presencia de aire, pasando su color a marrón. El mecanismo de este fenómeno, que es parcialmente reversible, no se conoce con precisión. Se absorbe poco en el tubo digestivo. La mayor parte del colorante absorbido se destruye en el organismo, aunque en un cierto porcentaje de las personas se elimina sin cambios en la orina. No se conocen efectos nocivos de este colorante y la OMS no ha fijado un límite a la dosis diaria admisible sustancias (Trujillo, 2010).

2.3 Definición de términos básicos

- **Capacidad antioxidante:** Actividad biológica responsable de inhibir la oxidación de biomoléculas, promoviendo un efecto preventivo sobre determinadas enfermedades.
- **Antioxidante:** pueden ser definidos como sustancias cuya acción consiste en inhibir la tasa de oxidación de los nocivos radicales.
- **Polifenoles:** Son metabolitos secundarios de las plantas, y se encuentran dentro del reino animal por el consumo de plantas y vegetales. Estas sustancias influyen en la calidad, aceptación y estabilidad de los alimentos, pues actúan como saborizantes, colorantes y antioxidantes .
- **Radicales libres:** Los radicales libres o especies reactivas del oxígeno son metabolitos secundarios de los procesos oxidativos normales de las células. Estos son extremadamente reactivos e inestables .Son capaces de reaccionar con muchos de los componentes celulares, tiene la propiedad de disminuir las defensas, producen daño celular con la posibilidad de producir cáncer, arteriosclerosis y envejecimiento.
- **Producción Más Limpia (PML):** Está relacionada con el desarrollo sostenible y la ecoeficiencia, consiste en la revisión de las operaciones y procesos unitarios que hacen parte de una actividad productiva o de servicios, con miras a encontrar las diversas posibilidades de mejoramiento u optimización en el uso de recursos.

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

Mediante la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* se logrará evaluar la capacidad antioxidante y polifenoles totales.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Mediante la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* será posible obtener un producto con alta capacidad antioxidante.
- Mediante la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* será posible obtener un producto con alto contenido de polifenoles totales.
- Mediante la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* se logrará un grado significativo de aceptación sensorial.

2.5 Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I.: Formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i>	Parámetros tecnológicos y fisicoquímicos	<ul style="list-style-type: none">• pH de los extractos.• Sólidos solubles de los extractos (°Brix).• Tiempo y temperatura de extracción (min y °C).• Tiempo y temperatura de pasteurización de la bebida (min y °C)• pH de la bebida.• Sólidos solubles de la bebida (°Brix).Atributos sensoriales de la bebida (olor, sabor, color).
V.D.: Evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.	Proporción de extracto de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> (%).	<ul style="list-style-type: none">• Contenido de polifenoles (mg AGE/100mL)Actividad antioxidante (mg AGE/100mL)

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de Investigación.

La investigación estuvo enmarcada dentro de los parámetros que se refieren a un proyecto factible a nivel experimental. “El proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable que permitió la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales. A nivel experimental; solucionando problemas sobre Los radicales libres y estrés oxidativo que involucran ciertas patologías en la salud de las personas. El Proyecto tuvo el apoyo en una investigación de tipo experimental, explicativa con la finalidad de manejar la variable independiente logrando los resultados previstos en la hipótesis Transversal.

3.1.2. Método de investigación.

Método General : Método Científico.

Método Específico: Método Estadístico.

3.1.3. Estrategias o procedimientos de contrastación de hipótesis o cumplimiento de objetivos.

- Para el proceso de investigación, se investigó teóricamente los estándares de calidad dados por los organismos nacionales e internacionales.
- Se procedió a buscar información estadística referente al tema de investigación: “Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales”.

- Se utilizó técnicas de muestreo para la contrastación de la hipótesis, estadística de acuerdo al tipo de investigación: “Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales”.

3.2 Población y muestra

Estuvo conformado por los tallos secos de *Equisetum arvense* y por las raíces de *beta vulgaris* que fueron adquiridas en el mercado local de Huacho, provincia de Huaura; así como en mercados de Lima y se realizó 03 muestras de bebidas (3 muestras cada una x 10 repeticiones), a las cuales se le aplicó diferentes formulaciones que permitió encontrar la óptima.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas.

Observación Sistemática Directa: Se empleó esta técnica para observar el proceso de investigación que se llevó a cabo.

Observación Sistemática Indirecta: Mediante esta técnica se pudo analizar y estudiar los diversos documentos que contienen antecedentes sobre el tema de investigación.

La Encuesta: Se empleó para conocer la opinión de los panelistas en la evaluación sensorial.

Técnicas de Laboratorio: se desarrolló en la determinación de las características fisicoquímicas.

Físico:

- Determinación de pH: éste parámetro se determinó directamente con la ayuda de un potenciómetro portátil, según la metodología de la (A.O.A.C, 1990) 981.12 Cap. 42, pag 2-3,19th Edition: 2012, NMX-F-317-S: 1978 y NTP 203.108:1989, citado por Jeton (2014),

- Determinación de sólidos solubles: Ésta evaluación se realizó utilizando un refractómetro portátil, ya que los resultados se expresaron en °Brix a 20°C según la NTP 203.072:1977(revisada al 2012), citado por (Quezada, 2014).

Químico:

- Determinación de Polifenoles Totales: El análisis se realizó conforme a la reacción de colorimetría de Folin-Ciocalteu (Singleton and Rossi, 1965) empleando un espectrofotómetro UV-Vis, la (A.O.A.C, 1990)y Swain & Hillis (1959), citado por (Altamirano, 2013).
- Determinación de la Capacidad Antioxidante: Uno de los métodos que se utilizó para determinar la actividad antioxidante es el DPPH, descrito por Brand-William et al (1995). La masa de muestra necesaria para decolorar un volumen DPPH al 50% de su absorbancia inicial se denomina IC50 (mg/ml) y es la forma como se expresa la capacidad antioxidante de las muestras analizadas por éste método de la AOAC: 2012 y Arnao, Cano & Acosta (2001), citado por (Altamirano, 2013).
- Determinación de la Acidez: El análisis se realizó conforme a la AOAC 942.15 Cap. 37, pág. 10-11,20th Edition: 2012, citado por Altamirano (2013).

Evaluación organoléptica: La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, ingredientes, las cuales son percibidas por los sentidos humanos como apariencia, olor, gusto, textura y sonido; se debe llevar a cabo mediante el uso de la escala hedónica que es un método efectivo que localiza el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica, permitió medir preferencias, estados Psicológicos, es usada para ver la posible aceptación del alimento; se pide al juez que luego de su primera impresión respondió cuanto le agrada o desagrada el producto, esto lo informa de acuerdo a una escala estructurada (**Pedrero, 1989**).

Por lo que se realizó para determinar el grado de aceptabilidad del producto, para esto se aplicó una prueba afectiva de medición de grado de satisfacción con 10 panelistas semientrenados, se empleó una escala hedónica de 1 a 9 puntos, con el propósito de medir el grado de aceptación de la bebida. También se incluyó una evaluación de los atributos olor, color, sabor, textura y aspectos generales en cada tratamiento o combinación de las

bebidas y los resultados obtenidos fueron procesados por una prueba no paramétrica de Fridman (prueba T) y Chi cuadrado X^2 .

3.3.2. Diseño Experimental

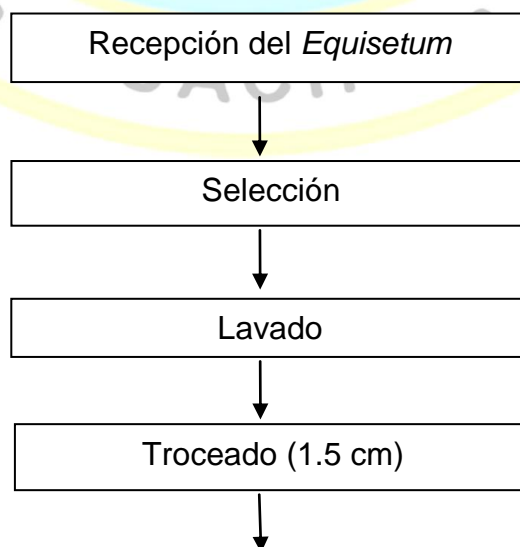
A. Preparación del extracto de *Equisetum arvense*

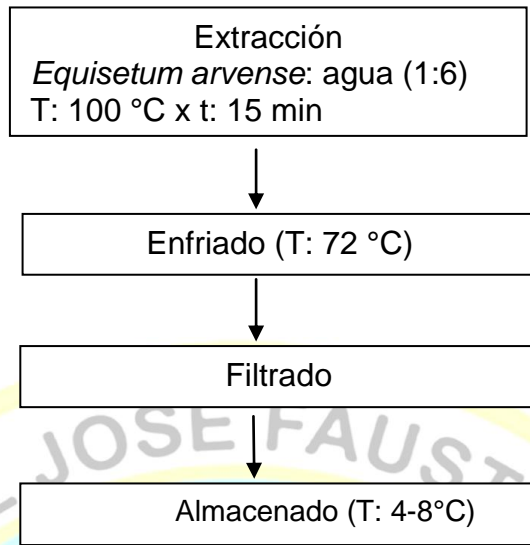
Para obtener el extracto se siguió la metodología propuesta por (Ferrari, 2012) y (Bustamante, 2015). Para este proceso se utilizó los tallos secos que se lavó con agua potable y posteriormente se cortó en trozos pequeños de aproximadamente 1.5 cm. Se utilizó una proporción de *Equisetum arvense*: agua (1:6); el extracto fue obtenido utilizando agua a una temperatura de 100°C por un tiempo de 15 minutos y se dejó enfriar a una temperatura aproximada de 72°C. El extracto fue filtrado utilizando tela tocuyo, así como un colador de acero inoxidable almacenado a una temperatura de 4 a 8 °C.

B. Preparación del extracto de *Beta vulgaris*

Para obtener el extracto se siguió la metodología propuesta por Gonzales, et al., (2010). Para la preparación del extracto se utilizó las raíces de *Beta vulgaris* var. *Cruenta* cultivada por su raíz carnosa, dulce y de color rojo oscuro, las cuales se lavó con agua potable, se cortó con cuchillos de acero inoxidable en trozos pequeños de tamaños variables. Se utilizó una proporción de *Beta vulgaris*: agua (1:2); el extracto fue obtenido utilizando agua a una temperatura de 80°C por un tiempo de 25 minutos y se dejó enfriar a una temperatura aproximada de 72°C. El extracto fue filtrado utilizando tela tocuyo, así como un colador de acero inoxidable y se almacenó a una temperatura de 4 a 8 °C.

