



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"



ESCUELA DE POSGRADO

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al **BORRADOR DE TESIS** cuyo título es:

"EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO Y CONTENIDO DE MINERALES EN EL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE BETA VULGARIS L. (BETERRAGA)"

Presentado por:

LOYOLA GONZALES EDDIE

De la **MAESTRÍA EN FARMACIA** mención **QUÍMICA FARMACÉUTICA**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 1%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 28 de marzo de 2023

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. ROBERTO H. CASTAÑEDA TERRONES
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE POSGRADO

.UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA
MENCIÓN: QUÍMICA FARMACÉUTICA



BORRADOR DE TESIS:

Evaluación de la actividad antioxidante in vitro y contenido de minerales en el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris L.* (*beterraga*)

Línea de investigación

Salud pública y conservación del medio ambiente

PRESENTADO POR:

EDDIE LOYOLA GONZALES

GRADO A OBTENER: MAESTRÍA

Ica, Perú

2023

DEDICATORIA:

A DIOS

*Por darme la
salud y guiarme a lo largo de
mi vida, lo que ha hecho hoy
día posible la culminación
de mi grado académico.*

AGRADECIMIENTO:

A MI ASESOR:

Dr. FELIPE ARTEMIO SURCO LAOS.

Quien con su gran conocimiento, conducción y dedicación que ha hecho posible la culminación de mi tesis. A él mi enorme reconocimiento y mi eterno agradecimiento.

AGRADECIMIENTO:

A MI ESPOSO: EFRAÍN

Por su cariño, y gran apoyo incondicional de incentivarme y sobre todo comprender y contribuir en el logro de esta meta.

A MIS HERMANOS:

A ellos mi eterna gratitud, por siempre estar motivándome el camino de superación, a todos ustedes hermanos, gracias por siempre estar unidos.

ÍNDICE

CARATULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ABSTRACT.....	x
ESCUELA DE POSGRADO	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I:	13
MARCO TEÓRICO.....	13
1.1. ANTECEDENTES.....	13
1.1.1. Antecedentes Internacionales	13
1.1.2. Antecedentes Nacionales.....	16
1.2. BASES TEÓRICAS.....	18
1.2.1. <i>Beta vulgaris</i> .-	18
1.2.2 POLIFENOLES	19
1.2.3. VALOR NUTRICIONAL	22
1.2.4. ANTIOXIDANTE.....	23
CAPÍTULO II:	25
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	25
2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	25
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.3.1. Justificación teórica.....	26
2.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
2.4.1. Objetivo general	26
2.4.2. Objetivos específicos.....	26
2.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	27
2.5.1. Hipótesis	27

2.5.2. Variables.	27
2.5.3. Operacionalización de variables	28
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	29
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
3.1.1. Tipo de la investigación	29
3.1.2. Nivel de la investigación	29
3.1.3. Diseño de la investigación.....	29
3.2. Población y muestra	29
CAPÍTULO IV:	30
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	30
4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	30
4.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	30
2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
CAPITULO V:.....	32
RESULTADOS.....	32
6.1. DISCUSIÓN	51
V. CONCLUSIONES	55
RECOMENDACIONES	56
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

ÍNDICE DE TABLA

- Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 2. Rendimiento porcentual del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 3. Parámetros de caracterización del extracto etanólico de las hojas de la especie *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 4. Metabolitos secundarios en el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 5. Valores de los patrones de pentóxido de fosforo para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 6. Contenido de fosforo en el extracto etanólico de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 7. Valores de absorbancia de los patrones de bario para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 8. Contenido de bario en la muestra de extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 9. Valores de los patrones de cobre para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 10. Contenido de cobre en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 11. Valores de los patrones de hierro para la determinación de la curva de cuantificación
- Tabla 12. Contenido de Hierro en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 13. Valores de los patrones de manganeso para la determinación de la curva de cuantificación
- Tabla 14. Contenido de manganeso en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 15. Valores de los patrones de antimonio para la determinación de la curva de cuantificación
- Tabla 16. Contenido de antimonio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 17. Valores de los patrones de arsénico para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 18. Contenido de arsénico en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 19. Valores de los patrones de plomo para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 20. Contenido de plomo en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 21. Valores de los patrones de cromo para la determinación de la curva de cuantificación
- Tabla 22. Contenido de cromo en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 23. Valores de los patrones de zinc para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 24. Contenido de zinc en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 25. Valores de los patrones de selenio para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 26. Contenido de selenio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Tabla 27. Valores de los patrones de calcio para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 28. Contenido de calcio en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (Beterraga)
- Tabla 29. Valores de los patrones de magnesio para la determinación de la curva de cuantificación.
- Tabla 30. Contenido de magnesio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Tabla 31. Valores de absorbancia y porcentaje de inhibición del radical DPPH del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (Beterraga)

Tabla 32. Valores del patrón trolox para la determinación de la curva de cuantificación por el método FRAP.

Tabla 33. Valores de absorbancia y su correspondiente TEAC por el método FRAP del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Tabla 34. Tabla de los valores de absorbancia de las soluciones de ácido gálico

Tabla 35. Concentración de polifenoles totales expresados acido gálico

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. *Beta vulgaris* (beterraga)
- Figura 2. Hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)
- Figura 3. Estructura básica de los flavonoides y sus clases
- Figura 4. Estructuras de taninos
- Figura 5. Estructura química de los ácidos fenólicos
- Figura 6. Reacción del radical ABTS frente a un compuesto antioxidante
- Figura 7. Cambio del DPPH a la reacción con un antioxidante
- Figura 8. Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante
- Figura 9. Curva de cuantificación para la determinación del contenido de fosforo
- Figura 10. Curva de cuantificación de bario
- Figura 11. Curva de cuantificación para cobre
- Figura 12. Curva de cuantificación para hierro
- Figura 13. Curva de cuantificación para manganeso
- Figura 14. Curva de cuantificación de antimonio
- Figura 15. Curva de cuantificación de arsénico
- Figura 16. Curva de cuantificación de plomo
- Figura 17. Curva de cuantificación de cromo
- Figura 18. Curva de cuantificación para zinc
- Figura 19. Curva de cuantificación de selenio
- Figura 20. Curva de cuantificación para calcio
- Figura 21. Curva de cuantificación para magnesio
- Figura 22. Curva de correlación de concentración del extracto vs porcentaje de inhibición del radical DPPH
- Figura 23. Curva de cuantificación de trolox por el método FRAP
- Figura 24. Correlación entre concentración vs equivalentes de trolox por el método FRAP
- Figura 25. Correlación entre la concentración del extracto y los equivalentes de ácido gálico.

RESUMEN

Dentro del marco de una economía circular y una actitud responsable con el medio ambiente, se hace necesario una utilización de los residuos y/o desechos que resultan del procesamiento y consumo de los alimentos; en ese sentido el cultivo de la especie *Beta vulgaris* beterraga para consumo directo como una hortaliza, origina una gran cantidad de residuos constituidos principalmente por las hojas, a las cuales no se les da una adecuada disposición generando una pérdida económica y un problema medio ambiental. En tal sentido se pretende establecer las bases de una estrategia para un aprovechamiento integral de estos residuos teniendo como objetivo la valoración de micronutrientes minerales del extracto etanólico de las hojas de beterraga. Se obtuvo el extracto por maceración el cual se caracterizó mediante los parámetros de humedad, pH, cenizas, el contenido de polifenoles se determinó los métodos del radical DPPH y el método FRAP. Encontrándose como resultados, un valor de 1001,4 mg de EAG/g de extracto para los polifenoles totales, la actividad antioxidante por el radical DPPH tuvo como resultado de un IC₅₀ de 11,72 mg/mL, mediante el método FRAP tuvo un resultado equivalente a 0,067 mM de trolox; los minerales que se reportaron en mayor cantidad tenemos al calcio con 201,55 mg, el magnesio 482,25 mg/100g, hierro 55,3 mg/100 y zinc 34,88 mg/100, rescatando que en caso de los minerales considerados pesados nocivos para la salud, no se determinó su presencia en el extracto; concluyendo que el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris* beterraga presenta una apreciable actividad antioxidante; así como, minerales micronutrientes esenciales.