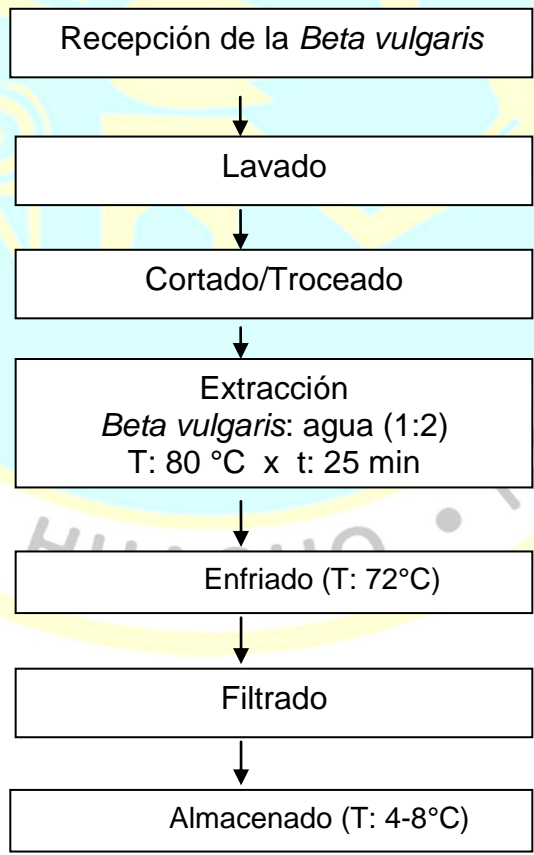
Figura 1. Metodología preparación del extracto de *Equisetum arvense*





Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Ferrari, 2012) y (Bustamante, 2015)

Figura 2. Metodología preparación del extracto de Beta vulgaris



Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Gonzales, 2010).

C. Formulación y Elaboración de la bebida funcional

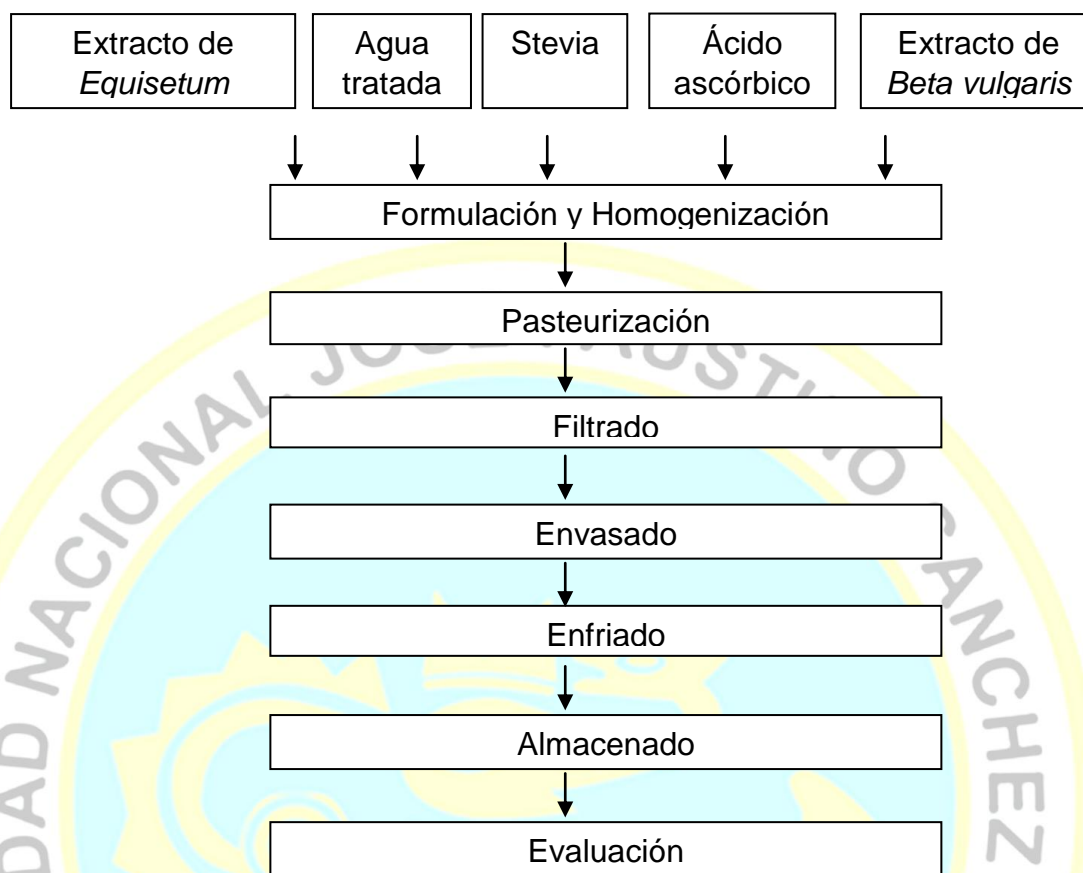
Se formuló utilizando la metodología propuesta por (Bustamante, 2015), para la cual se trabajó tres muestras con extracto de *Equisetum arvense* en un 25% (concentración estándar para las tres muestras); extracto de *Beta vulgaris* en una proporción de 20, 25 y 30% y agua tratada equivalente a 55,50 y 45 % respectivamente (muestras A, B y C) , se utilizó una infusión de cáscara de piña, canela y clavo de olor que se llevó a cabo mediante una extracción a 100 °C por 15 minutos con el agua tratada y finalmente fueron mezclados con el extracto de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* con la finalidad de mejorar sus características sensoriales de la bebida; se adicionó Stevia en polvo al 0,07% como edulcorante y ácido ascórbico al 0,1 % tomando como referencia la Norma Mexicana (NOM-086-SSA1-1994). La bebida se llevó a pasteurización a 80° C por 10 minutos, se envasó en botellas de vidrio transparentes de 500mL, se dejó enfriar y se almacenó a temperatura ambiente.

Tabla 3. Formulación de la bebida funcional a base de Beta vulgaris L. y Equisetum arvense L.

Materia prima	Muestra A	Muestra B	Muestra C
% extracto de Equisetum arvense L.	25	25	25
% extracto de Beta vulgaris L.	20	25	30
% Agua Tratada	55	50	45
% Stevia en Polvo	0,07	0,07	0,07
% Ácido ascórbico	0,1	0,1	0,1

Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Bustamante, 2015)

Figura 3. Diagrama de flujo elaboración de una bebida funcional a base de Beta vulgaris L. y Equisetum arvense L.



Fuente: Elaboración Propia. Adaptado de (Bustamante, 2015)

3.3.3. Instrumentos.

Escalas: Se empleó este instrumento en la evaluación sensorial **Libreta de Notas:** Se empleó para registrar las actividades que se realizó en la presente investigación.

Cámaras: Este equipo fue de utilidad para tomar fotografías que sirvió como evidencia durante el desarrollo del trabajo y de ésta manera enriquecer el diseño o proceso de investigación.

Equipos de laboratorio: balanza analítica, termómetro digital, potenciómetro manual, envases de vidrio, coladores de acero inoxidable, paletas, coladores de acero inoxidable, telas tocuyo ollas, refrigeradora, otros referentes a la investigación.

3.3.4. Procedimientos de validación instrumentos.

La revisión de la información que se obtuvo mediante la aplicación de los instrumentos utilizados en el estudio de investigación: “Formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris* L. y *Equisetum arvense* L. para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales”.

- La clasificación de la información. La codificación y tabulación de los datos.
- La recolección de datos se realizó a través de observaciones, y resultados experimentales, éstas fueron realizadas directamente por el investigador. Posteriormente fue llevado a cabo el análisis de los datos, que consiste en transformar dichos datos de tal forma que se pueda indagar, redistribuir, ordenar y manipular para generar así información descriptiva

3.3.5. Confiabilidad de los instrumentos.

La confiabilidad fue un atributo muy importante en los instrumentos de medición ya que de ellos dependió la veracidad y objetividad de los datos obtenidos en el proceso de investigación. En el caso de las técnicas de laboratorio, éstas se encontraron estandarizadas así como las evaluaciones organolépticas.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

3.4.1. Para el Procesamiento y Análisis de Datos.

Se usó el análisis estadístico mediante una prueba no paramétrica de Friedman (prueba T) y Chi cuadrado X^2 , se usó programas de cálculo como el Excel y SPSS.

3.4.2. Para la Presentación de Resultados.

Se utilizó gráficos de barras, gráficos lineales, otros.

3.5. Matriz de consistencia

Tabla 4. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	
FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE <i>Beta vulgaris L.</i> Y <i>Equisetum arvense L.</i> PARA SU EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLAS TOTALES.	<p>¿En qué medida la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> permite la evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales?</p>	<p>Realizar la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.</p>	<p>Mediante la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> se logrará evaluar la capacidad antioxidante y polifenoles totales.</p>	<p>Formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> pH de los extractos. Sólidos solubles de los extractos (°Brix). Tiempo y temperatura de extracción (min y °C). Tiempo y temperatura de pasteurización de la bebida (min y °C) pH de la bebida.
	<p>¿En qué medida se podrá determinar la capacidad antioxidante en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i>?</p> <p>¿En qué medida se podrá determinar los polifenoles totales en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i>?</p> <p>¿En qué medida se podrá evaluar el grado de aceptación sensorial en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i>?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Determinar la capacidad antioxidante en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> Determinar los polifenoles totales en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> Evaluar el grado de aceptación sensorial en la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Mediante la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> será posible obtener un producto con alta capacidad antioxidante. Mediante la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> será posible obtener un producto con alto contenido de polifenoles totales. Mediante la formulación de una bebida funcional a base de <i>Beta vulgaris L.</i> y <i>Equisetum arvense L.</i> se logrará un grado significativo de aceptación sensorial. 	<p>Evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Sólidos solubles de la bebida (°Brix). Atributos sensoriales de la bebida (olor, sabor, color). Contenido de polifenoles (mg AGE/100mL) Actividad antioxidante (mg AGE/100mL)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1. Resultados físico químicos de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Tabla 5. Resultados de Polifenoles Totales (mg ácido gálico /100 g) de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

MUESTRA	Polifenoles Totales (mg ácido gálico /100 g)											
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	PROM	±DES.
A	303.20	305.22	305.12	302.60	304.60	304.80	304.20	304.62	303.80	303.80	304.20	±0.85
B	306.60	305.22	304.94	304.80	306.80	303.32	305.72	304.90	306.42	306.28	305.50	±1.07
C	305.50	304.60	304.20	304.80	304.62	305.10	304.62	305.40	304.60	304.56	304.80	±0.41

En la Tabla 5 se puede observar que las muestras A y C (304.20 mg ácido gálico /100 g y 304.80 mg ácido gálico /100 g) son las que presentan menor cantidad en promedio de polifenoles totales, siendo la muestra B (305.5 mg ácido gálico /100 g) la que presenta mayor cantidad de polifenoles totales en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Tabla 6. Resultados de Capacidad Antioxidante (umol Trolox /100 g) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.