Palabras claves: *Beta vulgaris*, extracto, actividad antioxidante, minerales

ABSTRACT

Within the framework of a circular economy and a responsible attitude towards the environment, it is necessary to use the residues and/or waste that result from the processing and consumption of food; In this sense, the cultivation of the species *Beta vulgaris beterraga* for direct consumption as a vegetable, originates a large amount of waste consisting mainly of the leaves, which are not properly disposed of, generating an economic loss and an environmental problem. In this sense, it is intended to establish the bases of a strategy for an integral use of these residues, with the objective of evaluating the mineral micronutrients of the ethanolic extract of beetroot leaves. The extract was obtained by maceration, which was characterized by the parameters of humidity, pH, ash, the polyphenol content, the DPPH radical methods and the FRAP method were determined. Finding as results, a value of 1001.4 mg of EAG/g of extract for the total polyphenols, the activity by the DPPH radical resulted in an IC₅₀ of 11.72 mg/mL FRAP result of mg of 0.067 mM of trolox; the minerals that were reported in the greatest amount are calcium with 201.55 mg, magnesium 482.25 mg/100g, iron 55.3 mg/100 and zinc 34.88 mg/100, rescuing that in the case of the minerals considered heavy harmful for the case its presence in the extract was not determined; concluding that's the ethanolics extract of the leaves of *Beta vulgaris beterraga* with appreciable antioxidant activity; as well as essential micronutrient minerals.

Keywords: *Beta vulgaris*, extract, antioxidant activity, minerals

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

MENCION: QUIMICA FARMACÉUTICA

Título:

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRIA EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

MENCION: QUIMICA FARMACÉUTICA

Título:

Evaluación de la Actividad antioxidante in vitro y contenido de minerales en el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris L. (beterraga)*

Autor: Q.F. EDDIE LOYOLA GONZALES

Asesor:

Dr. FELIPE ARTEMIO SURCO LAOS

INTRODUCCIÓN

En botánica se distinguen cinco especies de remolacha perteneciente a la familia Chenopodiaceae del género *Beta*. Especie oriunda del mediterráneo, su cultivo, como la planta, es muy antiguo, pues ya era conocida por los griegos, los romanos y más tarde por los árabes (Cruz & Hinojosa, 2015; Benites, 2020)^{1,2}, cultivada y empleada durante la edad media como alimento básico y en los procesos de vinificaciones como un aditivo en la producción del vinagre por su particularidad del alto dulzor (Bellido, 2003)³. Planta herbácea, es bianual, en esta se distinguen tres órganos principales: raíz, cuello y hojas. La raíz posee 5 y 10 cm y un 80 y 200 gr de peso, sus colores son variables: anaranjado rojizo, el sabor es dulce. (Cruz & Hinojosa, 2015)¹. Esta variedad se producen primordialmente en América Latina para consumo de mesa (Muñoz D. et al, 2018)⁴.

Variedades de la especie *Beta vulgaris*

- *Beta vulgaris* var. *Icruenta*
- *Beta vulgaris* var. *Icycla*
- *Beta vulgaris* var. *Icrasa*
- *Beta vulgaris* var. *Isaccharifera* ³.

Estas especies producen una variedad de metabolitos bioactivos que son biosintetizados y utilizados. Los metabolitos más identificados son fitoesteroles, índoles, sesquiterpenos, polisacáridos entre otros y que son utilizados para diversos fines². Las plantas de beterraga (*Beta vulgaris* L.). Se cultivan siendo sus raíces para el consumo, que producen cantidades grandes de subproductos, fundamentalmente las hojas, las cuales representan un 50 por ciento del peso total de la planta y generalmente son desechadas por los productores o el consumidor (Nutter et al. 2020)⁵.

En cuanto al contexto sobre economías circulares y de acuerdo con la Iniciativa Global para Reducir las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos y Agricultura (FAO, 2011), existe la necesidad de investigar los posibles usos de las hojas de *Beta vulgaris* (remolacha), esta biomasa desperdiciada que puede mejorar la eficacia de las producciones, tener un positivo impacto monetario, reducir la contaminación ambiental, porque las hojas de la remolacha son fuente disponible de los nutrientes, fibras, minerales y compuestos bioactivos.

Teniendo en cuenta algunos antecedentes mencionados, razón por la que nuestro objetivo fue: determinar las actividades antioxidantes y los micronutrientes de los extractos etanólicos de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga) como estrategias para revalorizar los residuos procedentes de su consumo.

CAPÍTULO I:

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

1.1.1. Antecedentes Internacionales

Macías et. al, (2019). Determinaron en la betarraga la concentración de antioxidantes y polifenoles, mediante el método de Folin–Ciocalteau, obteniendo en polifenoles un resultado de 1,36 %, porcentaje cercano a la pulpa, en los antioxidantes se halló una concentración de 452,2 mg TE/ 100 g, que es una concentración mayor que en la misma pulpa⁶.

Gómez, et. al., (2018). Tuvieron como finalidad la caracterización fisicoquímica de las remolachas frescas y posteriormente del procedimiento térmico, a partir de la cual se obtuvieron muestras, que dieron algunos resultados tales como la caracterización y las cuantificaciones de: colores, carbohidratos, pH, humedades, actividades de agua, acidez titulables, estructura y contenidos fenólicos, al estado frescos y previo método de tratamiento en caliente a una temperatura de 86 °C en promedio y por tiempos diversos (0, 8, 10 y 12 min), donde la conservación de las propiedades fisicoquímicas son mejores si, se cocina en 12 min., texturas suaves y crujientes, contenidos de fenol 1,20 mg AG/g, mayores contenidos de sólidos solubles ($6,76 \pm 0,17$ Brix), mayor acidez titulable ($0,062\% \pm 0,008$) y menores pH ($4,56 \pm 0,02$).⁷

Feoktistova, et. al. (2018). En su tesis: El metabolismo del cobre. Sus consecuencias para la salud humana, analizo 40 artículos científicos, referente a los procesos de captación, distribución y eliminación del cobre en la célula; describiendo a las enfermedades con alteraciones en el metabolismo. Concluyo que el trabajo aporta indagación notable que ayuda a la modernidad y preparación del personal médico, en razón a estas afecciones a nivel molecular, celular y de organismo.⁸

Fuentes – Barria, et. al., (2018). Demostraron la acción de los compuestos bioactivos de las betarragas (*Beta vulgaris L*) en las actividades cardio-protectora. Se revisaron investigaciones genéricas y específicas de la betarraga. Mostrándose que en la betarraga fluctúa de 218,00 mg/kg a 887,75 mg/kg; de polifenoles, las cantidades totales de antocianinas fluctuaba entre $14,48 \pm 0,40$ mg/kg a $84,50 \pm 4,71$ mg/kg; las actividades antioxidantes varia en el intervalo de $8,37 \pm 0,29\%$ a $21,83 \pm 0,35\%$ y las sales de nitratos se estimaron en un 1800 mg NO₃-/kg de masas frescas⁹.

Guldiken, et. al., (2016) Determinaron los efectos del procesamiento sobre la biodisponibilidad y propiedades antioxidantes *in vitro* de los componentes bioactivos de la remolacha roja. Se analizaron la remolacha fresca y seis productos caseros de remolacha, se constataron en su contenido fenólico total, contenido de flavonoides totales, capacidades antioxidantes y contenido de antocianinas individuales. La biodisponibilidad de los antioxidantes se determinó por un método de digestión gastrointestinal simulada *in vitro*. Se obtuvo los siguientes resultados en muestras: fresca 255, cocida 238, seca 143 mg GAE/100g respectivamente, asimismo por el método DPPH mgTE / 100 g fresca 137, cocida 131, seca 143 respectivamente. El método de digestión *in vitro* mostró la mayor biodisponibilidad de contenido fenólico total (16%) y capacidad antioxidante (1.3%) en mermelada¹⁰

Kuskoski M. et al., (2018) en su trabajo determinó el índice de fenoles y antocianinas totales y las capacidades antioxidantes de la pulpa de fruta congelada; manipulando los métodos DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), ABTS (ácido ascórbico, ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazol-na-6-sulfónico), DMPD (1,1-difenil-2)- picrilhidrazilo); las derivaciones obtenidos con valores de TEAC de 67,2 $\mu\text{mol/g}$ por la prueba ABTS; fueron de 1,02 y 67,0 $\mu\text{mol/g}$ para DPPH y de 2 y 6,6 $\mu\text{mol/g}$ para DMPD; y se llegó a la conclusión de que las concentraciones de compuestos fenólicos y antocianinas están relacionadas cuando se obtiene las capacidades antioxidantes por el método ABTS y DPPH.¹¹

Paladino S. (2018) El objetivo del estudio fue obtención de antioxidantes naturales como parte de las semillas de uva (*Vitis vinifera L.*) en el uso alimentario. Los extractos de las semillas concentradas y sin concentrare se utilizó sistema de oxidación real así como también jugo de manzana. Se calculó mediante el método Özoglu para la obtención del grado de oxidación en el jugo, y los extractos concentrados se deshidrataron por secados con espumas y liofilización. Asimismo, se confirmó los efectos de los tratamientos de los secados sobre los poderes de reducción. Finalmente, se manipuló la extracción con agua a un 90 °C por un lapso de 04 horas para obtener el extracto antioxidante. Las correlaciones de los sólidos a líquidos utilizadas fueron de 1 g de semillas enteras en 10 ml de disolvente. El extracto obtenido tuvo una concentración de 12.587 mg de fenoles totales por gramos de semillas de uvas extraídas y los poderes reductores de 1.290 unidades¹².

Nutter, J. (2020). Sus objetivos fueron: Efectuar revisiones bibliográficas sobre las últimas y más innovadoras estrategias para la deflación de las hojas de las remolachas consignadas al consumo humano. Estos incluyen las incorporaciones de las hojas de remolachas azucareras en batidos de vegetaciones, impulso de los extractos ricos en agregados bioactivos y

propiedades antimicrobianas, y desarrollo de los vegetales fortificados. Se advierte que esta estrategia toma en cuenta las necesidades de diversos sectores (comprador, fabricantes y comunidad conservacionista) para los desarrollos de los alimentos nutritivos y naturales que se obtienen a través de métodos más eficientes, rentables y de los bajos impactos ambientales¹³.

Siso P. (2017). En esta investigación se realizaron los primeros análisis completos y simultáneos sobre los compuestos fenólicos y flavinas acumuladas en la raíz y exudaciones en medios de los cultivos en respuestas a las deficiencias de hierro en plantas. En cuanto en la raíz de la remolacha, no reacciona a las deficiencias de hierro produciéndose cumarinas, pero, como ya se sabe, sintetizan y acumulan flavinas en las raíces y secreta principalmente al medio ambiente como sulfatos de riboflavinas. También, se ha demostrado que se puede usar flavinas endógena en las plantas de las remolachas azucareras que tienen deficiencias de hierro para promoverse las disoluciones reductoras de óxidos de hierro¹⁴.

Heaney R. (2012), El fósforo es un mineral esencial requerido por cada célula del cuerpo para una función normal. Ligado al oxígeno en todos los sistemas biológicos, el fósforo se encuentra como fosfato (PO_4^{3-}) en el cuerpo. Aproximadamente el 85% del fósforo corporal se encuentra en los huesos y dientes¹⁵.

Silva P. (2012). Su trabajo fue determinar el índice de fenoles y antocianinas totales y las capacidades antioxidantes de la pulpa de fruta congelada; manipulando los métodos DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), ABTS (ácidos ascórbicos, ácido 2,2-azinobis-3-etilbenzotiazol-na-6-silfónico), DMPD (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo); las derivaciones obtenidas con valores de TEAC de 67,2 Su propósito era: Para cuantificar los contenidos de los cobres de los suministros, utilizo soluciones de cobres preparadas a partir de la solución de JT Baker, que son trazables a concentraciones NIST® de (1000 ± 1) mg/L en HNO_3 al 5%. Por lo tanto, los estándares de las curvas de calibraciones se dibujan en los rangos de (0.0300 -6.00) mg/L. según las concentraciones de cobre de los especímenes analizados. Los parámetros relacionados de las curvas de calibraciones fueron (0.015 ± 0.001) mg/L y (0.030 ± 0.002) mg/L coeficientes de correlaciones 1.000, límite de detecciones y cuantificaciones, respectivamente.¹⁶

Vásquez J. (2014). En su trabajo, “Determinó polifenoles totales y actividades antioxidantes de los extractos etanólicos de *Gentianella dianthoides* (Kunth)”. En las circunstancias empíricas los rendimientos de los procedimientos de las extracciones fueron un 11,73%, las marchas fitoquímicas mostraron flavonoides, fenólicos, antraquinona y saponina. En la determinación de polifenol total se obtuvo a una concentración de 10,0365 mg/g de extracto,

las concentraciones de las actividades antioxidantes de los extractos etanólicos se calcularon utilizando las concentraciones inhibitorias medias (IC₅₀) de Trolox® (3,8 µg/mL); que en estos casos fueron de un 27,65 µg/mL y en las cremas de un 56,87 µg/mL¹⁷.

1.1.2. Antecedentes Nacionales

Seijas, et. al., (2019). Determinaron el efecto del tiempo y las temperaturas en las estabilidades fisicoquímicas de los extractos secos de *Beta vulgaris.L* para el cual utilizó los niveles de temperaturas: 20°, 40°, 50° y 60 °C y tiempo: 0, 40, 48 y 96 horas, que determina el nivel medio de concentración de betacianina en mg/L; asimismo se comprobó las estabilidades de los pigmentos y se cuantificaron los contenidos totales de los polifenoles en base a los ácidos tánicos; espectrofotométricamente. Llegando a las derivaciones que los extractos secos de *Beta vulgaris L.* se mantienen estables a 20 °C independientemente del almacenamiento, con los valores promedios del 81,6 mg/L, las pérdidas de estabilidad observada durante la descomposición se presentó a partir de los 40°C a 40 horas para su almacenamiento, cuando las concentraciones desciende a los promedios de 0,73°C y 96 horas. El contenido total de polifenoles fue de 370,2 mg/100 g de ácido tánico¹⁸.

Guiñe, et. al., (2018). Equilibraron los criterios de extracción más adecuados para maximizar la recuperación de compuestos fenólicos con actividades antioxidantes en las beterragas. Para realizarse las extracciones manipularon las remolachas molidas con diferentes soluciones acuosas (acetona al 60% y etanol al 50%) en diversos momentos (15 y 60 min), empleando diferentes volúmenes de la solución extractante (25 y 50 mL). Los resultados mostraron que los tres pasos de extracción sucesivos y que un tiempo de extracción de 15 minutos fue suficiente. Se determinaron que 50 mL de disolvente eran preferibles a 25 mL y la mejor solución fue acetona al 60%, mediante el método Folin-Ciocalteu mg GAE /100 g; 145 – 270, y antioxidantes (ABTS) µmol TE / g de 13,9 - 19,9¹⁹.