MUESTRA	Capacidad Antioxidante (umol Trolox /100 g)												
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	PRO M	±DES .	
A	2271.4	2268.2	2270.6	2275.4	2271.4	2267.4	2271.4	2272.9	2274.4	2270.8	2271.4	0	±2.47
B	2530.9	2526.5	2531.6	2511.9	2536.3	2567.4	2550.4	2560.8	2562.2	2530.9	2540.9	0	±18.2
C	2480.4	2460.4	2390.2	2480.2	2366.6	2378.5	2280.6	2450.5	2390.1	2384.3	2406.2	0	±62.3

En la Tabla 6 se puede observar que las muestras A y C (2271.40 umol Trolox /100 g y 2406.20 umol Trolox /100 g) son las que presentan menor cantidad en promedio de capacidad antioxidante, siendo las muestras B (2540.90 umol Trolox /100 g) la que presenta mayor cantidad de capacidad antioxidante en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la Tabla 7 se puede observar que las muestras B y C (1.01 ° Brix y 1.02 ° Brix) son las que presentan menor cantidad en promedio de sólidos solubles, siendo la muestra A (1.03 ° Brix) la que presenta mayor cantidad de sólidos solubles en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Tabla 7. Resultados de Sólidos Solubles (° Brix) (g/100 g de muestra original) de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.

MUESTRA	Sólidos solubles(°Brix)(g/100 g de muestra original)											
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	PROM	±DES.
A	1.10	1.00	0.90	1.20	1.00	1.00	0.90	1.10	1.10	1.00	1.03	±0.09
B	1.00	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	1.01	±0.06
C	1.00	1.10	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	1.10	1.02	±0.06

En la Tabla 8 se puede observar que la muestra C (4.58) es la que presenta menor cantidad en promedio de pH, siendo las muestras A y B (4.6) las que presentan mayor cantidad de pH en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Tabla 8. Resultados de pH de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

MUESTRA	pH											
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	PROM	±DES.
A	4.58	4.60	4.60	4.60	4.58	4.60	4.58	4.61	4.60	4.60	4.60	±0.01
B	4.58	4.57	4.63	4.60	4.61	4.58	4.58	4.59	4.61	4.62	4.60	±0.02
C	4.57	4.57	4.56	4.60	4.57	4.60	4.60	4.58	4.58	4.57	4.58	±0.01

En la Tabla 9 se puede observar que las muestras A y B (0.030 % ácido cítrico anhidro) son las que presentan menor cantidad en promedio de Acidez, siendo la muestra C (0.031% ácido cítrico anhidro) la que presenta mayor cantidad de Acidez en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Tabla 9. Resultados de Acidez (% ácido cítrico anhidro) (g/100 g de muestra original) de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

MUESTRA	Acidez(% ácido cítrico anhidro)(g/100 g de muestra original)											
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀	PROM	±DES.
A	0.031	0.030	0.031	0.031	0.028	0.029	0.031	0.029	0.031	0.032	0.030	±0.001
B	0.030	0.032	0.030	0.030	0.030	0.030	0.032	0.028	0.030	0.030	0.030	±0.001
C	0.030	0.033	0.033	0.030	0.032	0.030	0.030	0.032	0.030	0.028	0.031	±0.002

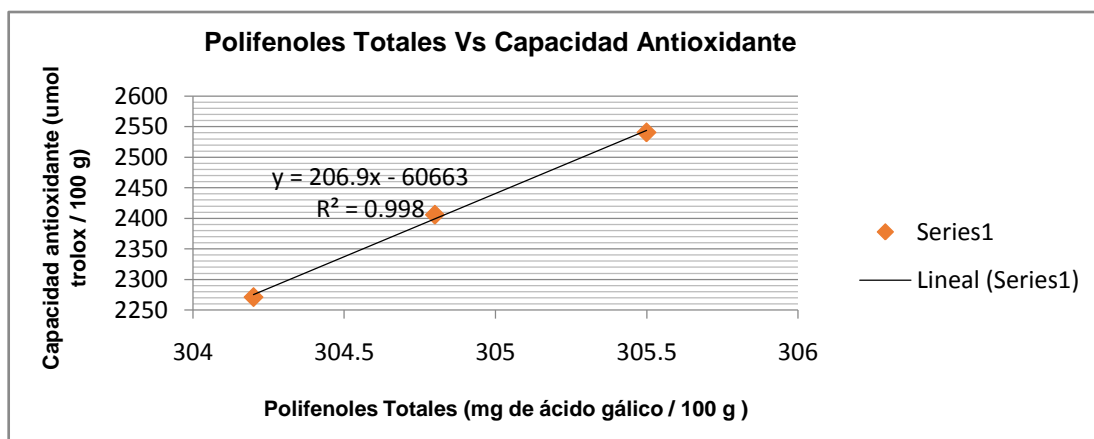
Tabla 10. Resultados promedios de los Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Muestra	Polifenoles Totales	Capacidad Antioxidante
	(mg de ácido gálico / 100 g)	(umol trolox / 100 g)
B	305.5	2540.9
C	304.8	2406.2
A	304.2	2271.4

En la Tabla 10 se puede observar que la muestra A (304.2 mg de ácido gálico / 100 g y 2271.4 umol trolox / 100 g) es la que presenta menor cantidad en promedio de Polifenoles totales y Capacidad antioxidante, siendo la muestra B (305.5 mg de ácido gálico / 100 g y 2540.9 umol

trolox / 100 g) la que presenta mayor cantidad de Polifenoles totales y Capacidad antioxidante en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

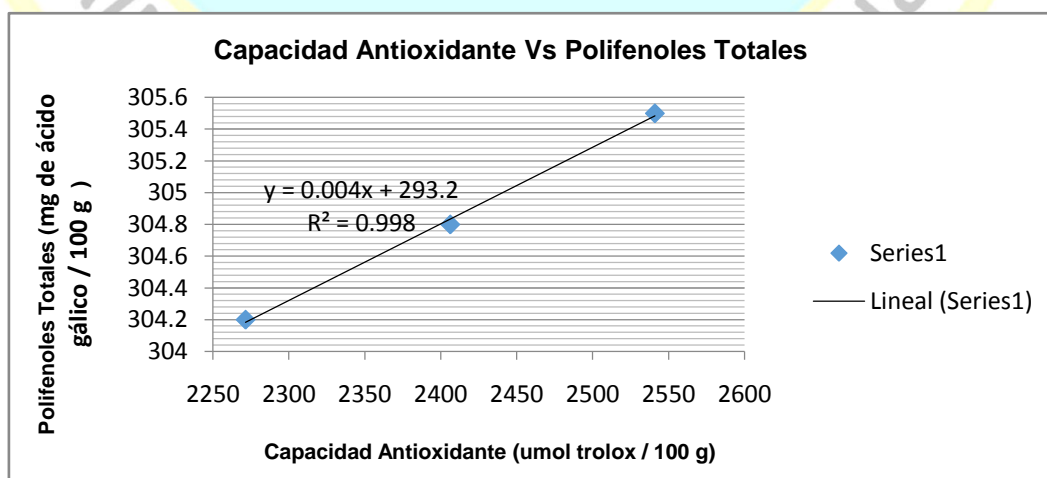
Figura 4. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante



Nota: Elaboración propia

En la figura 4 se puede observar que existe una tendencia positiva ($y = 0.004x + 293.2$), con un índice de correlación ($R^2 = 0.998$) conservando una relación directa entre la cantidad promedio de Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante de las muestras A, B y C. Por lo que permite inferir que a mayor cantidad de polifenoles (mg de ácido gálico / 100 g) mayor será la cantidad de la capacidad antioxidante (umol trolox / 100 g) en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

Figura 5. Capacidad Antioxidante Vs Polifenoles Totales



Nota: Elaboración propia

En la figura 5 se puede observar que existe una tendencia positiva ($y = 0.004x + 293.2$), con un índice de correlación ($R^2 = 0.998$) conservando una relación directa entre la cantidad promedio de Capacidad Antioxidante Vs Polifenoles Totales de las muestras A, B y C. Por lo que permite inferir que a mayor cantidad de la capacidad antioxidante (umol trolox / 100 g) mayor será la cantidad de polifenoles (mg de ácido gálico / 100 g) en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

4.1.2. Resultados de la evaluación sensorial por escala hedónica y ranking de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la tabla 11 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo olor, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra A = 6.3 el de mayor promedio y las muestras B y C = 6.2 las de menor promedio.

Tabla 11. Evaluación sensorial escala hedónica atributo olor de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	6	6	7
2	7	6	6
3	7	5	5
4	7	6	6
5	6	7	7
6	5	6	6
7	6	7	7
8	6	6	6
9	6	7	7
10	7	6	5
TOTAL TRATAMIENTOS	63	62	62
PROMEDIO			
TRATAMIENTOS	6.3	6.2	6.2

En la tabla 12 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo color, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra A= 6.5 el de mayor promedio y la muestra B = 6.3 la de menor promedio.