Rojas-Pallares, et. al., (2020). Tuvieron como objetivo establecer el valor nutricional de hojas y tallos de apio, betarraga y brócoli , para lo cual recolectaron un total de 3 muestras de hojas y 3 muestras de tallo de hortalizas, con el propósito de efectuar los análisis nutricionales, cuyas derivaciones de las hojas de betarragas fueron (2,6 g) de contenidos de las proteínas, (4,5 g) de fibra dietética y (3,3 g) fibras dietéticas insolubles, mientras que los tallos de apios aportaron (7g) de carbohidratos, las hojas de apios poseen más calorías (20,4 kcal), proteínas (2,4 g), fibras dietéticas totales (7,4 g), fibra dietética soluble (1,3 g) y fibra dietética insoluble (5,3 g), no obstante los tallos presentan mayores contenidos de carbohidratos (4,1 g), en las hojas de brócoli (9,0 g) se determinaron los carbohidratos, (2,5 g) de proteínas, (10,4 g) fibra dietética total y la insoluble (7,9 g).²⁰

Amaro J. (2014). Determino la influencia del consumo del extracto de *Beta vulgaris* var. Cruenta la incrementación de los leucocitos, en el ratón albino. Cuyos resultados hallados dentro del grupo control fueron una ligera incrementación en la media en cuanto a los leucocitos ($3\ 681 \pm 431,1$) frente a los grupos experimentales ($3\ 579 \pm 473,5$), no existió diferencia significativa. Asimismo la administración a los grupos experimentales alternando los nutrientes pertinentes, se observaron diferencias significativas de la media ($7\ 961 \pm 275,4$) en cuanto a los grupos controles ($3\ 693 \pm 414,7$) (t student $p < 0,05$). Aumentando los números de leucocitos significativamente²¹.

Baca L. et al (2017). Establecieron como objetivo determinar la Influencia de los Ácidos Húmicos (AH) y Ácidos Fúlvicos (AF), en el crecimiento y desarrollo en betarraga (*Beta vulgaris* L.) cuya investigación utilizó tres tratamientos T1, T2, T3, bloques y un total de 126 unidades experimentales. A todos los Tratamientos se les aplico constantemente solución nutritiva para asegurarse el buen proceso de las plantas, se observó que los mejores rendimientos se obtuvieron del tratamiento T3, esto se debió al efecto de los AH y AF influyen en los crecimientos y desarrollos de los cultivos en investigación, que permitieron incrementar el Peso Fresco de Hojas con un T3=6,59g, T2=4.80g y T1=4.56g. Peso Seco de Hojas T3=1.50g, T2=1.17g y T1=0.69g. Número de Hojas T3=10.05 unidades, T2=8.81 unidades y T1=8.07 unidades, esto se debe como consecuencia del incremento de la fotosíntesis y síntesis de otras sustancias orgánicas, en raíces, hojas y niveles de Grados Brix de betarraga.²²

Casierra F. et.al. (2011) Su propósito fue averiguar si el color de la luz durante el cultivo de plantas de remolachas (*Beta vulgaris* L. var. Crosby egipcia) afectaba su rendimiento, calidad y su crecimiento. Para la obtención de colores se estacionan la película de los polietilenos sobre el cultivo a una altura de 65 cm dejándose los controles para exposición completa. Las plantas recubiertas con una película roja tenían mejor calidad de raíz en función de sus diámetros, plantas cultivadas con recubrimientos azules comparadas con los sólidos solubles totales y el peso fresco y seco de control. La cubierta roja expreso valores más altos de foliar y peso seco totales. La luz cambió la calidad y el crecimiento de la remolacha azucarera cosechada debido a los efectos de los fotorreceptores que cambian los patrones de crecimiento.²³

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. *Beta vulgaris*.-

Es una planta herbácea perteneciente a la subfamilia Betoideae de la familia Amaranthaceae, generalmente bienal de 20 a 200 cm, monoica, de tallos angulosos, caniculados, de hojas grandes basales, ovales, de base cordada y borde ondulantes, de flores verdosas, poco vistosas, con cinco pétalos, de raíz engrosada y carnosa. Existen numerosas variedades cultivadas, especialmente por la raíz primaria gruesa y carnosa que se forma en la primera temporada. En la segunda temporada, brota un tallo alto, ramificado y frondoso con grandes hojas basales y las superiores pequeñas, que produce racimos de diminutas flores que se convierten en frutos corchosos marrones comúnmente llamados bolas de semillas. La raíz principal puede variar de forma globular a larga y cónica. La piel y la carne suelen ser de color rojo púrpura oscuro, algunos son casi blancos o naranjas. La beterraga es una buena fuente de riboflavina, así como de manganeso, ácido fólico, y betaína (Unavarra.es, 2022)²⁴.



Figura 1. *Beta vulgaris* (beterraga)

Fuente: https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Beta_vulg_p.htm



Figura 2. Hojas de la beterraga

Fuente: <https://gourmetlikeme.com/2021/03/30/receta-frittata-hojas-de-remolacha/>

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la remolacha: FAO (Silva & Toapanta, 2011)¹⁶

DIVISIÓN	Magnoliophyta
SUBDIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Caryophyllales
FAMILIA	Chenopodiaceae
GENERO	Beta
ESPECIE	Vulgaris
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Beta vulgaris L</i>
NOMBRE COMÚN	Remolacha de mesa

Nota: Actualmente también se le considera dentro de la familia Amaranthaceae

1.2.2 POLIFENOLES

Compuestos químicos que forman abundantes grupos y pródigamente se encuentran repartidos en más de 8,000 distribuciones fenólicas conocidas hasta el presente (Quiñones, 2012)²⁵.

CLASIFICACIÓN DE LOS POLIFENOLES

FLAVONOIDES

Los flavonoides son un grupo muy heterogéneo que cuenta con más de 10,000 sustancias identificadas actualmente. Sin embargo, un número escaso de ellos han sido investigados en detalle. Poseen diversas funciones debido a la pigmentación de la planta. Además, poseen propiedades antioxidantes, antivirales y antibacterianas. También intervienen en regulación de la expresión génica y modulación de la acción enzimática. (Kozłowska & Szostak, 2014)²⁶. Los flavonoides tienen como estructura básica, al difenilpropano (C₆-C₃-C₆), la cual está constituida de una cadena de 03 carbonos que generalmente conforman un tercer anillo heterociclo oxigenado y 02 anillos aromáticos. En las plantas como agliconas se hallan presentes los flavonoides, aunque también se les puede encontrar como derivados de glucósidos (Quiñones et al., 2012)²⁵. Los flavonoides se pueden subdividir según el carbono del anillo C conectado al anillo B y el grado de insaturación y oxidación del anillo C. El anillo B en los flavonoides está conectado a la tercera posición del anillo C, que se denomina isoflavonasa, aquellos con posiciones de anillo B se denomina nuevo flavonoide, y aquellos cuyo anillo B está conectado a la posición 2 se pueden dividir según las características estructurales del anillo C. Estas subclases incluyen: flavonoides y flavonoles. , flavanonas, flavonoles, flavonoles o catequinas, antocianinas y chalconas. (Panche, Diwan, & Chandra, 2016)²⁷.

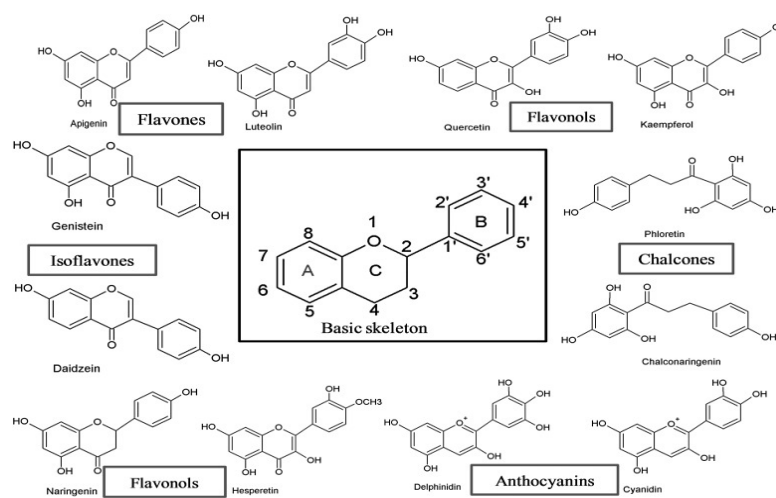


Figura 3. Estructura de flavonoides y sus clases. (Panche, Diwan, & Chandra, 2016)²⁷

TANINOS

Son compuestos polifenólicos biosintetizados por plantas con un peso molecular relativamente alto y un sabor astringente, y han sido reconocidos y utilizados durante siglos por su capacidad para transformar la piel en cuero o cuero de taller de bronceado. Esto se debe a su propiedad de

unión a macromoléculas como carbohidratos y proteínas. Precipitan junto con proteínas, sales de metales pesados y alcaloides. Son compuestos hidrosolubles que en ocasiones forman soluciones coloidales en agua, pero también son solubles en alcohol, acetona e insolubles en disolventes orgánicos no polares. Los taninos generalmente se asocian con proteínas y alcaloides en las vacuolas. (Hartisch, Kolodziej, & Bruchhausen, 1997)²⁸.

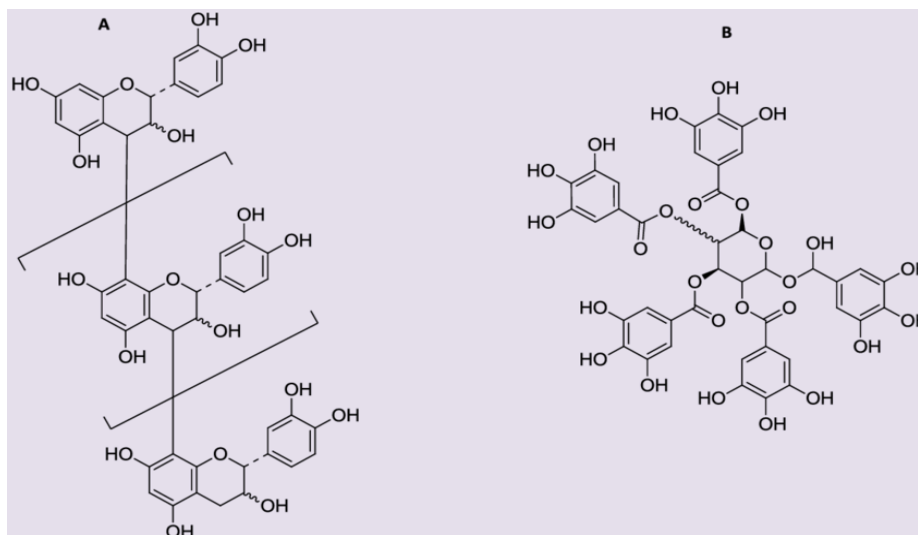


Figura 4. Estructuras de taninos

Fuente: (Panche, Diwan, & Chandra, 2016)²⁷

ÁCIDOS FENOLICOS

Tipos de compuestos orgánicos considerados metabolitos secundarios largamente distribuidos en las especies del reino vegetal, incluyen sustancias que contiene un anillo fenólico y un ácido carboxílico. Las funciones de los compuestos en sus altas capacidades antioxidantes, que resulta de su estructura química con un núcleo fenólico y una cadena lateral insaturada que permite la formación de un radical fenóxilo asegurando por resonancia su actividad. Los ácidos fenólicos están comprendidos en el resguardo del ADN y los lípidos que crean las membranas celulares y contra las variedades reactivas del oxígeno, lo que sugiere su uso contra el estrés oxidativo (Uria-Orona et al 2016)²⁹. Los ácidos fenólicos comprenden alrededor de un tercio y están relacionados con propiedades antioxidantes, organolépticas, nutricionales de los alimentos (Santamaria, 2017)³⁰. Los ácidos fenólicos como el gálico, vainillínico, p-hidroxibenzoico, son abundantes en los helechos y plantas superiores; los ácidos cinámicos (incluyen principalmente ferúlico, cafeico, sináptico y p-cumárico) se localizan raramente libres, comúnmente se encuentra a modo de ácidos clorogénico, neoclorogénico, isoclorogénico, y criptoclorogénico (Martínez-Velarde et al., 2000)³¹.

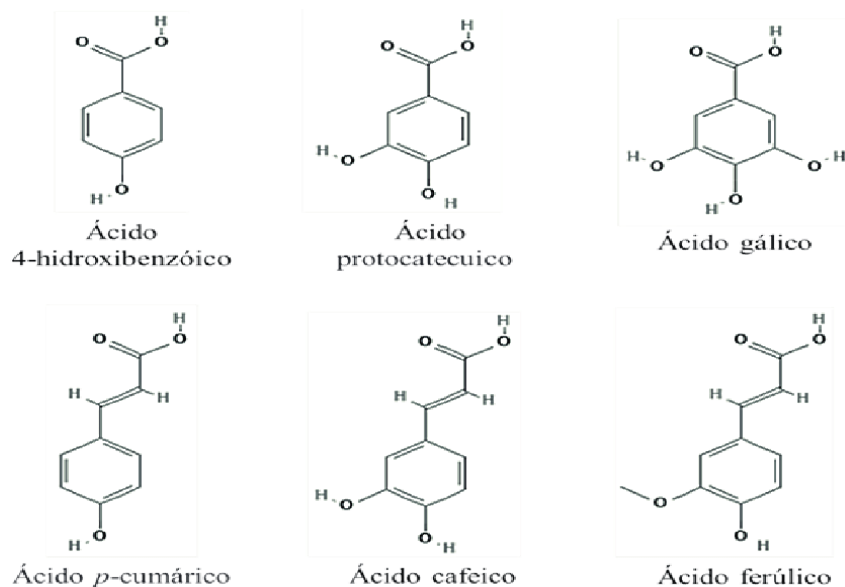


Figura 5. Estructuras químicas de los ácidos fenólicos

Fuente: Capacidad antioxidante e conteúdo fenólico de infusões e decocções de ervas medicinais

Determinación de polifenoles totales

Método Folin–Ciocalteu se utiliza comúnmente con una concentración de ácido gálico de 1 -5 mg/L en alcohol para sus curvas de calibración. A 100 μ L, se agregaron 250 uL de reactivo de folin-Ciocalteu (la mitad que contenía alcohol) con control, se sónica durante 300 segundos y luego se adicionaron 1250 uL de las soluciones de Na_2CO_3 al 20% y 400 uL de alcohol. Agitar, dejar en reposo durante una hora y 30 minutos a T° ambiente. La absorbancia se mide a 760 nm con un espectrofotómetro. Todas las determinaciones del contenido de sustancias con diferentes funciones fenólicas se realizan por triplicado y expresadas en miligramos equivalente del ácido gálico/g de muestra (García et. al., 2015)³².