Tabla 12. Evaluación sensorial escala hedónica atributo color de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	7	6	7
2	5	6	8
3	7	6	5
4	8	6	6
5	6	7	7
6	6	6	7
7	6	7	5
8	7	6	6
9	6	7	7
10	7	6	6
TOTAL TRATAMIENTOS	65	63	64
PROMEDIO	6.5	6.3	6.4
TRATAMIENTOS			

En la tabla 13 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo sabor, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A = 6.2 la de menor promedio.

Tabla 13. Evaluación sensorial escala hedónica atributo sabor de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	6	6	7
2	6	8	7
3	7	6	5
4	5	6	6
5	6	7	7
6	7	6	7
7	6	7	5
8	6	6	6
9	6	7	7
10	7	6	6
TOTAL TRATAMIENTOS	62	65	63
PROMEDIO TRATAMIENTOS	6.2	6.5	6.3

Tabla 14. Evaluación sensorial escala hedónica atributo aspectos generales de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	6	6	7
2	7	8	8
3	7	6	5
4	7	6	6
5	6	7	7
6	5	6	7
7	6	7	5
8	6	6	6
9	6	7	7
10	7	6	6
TOTAL TRATAMIENTOS	63	65	64
PROMEDIO TRATAMIENTOS	6.3	6.5	6.4

En la tabla 14 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo aspectos generales, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A = 6.3 la de menor promedio.

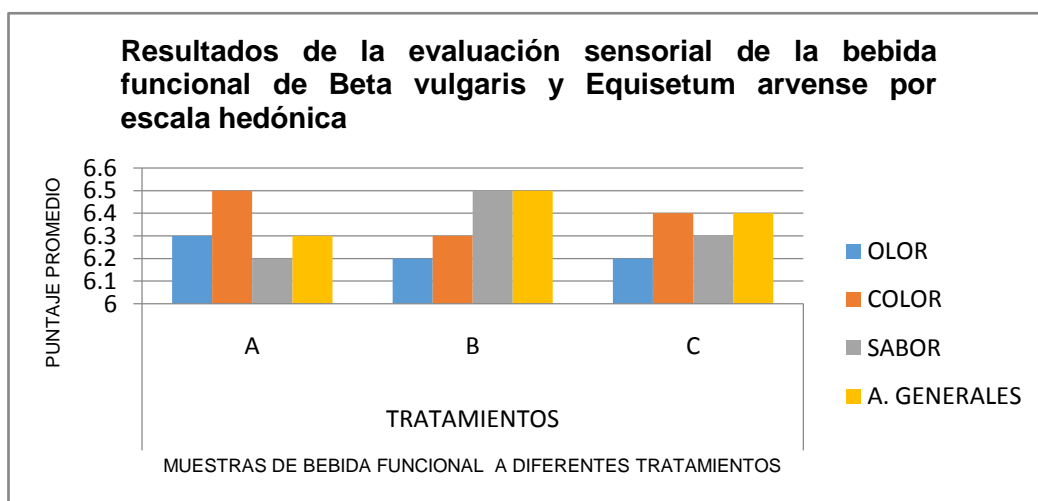
Tabla 15. Resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* por Escala hedónica.

ATRIBUTO	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
OLOR	6.3	6.2	6.2
COLOR	6.5	6.3	6.4
SABOR	6.2	6.5	6.3
A. GENERALES	6.3	6.5	6.4

En la tabla 15 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo para los atributos olor la muestra A=6.3 el de mayor promedio y las muestras B y C=6.2 el de menor promedio, color la muestra A= 6.5 el de mayor promedio y la muestra B=6.3 el de menor promedio, sabor la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A= 6.2 el de menor promedio, aspectos generales la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A= 6.3 el de menor promedio.

En la figura 6 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B que se encuentra en primer lugar con mayor promedio y mejor aceptación sensorial; la muestra C se encuentra en segundo lugar en promedio y en aceptación sensorial por los panelistas.

Figura 6. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante



Nota: Elaboración propia

En la tabla 16 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo olor, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra A= 2.1 el de mayor promedio y las muestras C= 1.9 la de menor promedio.

Tabla 16. Evaluación sensorial ranking atributo olor de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	2	3	1
2	3	2	1
3	1	2	3
4	3	1	2
5	3	1	2
6	2	3	1
7	1	2	3
8	2	3	1
9	1	2	3
10	3	1	2
TOTAL TRATAMIENTOS	21	20	19
PROMEDIO TRATAMIENTOS	2.1	2	1.9

En la tabla 17 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo color, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra A= 2.2 el de mayor promedio y las muestras B= 1.8 la de menor promedio.

Tabla 17. Evaluación sensorial ranking atributo color de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	1	2	2
2	3	2	1
3	1	2	3
4	2	1	3
5	2	3	1
6	3	2	1
7	2	1	3
8	3	1	2
9	2	3	2
10	3	1	2
TOTAL TRATAMIENTOS	22	18	20
PROMEDIO			
TRATAMIENTOS	2.2	1.8	2

En la tabla 18 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo sabor, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra A=2.1 el de mayor promedio y las muestras C=1.9 la de menor promedio.

Tabla 18. Evaluación sensorial ranking atributo sabor de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	2	3	1
2	3	1	2
3	2	1	3
4	2	3	1
5	1	3	2
6	3	1	2
7	1	2	3
8	1	2	3
9	3	2	1
10	3	2	1
TOTAL TRATAMIENTOS	21	20	19
PROMEDIO TRATAMIENTOS	2.1	2	1.9

En la tabla 19 podemos observar la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, tomando como referencia 10 panelistas semientrenados, suministrándoles 3 muestras (una por cada tratamiento) debidamente codificadas para evaluar el atributo aspectos generales, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra C=2.1 el de mayor promedio y las muestras B=1.9 la de menor promedio.

Tabla 19. Evaluación sensorial ranking atributo aspectos generales de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

PANELISTAS	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
1	2	3	1
2	2	1	3
3	1	2	3
4	3	2	1
5	2	3	1
6	2	1	3
7	1	2	3
8	3	2	1
9	1	2	3
10	3	1	2
TOTAL TRATAMIENTOS	20	19	21
PROMEDIO TRATAMIENTOS	2	1.9	2.1

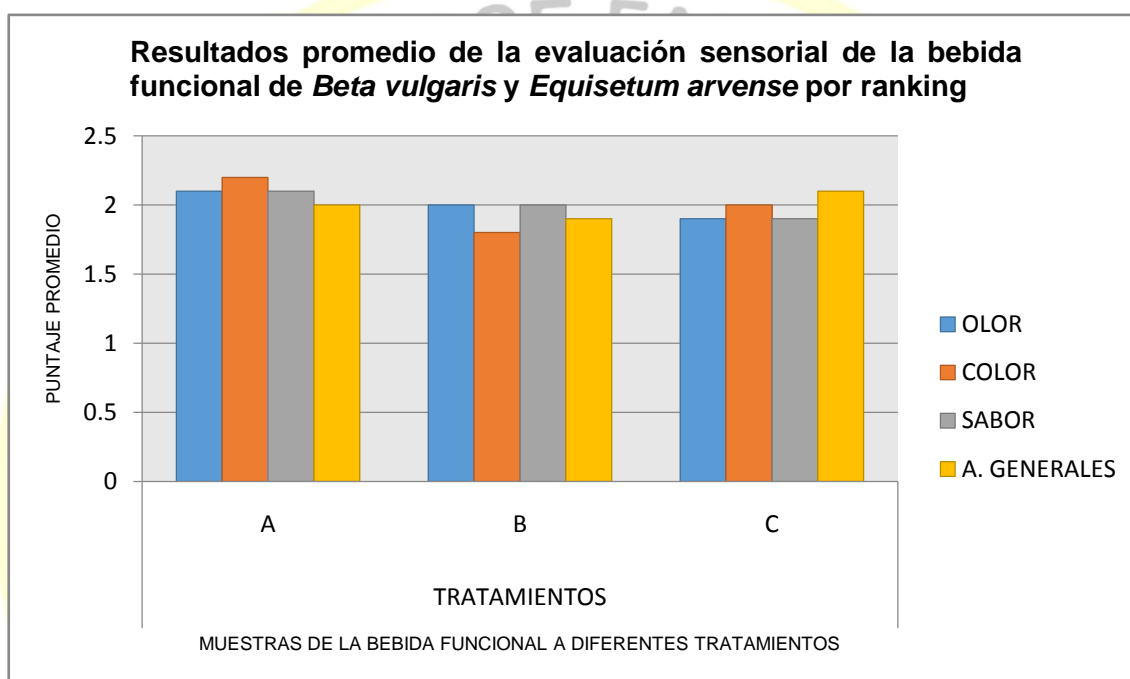
En la tabla 20 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo para los atributos olor la muestra A=2.1el de mayor promedio y la muestra C=1.9el de menor promedio, color la muestra A= 2.2el de mayor promedio y la muestra B=1.8el de menor promedio, sabor la muestra A= 2.1el de mayor promedio y la muestra C= 1.9el de menor promedio, aspectos generales la muestra C= 2.1el de mayor promedio y la muestra B= 1.9el de menor promedio.

Tabla 20. Resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* por Ranking.

ATRIBUTO	TRATAMIENTOS		
	A	B	C
OLOR	2.1	2	1.9
COLOR	2.2	1.8	2
SABOR	2.1	2	1.9
A. GENERALES	2	1.9	2.1

En la figura 7 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B que se encuentra en primer lugar en promedio y mejor aceptación sensorial; la muestra C se encuentra en segundo lugar en promedio y en aceptación sensorial por los panelistas.

Figura 7. Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante



Nota: Elaboración propia

En la tabla 21 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando ranking para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los rangos de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo los rangos para los atributos olor la muestra A= 21el de mayor promedio y la muestraC= 19el de menor promedio, color la muestra A= 22 la de mayor promedio y la muestra B= 18el de menor promedio, sabor la muestra A= 21el de mayor promedio y la muestraC= 19el de menor promedio, aspectos generales la muestra C= 21el de mayor promedio y la muestra B=19el de menor promedio.