1.2.3. VALOR NUTRICIONAL

El valor nutricional de un alimento viene determinado por la composición química del mismo, que se compone por la proporción de macronutrientes esenciales como las proteínas, grasas, carbohidratos y los micronutrientes como vitaminas y minerales. Ponce & Reyes, (2011)³³ definió como alimento a la beterraga, debido a su valor calórico, siendo el agua, el constituyente más cuantiosos, colocándolos entre las hortalizas con mayor contenido en azúcares, asimismo tiene un contenido de folatos que intervienen en la elaboración de anticuerpos en el sistema inmunológico.

1.2.4. ANTIOXIDANTE

Los radicales libres interactúan de forma segura antes que se pueda dañar la molécula. El término antioxidantes envuelven diversas clases de compuestos que pueden impedir los ciclos oxidativos para paralizar o retardar el daño oxidativo de las biomoléculas. Las principales clases de antioxidantes se pueden clasificar como: enzimáticos y No enzimáticos son: vitaminas (vitamina C y vitamina E), carotenoides (carotenos y xantofilas) y polifenoles (flavonoides, ácidos fenólicos, lignanos y estilbenos). (Oroian & Escriche, 2015)³⁴.

Determinación de las actividades antioxidantes

Método DPPH

Se basan en la transferencia de electrones e implica la reducción de una sustancia oxidante coloreada; son ventajosos porque no requieren equipamiento ultra sensible, presentan rapidez, facilidad, estabilidad y sensibilidad empleadas; siendo útiles tanto para alimentos que contengan compuestos antioxidantes hidrofílicos, si se considera que valora mejor las muestras; sin embargo, diversos autores encuentran limitaciones a estos análisis”. (Mercado-Mercado et al, 2013; Benítez-Estrada et al 2021)^{35,36}.

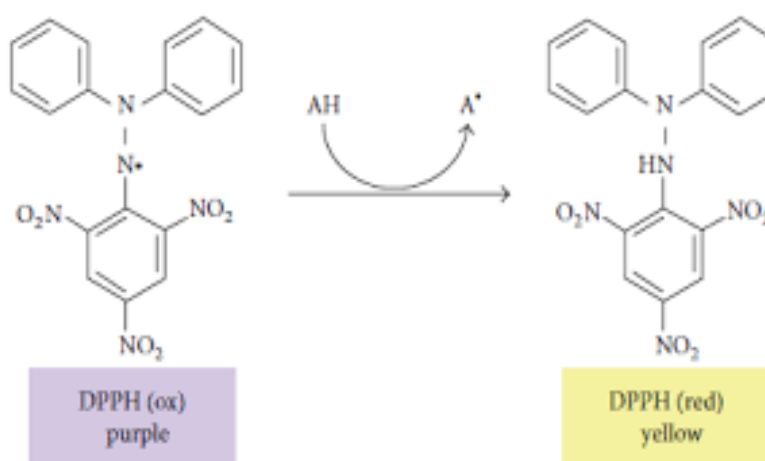


Figura7. Cambio del DPPH al reacción con un antioxidante
Fuente: <https://core.ac.uk/download/pdf/129521415.pdf>

Método FRAP

“La capacidad de reducción del hierro denominado FRAP, (del inglés Ferric Reducing Antioxidant Power), se basa fundamenta en que los antioxidantes son compuestos capaces de reducir el ion férrico al estado ferroso; asimismo el ion forma el reactivo 2,4,6-

Tripyridyl-s-Triazine (TPTZ), El compuesto Fe^{2+} -TPTZ produce una coloración azul intensa que se absorbe a 593 nm, por tanto es un método que no valora la capacidad neutralizadora de la muestra estudiada, sino su capacidad reductora por transferencia de electrones”. Este método se desarrolla bajo condiciones ácidas (pH 3.6). Los resultados del ensayo FRAP, se ha visto que correlacionan con los antioxidantes presentes en plantas o frutos (Mercado-Mercado et al, 2013; Benítez-Estrada et al 2021)^{35,36}.

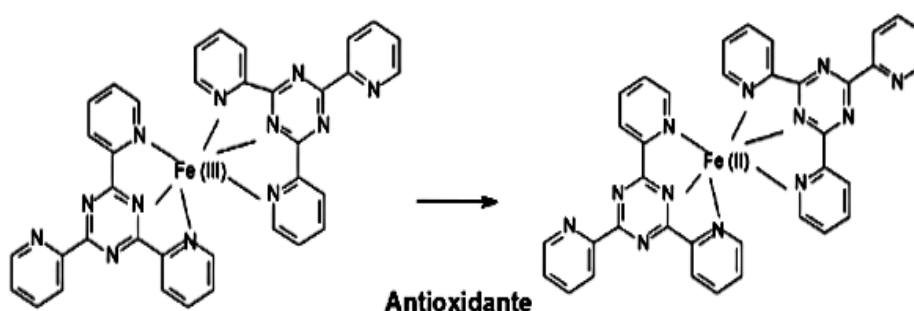


Figura 8. Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante (Alam et al., 2012)

Método DPPH, implican la reducción del radical oxidante coloreado; por equipamiento ultra sensible presentan, rapidez, facilidad, razón por la cual, son utilizados como antioxidantes de naturaleza hidrofílicas y lipofílicas, así como altamente pigmentados; lo cual permite que los métodos del ABTS comparados en el DPPH realizan una mejor valoración para su análisis.

El mecanismo para polifenoles se inicia, cuando los radicales libres son inactivados por transferencias de los átomos de hidrogeno, y los mecanismos de cambio de electrón simple. Asimismo, el otro mecanismo de transferencia es cuando un solo electrón es transferido, supone que el oxidante confiere un electrón a la molécula antioxidante. (Oroian & Escriche 2015)³⁴

CAPÍTULO II:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La beterraga (*Beta vulgaris* L.) es una hortaliza cultivada y utilizada por su contenido de minerales y sustancias de gran aporte al organismo humano. Sus hojas poseen gran valor nutritivo, mayor que el de las grandes y succulentas raíces (Casierra-Posada y Pinto-Correa, 2011)²³; siendo aproximadamente el 50% de la biomasa del producto que es descartada en la zona de producción o comercialización, y considerando el escaso o nula utilización de estas en nuestra localidad, lo que genera un gran problema de contaminación ambiental por no existir una adecuada gestión y tratamiento de estos subproductos.

“La búsqueda de estrategias de manejo de residuos y subproductos de una manera sustentables es uno de los desafíos más importantes que debemos afrontar cada día” (Arroyo, 2018)⁴². Una de estas estrategias de deflación de estos subproductos es explotarlos por el potencial valor biológico (nutricional o como fuente de compuestos bioactivos), para que se apliquen en diversas industrias.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema General

P.G. ¿Cuál será la actividad antioxidante, los compuestos fenólicos y minerales de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)?

Problemas específicos

P.E.1. ¿Cuál será la actividad antioxidante de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)?

P.E.2. ¿Cuál será la cuantificación del contenido de compuestos fenólicos de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)?

P.E.3. ¿Cuál será el contenido de minerales en las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)?

2.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Justificación teórica

Estudios manifiestan que existen muchos desechos y sus productos de alimentos con alta capacidad antioxidante y ricos en micronutrientes, desde los cuales podrían ser extraídos para utilización en la dieta diaria o como suplementos de productos dietarios con la finalidad de suministrar un alimento con un alto valor en antioxidantes, capaz de ayudar a prevenir enfermedades degenerativas como cardiovasculares, debido al pobre consumo de éste tipo de componentes en la población (Morillas-Ruiz & Delgado-Alarcón, 2012)³⁷.