Tabla 21. Rangos de los atributos sensoriales de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* ranking

ATRIBUTO	RANGOS(TRATAMIENTOS)		
	A	B	C
OLOR	21	20	19
COLOR	22	18	20
SABOR	21	20	19
A.GENERALES	20	19	21

4.1.3. Resultado estadístico aplicación de la Prueba no Paramétrica de Fridman y chi cuadrado de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la tabla 22 podemos observar la aplicación de la Prueba no Paramétrica de Fridman para los atributos sensoriales evaluados en las muestras de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*, tomando los rangos de la tabla 18 el resultado estadístico de la evaluación sensorial permite inferir que no existe diferencia significativa al $T_{tab} 5\% = 2.920$ y $T_{tab} 1\% = 6.965$ entre los diferentes atributos olor $T_{cal} = 0.091$, color $T_{cal} = 0.375$, sabor $T_{cal} = 0.091$, aspectos generales $T_{cal} = 0.091$ de los tratamientos.

Tabla 22. Aplicación de la prueba no paramétrica de Fridman (prueba T) para los atributos sensoriales de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

ATRIBUTO	A ₂ (Est)	B ₂ (Est)	T ₂ calc	T _{tab}	T _{tab}		T _{cal} Vs T _{tab}	Signif.	T _{cal} Vs T _{tab}		Signif.
					(5%)	(1%)			0.05	0.01	
OLOR	140	120	0.091	2.920	6.965	0.091 < 2.920	n.s	0.091 < 6.965	n.s		
COLOR	140	121	0.375	2.920	6.965	0.375 < 2.920	n.s	0.375 < 6.965	n.s		
SABOR	140	120	0.091	2.920	6.965	0.091 < 2.920	n.s	0.091 < 6.965	n.s		
A. GENERALES	140	120	0.091	2.920	6.965	0.091 < 2.920	n.s	0.091 < 6.965	n.s		

Hipótesis:

H₀: Las muestras no presentan diferencias Significativas entre ellas. (Son igualmente preferidas)

$T_{2cal} < T_{tab} 0,05$ Acepta H₀

$T_{2cal} < T_{tab} 0,01$ Acepta H₀

Ha: Al menos una de las muestras difiere significativamente de los otros. (Uno es preferido sobre otro).

$T_{2cal} > T_{tab 0,05}$ se rechaza H_0 y se acepta H_a

$T_{2cal} > T_{tab 0,01}$ se rechaza H_0 y se acepta H_a

Decisión:

Como $T_{2cal} < T_{tab 0,05}$ se Acepta H_0 y $T_{2cal} < T_{tab 0,01}$ se Acepta H_0 ; Las muestras de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvensense* presentan diferencias Significativas entre ellas (Son igualmente preferidas) para los atributos sensoriales evaluados: Olor, color, sabor y aspectos generales así como a los tratamientos aplicados A, B y C.

En la tabla 20 podemos observar la aplicación de la prueba chi cuadrado (X^2) para los atributos sensoriales evaluados de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvensense* tomando los rangos de la tabla 18 el resultado estadístico de la evaluación sensorial permite inferir que no existe diferencia significativa al $X^2_{tab 5\%} = 5.991$ y $X^2_{tab 1\%} = 9.210$ entre los diferentes atributos olor $X^2_{cal} = 0.2$, color $X^2_{cal} = 0.8$, sabor $X^2_{cal} = 0.2$, aspectos generales $X^2_{cal} = 0.2$ de los tratamientos.

Tabla 23. Suma de rangos para Chi cuadrado X^2 de los atributos sensoriales de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvensense*.

ATRIBUTO	RANGO	X^2_{cal}	X^2_{tab}	X^2_{tab}	X^2_{cal} vs X^2_{tab}		Signif.	Signif.
					0.05	0.01		
			(5%)	(1%)				
OLOR	60	0.2	5.991	9.210	0.2 < 5.991	n.s	0.2 < 9.210	n.s
COLOR	60	0.8	5.991	9.210	0.8 < 5.991	n.s	0.8 < 9.210	n.s
SABOR	60	0.2	5.991	9.210	0.2 < 5.991	n.s	0.2 < 9.210	n.s
A.	60	0.2	5.991	9.210	0.2 < 5.991	n.s	0.2 < 9.210	n.s
GENERALES								

Hipótesis:

H₀: Las muestras no presentan diferencias Significativas entre ellas. (Son igualmente preferidas)

$X^2_{cal} < X^2_{tab 0,05}$ Acepta H_0

$X^2_{cal} < X^2_{tab 0,01}$ Acepta H_0

Ha: Al menos una de las muestras difiere significativamente de los otros. (Uno es preferido sobre otro).

$X^2_{cal} > X^2_{tab} 0,05$ se rechaza H_0 y se acepta H_a

$X^2_{cal} > X^2_{tab} 0,01$ se rechaza H_0 y se acepta H_a

Decisión:

Como $X^2_{cal} < X^2_{tab} 0,05$ se Acepta H_0 y $X^2_{cal} < X^2_{tab} 0,01$ se Acepta H_0 ; Las muestras de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* no presentan diferencias Significativas entre ellas (Son igualmente preferidas) para los atributos sensoriales evaluados: Olor, color, sabor y aspectos generales así como a los tratamientos aplicados A, B y C.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

En su investigación (Esquivel, 2011). Manifiesta que la determinación de polifenoles totales en la elaboración de una bebida a base del fruto de marañón (*Anacardium Occidentale* L.) Adicionado con betalaínas se realizó por el método de Singleton y Rossi (1965), el cual mostró que la concentración de polifenoles totales presentes en el jugo fue 2321 mg EAG/L lo cual es mayor a la reportada en jugo de naranja, el cual tiene valores de 620.7 a 630.5 mEq AG/L. Este parámetro lo define como un excelente antioxidante.

En la Tabla 5 se puede observar que la muestra A (304.20 mg ácido gálico /100 g) es la que presenta menor cantidad en promedio de polifenoles totales, siendo la muestras B (305.5 mg ácido gálico /100 g) la que presenta mayor cantidad de polifenoles totales en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*. Encontrándose que la cantidad de polifenoles totales presentes en las bebidas funcionales analizadas en nuestra investigación está por debajo de los rangos reportados por (Esquivel, 2011) que cuantificaron que la concentración de polifenoles totales presentes en una bebida a base del fruto de marañón fue 2321 mg EAG/L lo cual es mayor a la reportada en jugo de naranja, el cual tiene valores de 620.7 a 630.5 mEq AG/L.

Pero superior a lo reportado por (Abbasian, 2013), que realizó un estudio a los polifenoles de las plantas a base de hierbas y extractos de té son importantes debido a sus beneficios potenciales para la salud. Las comparaciones realizadas con infusión acuosa a base de plantas mostraron que el extracto de rosa del damasco tuvo el mayor contenido de fenoles totales por 70,15 mg GAE / 100g y flor de naranja amarga mostró el más bajo contenido de 15,92 mg GAE / 100 g en su investigación García, L., Salinas, Y., y Valle, S. (2012) respecto a Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de

mayo (*Stenocereus griseus* h.) reporta que el contenido de fenoles solubles totales fue de 166.5 ± 14.4 y 52.8 ± 3.8 mg de equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa seca, para los frutos de pitajaya roja y pitajaya naranja. Éstas diferencias pueden deberse a que nuestras muestras en estudio tenían un tiempo promedio de almacenamiento de 15 a 20 días. Estudios realizados indican que el tiempo de maceración y el agregado de SO₂ afectan el contenido de polifenoles totales, antocianinas, flavonoides, la intensidad del color y el matiz de las bebidas.

En su investigación (Esquivel, 2011). Manifiesta que la determinación de La actividad antioxidante en la elaboración de una bebida a base del fruto de marañón (*Anacardium Occidentale* L.) Adicionado con betalaínas se realizó por el método de Brand-Williams et al. (1995), el resultado obtenido fue 3152 mEq AA/L, este valor superó lo reportado en frutos como la naranja (553mEq AA/L), mandarina (34.7mEq AA/L), pomelo (400.1 mEq AA/L) y lima (259.7mEq AA/L). Éste parámetro muestra una fuerte relación con el contenido de polifenoles totales. Asimismo Abbasian, et al.(2013)manifiesta que el poder antioxidante total de hierbas ha estado en el rango de 880,69 a 144,56 mol Fe ²⁺ / L. Té Lipton tenía la actividad antioxidante más alta de reactivo de Folin-Ciocalteu, reduciendo férrico ensayo de poder antioxidante y el contenido total de flavonoides entre otras muestras de té. Una relación lineal positiva existente entre la actividad antioxidante y fenoles totales de las muestras de plantas a base de hierbas y también entre las actividades antioxidantes, fenoles totales y contenido de flavonoides de muestras de té negro.

En la Tabla 6 se puede observar que la muestra A (2271.40 umol Trolox /100 g) es la que presenta menor cantidad en promedio de capacidad antioxidante, siendo la muestra B (2540.90 umol Trolox /100 g) la que presenta mayor cantidad de capacidad antioxidante en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*. Encontrándose que la cantidad de actividad antioxidante presentes en las bebidas funcionales analizadas en nuestra investigación está por encima de los rangos reportados por Alba, E., et al (2014) que en su estudio de Betalaínas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas alcanzan una actividad antioxidante (263,7 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹, 267,6 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹), respecto al contenido inicial evaluado (116,1 mg l⁻¹, 270,4 μmol Eq Trolox 100 ml⁻¹), reportan que es una fuente importante de compuestos bioactivos y

funcionales. Los resultados indican que aún después de 16 días de almacenamiento con el uso de atmósferas controladas, la tuna roja mínimamente procesada tiene alta actividad antioxidante puesto que conserva el contenido de betalaínas y polifenoles.

Éstas diferencias pueden deberse a que nuestras muestras en estudio tenían un tiempo promedio de almacenamiento de 15 a 20 días a temperatura ambiente, durante la extracción de las betalaínas presentes en la *Beta vulgaris* se realizó a 80 °C por 25 minutos y los compuestos bioactivos del *Equisetum arvense* se realizó a 100°C por 15 minutos. Asimismo se controló la temperatura de pasteurización equivalente a 80 °C por 10 minutos, el pH promedio de 4.6 durante la formulación de la bebida evitando de ésta forma que se deteriore las betalaínas y sus compuestos activos. Estudios realizados indican que los parámetros tecnológicos como tiempo, temperatura de extracción; de proceso de pasteurización, pH y las condiciones de almacenamiento afectan el contenido de polifenoles totales, betalaínas, capacidad antioxidante de las bebidas.

La actividad antioxidante de la bebida funcional de Beta vulgaris y Equisetum arvense se atribuye principalmente a la presencia de betalaínas puesto que los fenoles se encuentran en menor proporción que ellas. Éstas bebidas representan una alternativa para incrementar y diversificar la ingesta de antioxidantes entre la población peruana.

En su investigación (Gamboa, 2014). Manifiesta que evaluó el contenido de fenoles totales, flavonoides y antocianinas monoméricas en las tres bebidas funcionales (infusiones) utilizadas en México como alternativa para el control de obesidad y sus complicaciones. Los resultados mostraron que la infusión de Ocimum sanctum presenta las concentraciones más altas de éstos compuestos seguido de Hibiscus sabdariffa (flor de jamaica). Se realizó un perfil fenólico de las infusiones mediante HPLC, los compuestos más abundantes encontrados para Citrus paradisi (toronja), Ocimum sanctum (albahaca morada) e Hibiscus sabdariffa fueron rutina, ácido vainillínico y ácido cumárico respectivamente. En los ensayos de capacidad antioxidante (oxidación de LDL, DPPH y ABTS), las infusiones O. sanctum e H. sabdariffa dieron el mejor valor. Demostrando que el consumo de infusiones mejoró el estado de salud de las ratas obesas, disminuyendo los parámetros de resistencia a la insulina, presión arterial, arterioesclerosis y el estado oxidativo. No todas las infusiones ejercieron el mismo efecto sobre parámetros de obesidad, por lo cual no pueden ser consideradas por igual como antiobesogénicas. Sin embargo, todos los tratamientos mostraron un beneficio sobre alteraciones metabólicas en ratas

obesas, lo que indica que éstas bebidas son una alternativa viable para contrarrestar las alteraciones causadas por esta patología.

En la Tabla 10 se puede observar que la muestra A (304.2 mg de ácido gálico / 100 g y 2271.4 umol trolox / 100 g) es la que presenta menor cantidad en promedio de Polifenoles totales y Capacidad antioxidante, siendo la muestra B (305.5 mg de ácido gálico / 100 g y 2540.9 umol trolox / 100 g) la que presenta mayor cantidad de Polifenoles totales y Capacidad antioxidante en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la figura 4 se puede observar que existe una tendencia positiva ($y = 0.004x + 293.2$), con un índice de correlación ($R^2 = 0.998$) conservando una relación directa entre la cantidad promedio de Polifenoles Totales Vs Capacidad Antioxidante de las muestras A, B y C. Por lo que permite inferir que a mayor cantidad de polifenoles (mg de ácido gálico / 100 g) mayor será la cantidad de la capacidad antioxidante (umol trolox / 100 g) en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la figura 5 se puede observar que existe una tendencia positiva ($y = 0.004x + 293.2$), con un índice de correlación ($R^2 = 0.998$) conservando una relación directa entre la cantidad promedio de Capacidad Antioxidante Vs Polifenoles Totales de las muestras A, B y C. Por lo que permite inferir que a mayor cantidad de la capacidad antioxidante (umol trolox / 100 g) mayor será la cantidad de polifenoles (mg de ácido gálico / 100 g) en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En su investigación Bustamante, F. (2015) manifiesta que Determinó los parámetros tecnológicos óptimos en el desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de *Equisetum arvense* "cola de caballo" edulcorado con *Stevia rebaudiana* Bertoni "stevia" obteniendo resultados fisicoquímicos correspondientes a SST ($2.87 \pm 0.28^\circ$ Brix), pH (4.4 ± 0.11), acidez titulable ($0.13 \pm 0.02\%$). En la Tabla 4 se puede observar que las muestras B (1.01 ° Brix) es la que presenta menor cantidad en promedio de sólidos solubles, siendo la muestra A (1.03 ° Brix) la que presenta mayor cantidad de sólidos solubles en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*. Éstas diferencias pueden deberse a que nuestras muestras en estudio se utilizó edulcorante natural stevia en polvo a una concentración de 0.07%, Así como la calidad de materia prima utilizada y a las diferentes formulaciones de las bebidas funcionales que se realizó.

En la Tabla 8 se puede observar que la muestra C (4.58) es la que presenta menor cantidad en promedio de pH, siendo las muestras A y B (4.6) las que presentan mayor cantidad de pH en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*. Éstas diferencias pueden deberse a que nuestras muestras en estudio se utilizó ácido ascórbico a una concentración de 0.1%, a las diferentes formulaciones de las bebidas funcionales que se realizó.

En la Tabla 9 se puede observar que las muestras A y B (0.030 % ácido cítrico anhidro) son las que presentan menor cantidad en promedio de Acidez, siendo la muestra C (0.031% ácido cítrico anhidro) la que presenta mayor cantidad de Acidez en su composición de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense*.

En la tabla 15 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo para los atributos olor la muestra A=6.3 el de mayor promedio y las muestras B y C=6.2 el de menor promedio, color la muestra A= 6.5 el de mayor promedio y la muestra B=6.3 el de menor promedio, sabor la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A= 6.2 el de menor promedio, aspectos generales la muestra B= 6.5 el de mayor promedio y la muestra A= 6.3 el de menor promedio.

En la figura 6 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando una escala hedónica de 9 puntos para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B que se encuentra en primer lugar con mayor promedio y mejor aceptación sensorial; la muestra C se encuentra en segundo lugar en promedio y en aceptación sensorial por los panelistas.

En la tabla 20 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo para los atributos olor la muestra A=2.1 el de mayor promedio y la muestra C=1.9 el de menor promedio, color la muestra A= 2.2 el de mayor promedio y la muestra B=1.8 el de menor promedio, sabor la muestra A= 2.1 el de mayor

promedio y la muestra C= 1.9 el de menor promedio, aspectos generales la muestra C= 2.1 el de mayor promedio y la muestra B= 1.9 el de menor promedio.

En la figura 7 podemos observar el resultado promedio de la evaluación sensorial de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* aplicando Ranking para los diferentes tratamientos, asimismo se muestran los promedios de las evaluaciones por cada uno de los tratamientos, siendo la muestra B que se encuentra en primer lugar en promedio y mejor aceptación sensorial; la muestra C se encuentra en segundo lugar en promedio y en aceptación sensorial por los panelistas.

En su investigación (Esquivel, 2011). Manifiesta que realizó un análisis sensorial afectivo, utilizando una escala hedónica de 9 puntos, en el que participaron 100 jueces no entrenados y evaluaron los atributos de sabor y color. Los resultados arrojaron que no hubo diferencia significativa en cuanto a preferencia al variar las concentraciones de los clarificantes.

En la tabla 23 podemos observar la aplicación de la prueba Chi cuadrado (X^2) para los atributos sensoriales evaluados de la bebida funcional de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* tomando los rangos de la tabla 18 el resultado estadístico de la evaluación sensorial permite inferir que no existe diferencia significativa al $X^2_{tab} 5\% = 5.991$ y $X^2_{tab} 1\% = 9.210$ entre los diferentes atributos olor $X^2_{cal} = 0.2$, color $X^2_{cal} = 0.8$, sabor $X^2_{cal} = 0.2$, aspectos generales $X^2_{cal} = 0.2$ de los tratamientos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se logró realizar la formulación de una bebida funcional a base de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.* para su evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales. Se determinó los parámetros tecnológicos óptimos: Extracción (*Equisetum arvense L.*: agua) 1:6 a 100°C por 15 minutos, (*Beta vulgaris L.*: agua) 1:2 a 80°C por 25 minutos. Formulación óptima de la bebida (muestra B: 25% de extracto *Equisetum arvense L.*, 25% extracto de *Beta vulgaris L.* y 50% de agua tratada, 0.07% de stevia en polvo y 0.1% de ácido ascórbico), se pasteurizó a 80°C por 10 minutos, se envasó en botellas de 500 mL y se almacenó entre 15 a 20 días a temperatura ambiente.
- Se logró determinar los parámetros tecnológicos fisicoquímicos en promedio de las bebidas funcionales de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*, Sólidos Solubles: 1.02 ± 0.06 °Brix, pH: 4.58 ± 0.01 , Acidez: 0.031 ± 0.02 % ácido cítrico anhidro.
- Se logró determinar los valores promedio, máximo y mínimo obtenidos de los polifenoles totales cuantificados de las bebidas funcionales de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*, donde la muestra A presenta el nivel más bajo (304.20 ± 0.85 mg ácido gálico /100 g), en comparación con la muestra B que presenta la concentración más alta (305.50 ± 1.07 mg ácido gálico /100 g), Siendo el promedio equivalente a 304.80 ± 0.41 mg ácido gálico /100 g de todas las muestras analizadas.
- Se logró determinar los valores promedio, máximo y mínimo obtenidos de la capacidad antioxidante cuantificadas de las bebidas funcionales de *Beta vulgaris L.* y *Equisetum arvense L.*, donde la muestra A presenta el nivel más bajo (2271.40 ± 2.47 umol Trolox /100 g), en comparación con la muestra B que presenta la concentración más alta (2540.90

± 18.26 umol Trolox /100 g), Siendo el promedio equivalente a 2406.20 ± 62.35 umol Trolox /100 g de todas las muestras analizadas.

- Se logró una calidad sensorial aceptable por el consumidor de las bebidas funcionales de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L* de acuerdo a las pruebas sensoriales y el análisis estadístico $X^2_{cal} < X^2_{Tab5\%}$ y $X^2_{cal} < X^2_{Tab1\%}$ realizado a los atributos como **olor** ($0.2 < 5.991$) ; ($0.2 < 9.210$) , **color** ($0.8 < 5.991$) ; ($0.2 < 9.210$), **sabor** ($0.2 < 5.991$) ; ($0.2 < 9.210$) y **aspectos generales** ($0.2 < 5.991$); ($0.2 < 9.210$) , no existe diferencias significativa entre los atributos de los tratamientos por lo tanto las muestras A, B, y C son igualmente preferidas por los consumidores.