2.3.2. Justificación práctica

Con el desarrollo de nuevas tecnologías se pueden realizar procesos que nos permitan obtener compuestos con propiedades nutritivas de las materias primas utilizadas en la elaboración de suplementos o nuevos alimentos. (Morillas-Ruiz & Delgado-Alarcón, 2012)³⁷. De allí que la finalidad de esta investigación fue evidenciar en las hojas de la betarraga, son ricas en minerales y polifenoles totales (Folin – Ciocalteu), capacidad antioxidante a través de métodos (DPPH, FRAP) y con los resultados obtenidos sugerir un adecuado aprovechamiento generando producción e impacto económico para el productor y comercializador; así como, a los productores y los consumidores respectivamente mediante el aporte de conocimientos en el campo de la ciencia.

2.3.3. Justificación metodológica

Los métodos analíticos son un gran instrumento que ha de utilizarse para la determinación de polifenoles, como la determinación de antioxidantes, pasando por pruebas que hagan posible su validez y confiabilidad. Asimismo se deja en consideración que otros profesionales tengan la oportunidad de profundizar este tema.

2.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Objetivo general

O.G. Determinar la actividad antioxidante, los compuestos fenólicos y minerales de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)

2.4.2. Objetivos específicos

O.E.1. Determinar la actividad antioxidante de las hojas de *Beta vulgaris* (Betarraga)

O.E.2. Cuantificar el contenido de compuestos fenólicos de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)

O.E.3. Determinar el contenido de minerales en las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga)

2.5. HIPOTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.5.1. Hipótesis

Hipótesis General

H.O. Las hojas de *Beta vulgaris (betarraga)* presenta alto contenido de polifenoles, mayor capacidad antioxidante y contenido de minerales que los bulbos

Hipótesis Específicas

H.E.1. Las hojas de *Beta vulgaris (betarraga)* presenta alto contenido de capacidad antioxidante.

H.E.2. Las hojas de *Beta vulgaris (betarraga)* presenta alto contenido de polifenoles totales

H.E.3. Las hojas de *Beta vulgaris betarraga* presenta altas concentraciones de minerales

2.5.2. Variables.

Variable Independiente: Extracto de hojas de *Beta vulgaris (betarraga)*

Variable Dependientes: Cuantificación de polifenoles

Capacidad antioxidante

Contenido de minerales

2.5.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Métodos
V.1. Extracto de hojas de <i>Beta vulgaris</i> L.(beterraga)	Sustancias o compuestos extraídos por el contacto de un solvente adecuado con una matriz vegetal (Beterraga)	Extracción compuestos	caracterización: pH, sólidos totales, sólidos solubles, cenizas Screening fitoquímico	Gravimétricos y volumétricos Reacciones de coloración y/o precipitación
V.2. Polifenoles	Polifenoles, son metabolitos secundarios que presentan varios grupos fenoles y poseen actividad antioxidante. (Gímeno, 2004)	cuantificación de polifenoles totales	Método: Folin Ciocalteau	mg EAG/g de extracto
Actividad antioxidante	Antioxidantes, acción que ejercen ciertas sustancias químicas para contrarrestar la reacción en cadena que generan los radicales libres. (Avellano & Suwalsky, 2006)	cuantificación de actividad de antioxidantes	Método DPPH Método ABTS Método FRAP	IC ₅₀ TEAC TEAC
Micronutrientes minerales	Son elementos minerales esenciales que los organismos vivos, requieren en cantidades pequeñas durante su vida para realizar sus funciones metabólicas y fisiológicas necesarias para vivir	Cuantificación de minerales	Método de espectrofotometría de absorción atómica	Mg/100g

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de la investigación

La presente es una investigación de tipo básica porque se adquiere conocimientos fundamentales de los compuestos bioactivos, actividad antioxidantes y contenido de minerales de las hojas de desecho de la *Beta vulgaris*.

De enfoque cuantitativo, se cuantificara cada una de las variables dependientes de estos estudios.

3.1.2. Nivel de la investigación

Descriptiva, ya que establece los registro, análisis e interpretación de los diversos datos de la especie en estudio.

3.1.3. Diseño de la investigación

La investigación responde al diseño experimental, porque permite recoger información precisa de las variables en estudio, por la manipulación intencionada la variable independiente así como, la evaluación del grado de asociación entre estas dos determinaciones (Hernández et al., 2014)³⁸.

3.2. Población y muestra

Población: Estuvo constituida por las hojas de la especie *Beta vulgaris.L. (beterraga)*, proveniente de campos de cultivo del Valle de Cañete, provincia y departamento de Lima.

Muestra: Constituida por las hojas de la especie vegetal beterraga, las que fueron adquiridas en los mercados de abasto de Ica.

CAPÍTULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Recopilación de información teórica:

La recopilación de datos se realizará a través de lecturas, anotaciones, análisis, interpretación y fichajes.

Recopilación de datos empíricos de laboratorio

- Espectrofotométricos
- Análisis gravimétricos y volumétricos
- Interpretación
- Toma de datos con instrumentos de medición

4.2. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tratamientos de las muestras

Obtenidas las hojas de *Beta vulgaris* (beterraga) en dos puestos del mercado Arenales de la ciudad de Ica, se trasladaron a los ambientes del laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, donde se limpiaron de polvo y partículas extraña con una franela, se colocaron a secar bajo sombra por espacio de 21 días. El material seco se trozo e introdujo en un molino analítico de laboratorio marca Ika, se realizó la molienda hasta que la mayor parte del producto paso a través de tamiz N° 20.

Preparación del extracto

Se agrego 125g de hojas seca en polvo, se colocó en una botella de vidrio con alcohol etílico 1500 ml como solvente de extracción, por 15 días, las muestras fueron agitadas cada 02 días. Luego se filtró, los residuos de la filtración se retornaron a remojarse con otra dosis de etanol siguiendo los mismos procedimientos. Seguidamente se filtró, reuniéndose los filtrados y se llevaron a un rotavapor Buchi R-205 para concentrar y posteriormente se llevó a sequedad a traves de una estufa Binder a Temperatura de 40° por 48 horas.

Marcha fitoquímica

Del extracto de las hojas de *Beta vulgaris* (betarraga) para comprobarse las presencias del metabolito secundario como: antraquinonas, flavonoides saponinas taninos entre otros, mediante reacciones de coloración y precipitación. (Lock, 2016)³⁹.

Métodos para determinar el compuesto fenólico totales

Los fenoles totales determinados por los métodos de Folin - Ciocalteu, se comprobó la capacidad reductora debiendo medirse la absorbancia proporcionada con un espectrofotómetro a 760 nm.

Antioxidantes

Método DPPH

Surco F., et. al., (2020)⁴¹. El análisis se efectuó mezclando 2,9 mL de disolución de 100 μ M DPPH en etanol que presento una absorbancia de 0,956 y adicionando 2000 μ L de las disoluciones en un vial de color ámbar, se esperó por espacio de 30 minutos se volvió a medir las absorbancias a 517 nm. Las muestras se determinaron por triplicado. Se halló el porcentaje de inhibición de cada una de las soluciones correspondientes.

Método FRAP

Sirve para la medición del poder reductor en las muestras de plasma, también utilizado para el ensayo de antioxidantes en productos botánicos (Strain 1996). Al inicio de esta determinación, primero se preparó el complejo reaccionante para la actividad, el mismo que está compuesto por una combinación de tampón de acético 300 mM (pH = 3,6), TPTZ 10 mM en HCL 40 mM y tricloruro férrico 20 mM a razón de 10:1:1 (v: v. v). Luego de haberse desarrollado, agrego 3 mL del reactante FRAP (el preparado anterior) en un envase ámbar, midiendo previamente a 593 nm la absorbancia. Luego, se añadió 100 μ L de cada una de las soluciones del estándar o las soluciones del extracto a valorar mezclándolo con vórtex por medio minuto. Pasando 360 segundos de incubación a temperatura ambiente, se realizó una nueva lectura a 593 nm, restando los valores de las absorbancias iniciales se obtuvo la absorbancia resultante. La muestra se ensayó por triplicado realizando una curva de cuantificación con el estándar usado (trolox).