6.2 Recomendaciones

- Realizar estudios en seres humanos con la finalidad de constatar su influencia benéfica de la bebida funcional de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L* sobre alteraciones metabólicas en personas con problemas de obesidad.
- Consumir la bebida funcional de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L* por su contenido en polifenoles y capacidad antioxidante, que se encuentran representado por las betalainas; con la finalidad dedisminuir los parámetros de resistencia a la insulina, presión arterial, arterioesclerosis y el estado oxidativo.
- Incluir en la dieta de alimentación diaria la ingesta de éstas bebidas funcionales de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L* que son una alternativa viable tecnológicamente, de bajo precio y que contribuye a una alimentación saludable.
- Llevar a cabo la industrialización de éstas bebidas funcionales de *Beta vulgaris L* y *Equisetum arvense L* aprovechando sus propiedades nutraceuticos así como la disponibilidad de éstos recursos naturales baratos.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes de información

- A.O.A.C. (1990). *Association of official analytical chemist. Official Methods of Analysis* Virginia. Virginia.
- Abbasian, e. a. (2013). *Propiedades antioxidantes de muestras de té negro diferente y algunas plantas nativas iraníes. Pharmacy global international journal of comprehensive pharmacy, vol 4, n°2.*
- Alba, E. e. (2014). *Betalainas, polifenoles y actividad antioxidante en tuna roja mínimamente procesada, almacenada en atmósferas controladas. Universidad Veracruzana, Mexico. Gayana Bot. 71(2): 222-226, 2014; ISSN 0016-5301, 222-226.*
- Altamirano, S. (2013). *Desarrollo de una bebida funcional elaborada a base de extracto de muicle (Justicia spicigera). Tesis programa educativo en Ingeniería de Alimentos. Universidad Veracruzana. Tesis, Xalapa-Mexico.*
- Aranceta, J. y. (2010). *Alimentos funcionales y salud en las etapas infantil y juvenil. Madrid: Medica Panamericana. Madrid.*
- Baynes, J. a. (2000). *Antioxidants in diabetes management. Oxidative stress in diabetes. Marcel Dekker, Inc. 6:77-90.*
- Bello, G. (2005). *Calidad de vida, alimentos y salud humana: Fundamentos científicos. España-Diaz de Santos.*
- Bonnefoy, M. e. (2002). *Antioxidants to slow aging, facts and perspectives. Presse Med. 31, 1174-1184.*
- Bravo, L. (1998). *Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition review, 56.*

- Bustamante, F. (2015). *Desarrollo de una bebida funcional a base de extracto de Equisetum arvense "cola de caballo" edulcorado con Stevia rebaudiana Bertoni "stevia". Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias . Huacho-Peru.*
- Butera, D. e. (2002). *Antioxidant Activities of Sicilian Prickly Pear (Opuntia ficus indica) Fruit Extracts and Reducing Properties of Its Betalains: Betanin and Indicaxanthin. J Agric Food Chem. 50.*
- Calizaya, A. (2008). *Evaluación de la elaboración de un néctar nutraceutico a base de Mashua y Maracuyá. Perú. Peru.*
- Calvo, B. e. (2013). *Nutrición, Salud y Alimentos funcionales. España: Arazandi.*
- Cea, B. e. (2013). *Obtención de indicadores Acido Base a partir de la Beta Vulgaris (Remolacha), Hibiscus Sabdariffa (Flor de Jamaica) y Rubus Fruticosus (Mora), Trabajo de graduación para optar al grado de: Licenciatura en Química y Farmacia, Universidad de El Salvador. El Salvador.*
- Delgadillo, A. e. (2016). *Producción de bioetanol a partir de remolacha azucarera (Beta vulgaris L.), Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo, Rev. Ingeniería, Tecnología y Ciencias Aplicadas, 01 (2016). Mexico.*
- Delgado, F. a. (2003). *Natural colorants for food and nutraceuticals uses. CRC Press. Florida-USA.*
- Esquivel, R. (2011). *Elaboración de una bebida a base del fruto de marañón (Anacardium Occidentale L.) Adicionado con betalaínas. [Tesis inédita de maestría] Universidad Veracruzana. Mexico.*
- Ferrari, P. e. (2012). *Development of an innovative nutraceutical fermented beverage from herbal mate (Ilex paraguariensis A.St.-Hill.) extract. International Journal of Molecular Science, 13.*
- Gamboa, C. (2014). *Efecto del consumo de bebidas funcionales (infusiones) utilizadas en México como alternativa para el control de obesidad y sus complicaciones. Tesis*

para obtener el grado de Doctor en Ciencia de los Alimentos. Universidad Autónoma. Queretaro-Mexico.

Garcia, C. y. (2007). *Elaboración de bebidas no convencionales. proyecto de investigación, para obtener el título de ingeniero de alimentos. instituto politécnico nacional-México.* Mexico.

Garcia, L. S. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* h.). Universidad de Chapingo. *Fitotec Mex. Vol. 35 (Num. Especial 5):1-5, 2012, 1-5.*

Gonzales, J. e. (2010). *Efecto de la temperatura y luminosidad sobre la estabilidad de las betalainas obtenidas de "betarraga".Universidad nacional de Trujillo, Perú.* Trujillo-Peru.

Guzman, A. (2007). *Evaluación nutrimental del garambullo (Myrtillocactus geometrizans) y su efecto sobre los niveles de glucosa y lípidos en ratas diabéticas. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Naturales, UAQ.*

Hall, C. (2004). *Origen de los antioxidantes naturales: aceites de semillas, frutos secos, cereales, legumbres, productos de origen animal y de origen microbiano. En Pokorny, Yanishlieva y Gordon (Eds.), Antioxidantes de los alimentos: Aplicaciones prácticas.* España: Acribia-Zaragoza.

Hözer, B. a. (2010). *Functional milks and dairy beverages. International Journal.*

Kausar, H. e. (2012). *Studies on the development and storage stability of cucumber-melon functional drink. Journal of Agriculture Research, 50 (2), 238-248.* Estados Unidos.

Lutz, M. y. (2009). *Relación entre la alimentación y la salud del consumidor. En Lutz M. y León E. (Eds.) Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación (pp. 17-25).* Chile-Universidad de Valparaiso.

Magloire, F. e. (2006). *Nutritional and medicinal use of cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front Biosc. 11.*

- Magloire, F. e. (2006). *Nutritional and medicinal use of cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front Biosc. 11: 2574-2589.*
- Martinez, C. e. (2010). *Hacia un desarrollo sostenible del sistema de producción-consumo de los hongos comestibles y medicinales en Latinoamérica: Avances y perspectivas del siglo XXI.* Mexico.
- Martinez, P. (2008). *Análisis molecular de la capacidad antioxidante del fruto de garambullo (Myrtillocactus geometrizans) en ratas diabéticas. Tesis para obtener el grado de magister en Ciencia de los Alimentos. Universidad Autónoma. Queretaro-Mexico.*
- Martinez, V. e. (2000). *Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 50.*
- Mimica, N. e. (2008). *Phenolic Compounds in Field Horsetail (Equisetum Arvense L.) as Natural Antioxidants. Molecules, 13.*
- Naranjo, G. (setiembre 2016 de 2008). *Bebidas funcionales. "una necesidad saludable".* Obtenido de Revista I Alimentos: <http://revistaialimentos.com/ediciones/edicion4-2/bebidas/bebidas-funcionales-una-necesidad-saludable.htm>
- OMS. (2004). *Global Strategy on Diet. Physical Activity and Health. Doc. WHA57.17.*
- OMS. (julio de 2013). *Organizacion Mundial de la Salud.* Obtenido de Enfermedades no transmisibles: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs355/es>
- Orozco, M. (2013). *Evaluación de la actividad cicatrizante de un gel elaborado a base de los extractos de molle (Schinus molle), cola de caballo (Equisetum arvense l.), linaza (Linum usitatissimum l.) en ratones (Mus musculus)". Tesis para optar el título de Bioquímico f. Escuela Superior Politecnica de Chimborazo-Ecuador.*
- Pedrero, D. y. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Alhambra Mexicana. Mexico.*
- Quezada, T. (2014). *Elaboración de una bebida funcional tipo "Refreshante "a base de linaza saborizada con piña: Estudio de vida útil y aporte nutricional de la*

formulación. Tesis para optar el título de ingeniero en alimentos. Universidad técnica de Machala-Ecuador. Machala-Ecuador.

Quiroz, A. (2004). *Efectividad de la planta llamada cola de caballo en el proceso de cicatrización de los tejidos orales post-exodoncia de pacientes sin antecedentes patológicos y no patológicos, entre las edades de 18 a 40 años, del curso de exodoncia, en la Clínica de E. San Jose-Costa Rica.*

Ramos, E. e. (2007). *¿Más que alimentos? En Barberá y Marcos (Eds.) Alimentos funcionales: aproximación a una nueva alimentación. Dirección General de Salud Pública y alimentación. Madrid-España.*

Reyes, M. (2005). *Efecto de las propiedades antioxidantes del extracto de maguey morado (Rhoeo discolor) durante el procesamiento y almacenamiento. Tesis para optar el grado de Magister. Universidad Veracruzana. Tesis, Mexico.*

Reynoso, R. e. (1997). *Stability of betalain pigments from a cactacea fruit. J Agric Food Chem. 45:2884-89.*

Rocha, R. e. (1997). *Evaluación química, capacidad antioxidante, y la aceptación de los consumidores de varias infusiones de roble. Instituto Tecnológico de Durango. pp. 162-166. Mexico: Journal of Food Science.*

Rodriguez, H. (2000). *Utilidad de las plantas Medicinales en Costa Rica. San Jose-Costa Rica.: Universidad Nacional-Primera Edicion.*

Salamanca, G. e. (2010). *“Elaboración de una bebida funcional de alto valor biológico a base de Borojo (Borojoa patinoi Cuatrec)”. Universidad del Tolima. Rev Chil Nutr Vol. 37, N°1. . Tolima-Colombia.*

Salazar, R. (2003). *Estudio de la actividad antioxidante de Myrtillocactus geometrizans. Tesis Licenciatura Facultad de Química, UNAM. México, D.F. 63 pp. Mexico.*

Shaheen, S. e. (2002). *Dietary antioxidants and asthma in adults: population-based case-control study. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 164, 1823-1828.*

Shahidi, F. e. (1992). *Critical Review Food Science Nutrition, 3 (1).*

- Shi, H. e. (2004). *Introducción a los antioxidantes naturales*. En Pokorny, Yanishlieva y Gordon (Eds.), *Antioxidantes de los alimentos*. España: Acribia-Zaragoza.
- Topete, R. e. (2006). *The under utilized berry cactus (Myrtillocactus geometrizans) controls diabetes symptoms in experimental induced Wistar rats*. *Br J Nutr*. Enviado.
- Trujillo, S. y. (2010). *Obtención de colorantes naturales a partir de cascara Allium cepa (cebolla blanca y morada) y raíz de Beta vulgaris (remolacha) para su aplicación en la industria textil*. Trabajo de graduación para optar al grado de: Licenciatura en Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, El Salvador.
- USFDA. (1994). United States Food and Drug Administration (USFDA) (1994). . *Center for food safety and applied nutrition, a food labeling guide.*, <http://www.cfsan.fda.gov>.
- Virgili, F. e. (2004). *Enfermedades cardiovasculares y sustancias fenólicas nutricionales*. En Pokorny, Yanishlieva y Gordon (Eds.), *Antioxidantes de los alimentos*. España: Acribia-Zaragoza.
- Von Elbe, J. e. (1974). *Color stability of betanin*. *J Food Sci*. 39:334-337. Wajant H, Pfizenmaier K, Scheurich P. 2003. *Tumor necrosis factor signaling*. *Cell Death Differ*. 10:45-65.
- Wildman, R. a. (2007). *Nutraceuticals and Functional Foods*. En Wildman, R. (Ed.) *Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods (1-21)*. CRC press. Estados Unidos.
- Yu, a. B. (2013). *Concept optimization of fermented functional cereal beverages*. *British Food Journal*, 115(4), 541-563. DOI 10.1108/00070701311317838.

ANEXOS



ANEXO 1

EVALUACIÓN SENSORIAL MUESTRAS DE LAS BEBIDAS FUNCIONALES DE *Beta vulgaris* Y *Equisetum arvense* (ESCALA HEDÓNICA)

Fecha :

Instrucciones: Por favor pruebe las muestras de bebidas funcionales de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* de izquierda a derecha y marque con un aspa (X) la intensidad de agrado o desagrado para cada una de las muestras, en función a los siguientes atributos:

ATRIBUTO:

ESCALA	MUESTRAS		
	A	B	C
Gusto extremadamente
Gusto mucho
Gusto moderación
Gusto ligeramente
No gusto ni disgusto
Disgusto ligeramente
Disgusto moderadamente
Disgusto mucho
Disgusto extremadamente

OBSERVACIONES:.....

.....

ANEXO 2

EVALUACIÓN SENSORIAL MUESTRAS DE LAS BEBIDAS FUNCIONALES DE *Beta vulgaris* Y *Equisetum arvense*(RANKING)

Fecha :

Instrucciones: Por favor sírvase degustar las muestras de bebidas funcionales de *Beta vulgaris* y *Equisetum arvense* que se presentan en el orden indicado y ordénelas según su preferencia colocando en el 1º lugar lo que más le agrade y en último lugar lo que menos le agrade, en función a cada uno de los atributos.

ATRIBUTO:

MUESTRA	ORDEN
.....
.....
.....

OBSERVACIONES:

.....

ANEXO 3

PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE FRIEDMAN DE LAS BEBIDAS FUNCIONALES DE Beta vulgaris Y Equisetum arvense

El procedimiento a seguir para la prueba de Friedman es el siguiente:

1. Hipótesis:

Ho : Los tratamientos son igualmente preferidos.

Ha : Algunos de los tratamientos es preferido sobre otro.

2. Prueba Estadística:

a) Para K columnas (tratamiento) y b filas (bloques, panelistas), asignar rangos dentro de cada fila de 1 a k.

En caso de empate, asignar el promedio de los rangos.

Rij = Rango asignado a la observación Yij de la columna "i" fila "j" (tratamiento "i", bloque "j").

$$i = 1, \dots, k$$

$$j = 1, \dots, b$$

b) Cálculo de los valores de:

$$A_2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b R_{ij}^2$$

En caso de no existir empates Ax se simplifica a:

$$A_2 = \frac{bk(k+1)(2k+1)}{6}$$

$$B_2 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2$$

c) Hallar el valor estadístico de la prueba:

$$T_2 = \frac{(b-1) [B_2 - bk(k+1)/4]}{A_2 - B_2}$$

$$A_2 - B_2$$

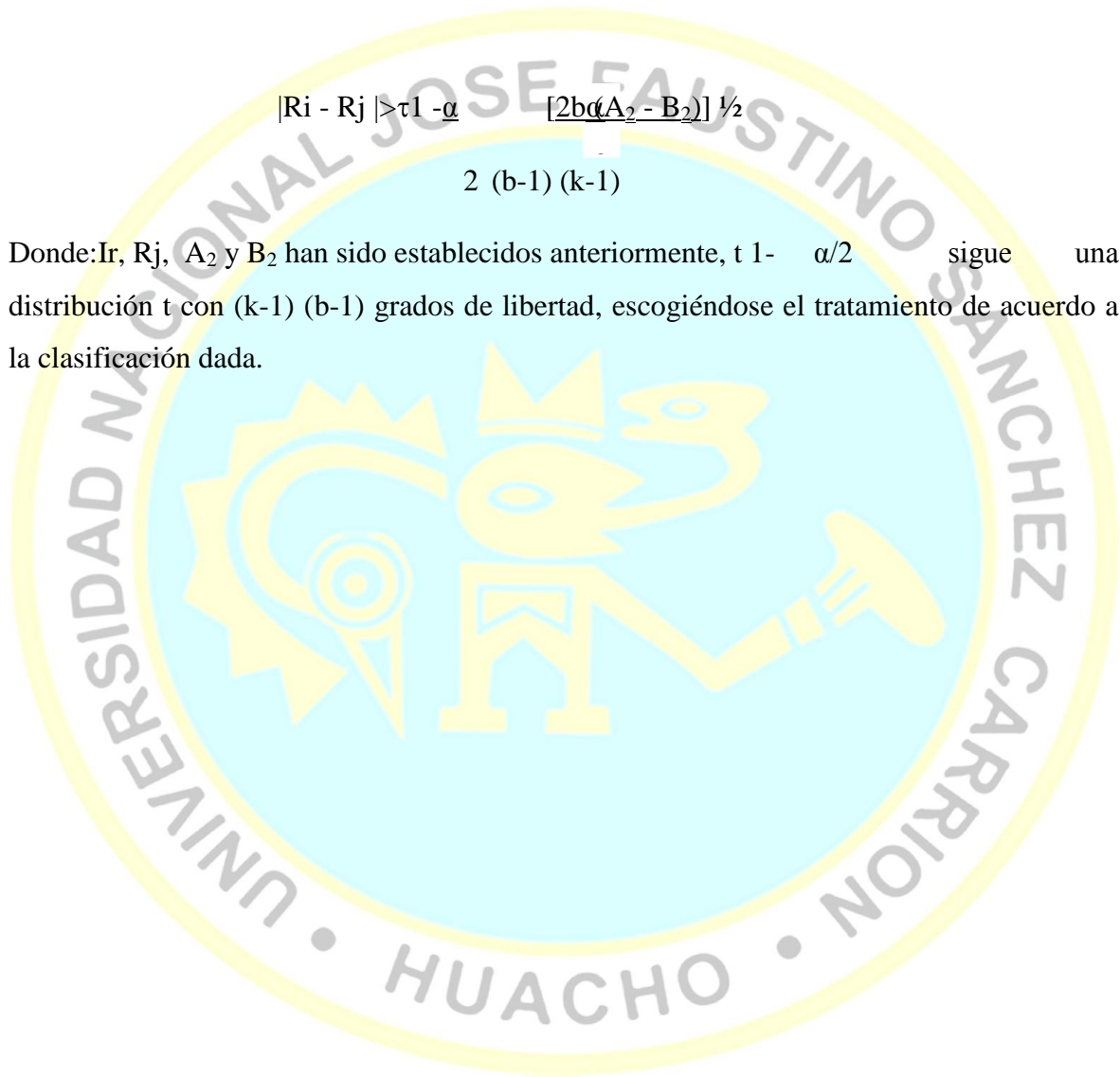
- d) Si $T_2 \leq T_{tab}$: Se aceptará la hipótesis nula H_0 .
 Si $T_2 > T_{tab}$: Se rechazará la hipótesis nula y se aceptará la hipótesis alternante H_a .

e) Procedimiento de la prueba de comparaciones múltiples:

Los tratamientos i y j son considerados diferentes, si satisfacen las siguientes desigualdades:

$$|R_i - R_j| > t_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{2b(A_2 - B_2)}{2(b-1)(k-1)}}$$

Donde: R_i , R_j , A_2 y B_2 han sido establecidos anteriormente, $t_{1-\alpha/2}$ sigue una distribución t con $(k-1)(b-1)$ grados de libertad, escogiéndose el tratamiento de acuerdo a la clasificación dada.



ANEXO 4

APLICACIÓN DE CHI CUADRADO PARA LA PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE FRIEDMAN DE LAS BEBIDAS FUNCIONALES DE *Beta vulgaris* Y *Equisetum arvense*.

Hipótesis:

Ho: Las muestras no presentan diferencias Significativas entre ellas. (Son igualmente preferidas)

Ha: Al menos una de las muestras difiere significativamente de los otros. (Uno es preferido sobre otro).

Parte1:

- Hallamos R (Suma de rangos)

$$R = \frac{bk(k+1)}{2}$$

- Valor estadístico de la Prueba:

b= (panelistas)

k= (muestras)

$$X^2_r = \frac{12}{bk(k+1)} \sum_{i=1}^k Ri^2 - 3b(k+1)$$

- Hallamos el valor X^2 de tabla

Gl: k-1

X^2_t

- Criterio de decisión

$X^2_c < X^2_{t_{0,05}}$ Acepta Ho

$X^2_c > X^2_{t_{0,05}}$ se rechaza Ho y se acepta Ha

[Dr. JOSE ANTONIO LEGUA CARDENAS]
ASESOR

[Dra. ELENA LUISA LAOS FERNANDEZ]
PRESIDENTE

[Dr. BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ]
SECRETARIO

[Dr. JOSE VICENTE NUNJA GARCIA]
VOCAL