2.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron procesados a través de métodos estadísticos paramétricos y no paramétricos, mediante las hojas de cálculo del programa estadístico SPSS versión 23, lo que permitió determinar la capacidad antioxidante para cada uno los componentes, lo que nos permite efectuar la comprobación de hipótesis planteada.

CAPITULO V:

RESULTADOS

Tabla 2. Rendimiento porcentual del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* beterraga

Peso de hojas (g)	Volumen de solvente	Peso de extracto seco	Rendimiento porcentual
125,3	1500	10,4626	8,35
125,8	1500	10,0766	8,01
121,9	1500	9,9349	8,15
Promedio			8,17

Para posteriores análisis se juntaron todos los extractos obtenidos

Tabla 3. Parámetros de caracterización del extracto etanólico de las hojas de la especie *Beta vulgaris* (beterraga)

Parámetros	Resultados	Unidades
Solidos totales	90,66	g/100g
Humedad	9,34 ± 0,92	g/100g
Cenizas	18,3 ± 0,59	g/100g
pH	4,17 7 ± 0,32	..
Solidos solubles	39,5 ± 0,2	° Brix

Los valores son promedios de tres repeticiones

Tabla 4. Metabolitos secundarios en el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metabolito	Reacción	Resultado
Flavonoides	Prueba de Shinoda	Positivo
	Prueba Rosenhein	Positivo
Alcaloide	Drangedorff	Negativo
	Mayer	Positivo
	Prueba de Wagner	positivo
Taninos	Prueba de FeCl ₃	Positivo
	Prueba de gelatina-sal	Positivo
Esteroides	Prueba de Liebermann-Buchard:	Positivo
	Prueba de vainillina-ácido orto-fosfórico	Negativo
Sesquiterpenos	Prueba de Erlich	Positivo
Saponina	Prueba de la espuma	Negativo

Tabla 5. Valores de los patrones de pentóxido de fosforo para la determinación de la curva de cuantificación.

Patrón (mgP2O5/100ML)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,0372	0,176	0,186	0,181
0,075	0,341	0,337	0,339
0,15	0,670	0,672	0,671
0,3	1,331	1,349	1,335
0,6	2,895	2,872	2,887

Nota: La última fila muestras valores fuera de limite lectura lineal del equipo

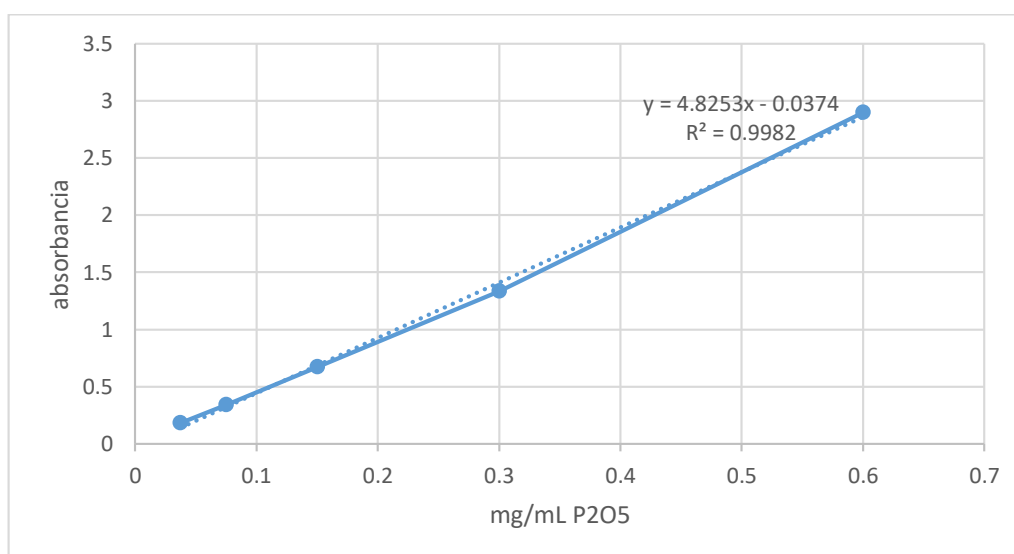


Figura 9. Curva de cuantificación para la determinación del contenido de fósforo

Tabla 6. Contenido de fosforo en el extracto etanólico de *Beta vulgaris* (beterraga)

Peso de Mta (g)	Dilución	Absorbancia	Lectura Concentración	CC. final	Promedio
1,3507	50	0,306	0,071	2,63	2,68
1,2279	50	0,286	0,067	2,72	

Nota: Cc = concentración

Tabla 7. Valores de absorbancia de los patrones de bario para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón bario (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,025	0,031	0,037	0,034
0,05	0,069	0,068	0,039
0,1	0,141	0,157	0,149
0,3	0,424	0,417	0,421

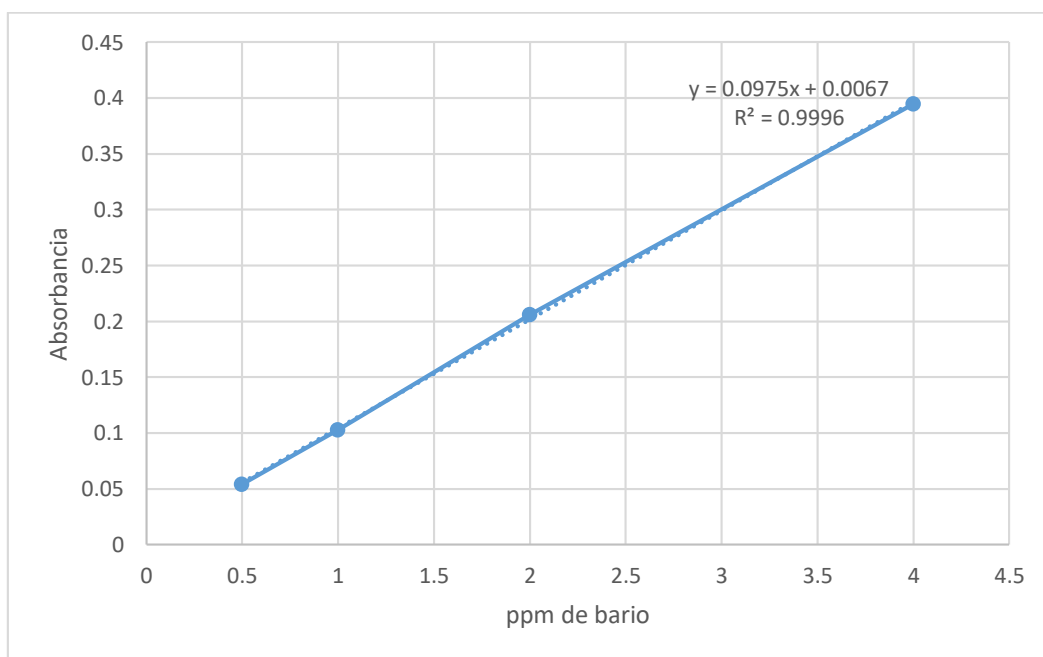


Figura 10. Curva de cuantificación de bario

Tabla 8. Contenido de bario de extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris L.*

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Bario	1,1751	50	0,021	0,89
	1,2309	50	0,023	0,93

$0,91 \pm 0,02$ mg/100g de extracto

Tabla 9. Valores de los patrones de cobre para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón cobre (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,5	0,051	0,058	0,054
1	0,106	0,100	0,103
2	0,201	0,211	0,149
4	0,392	0,400	0,396

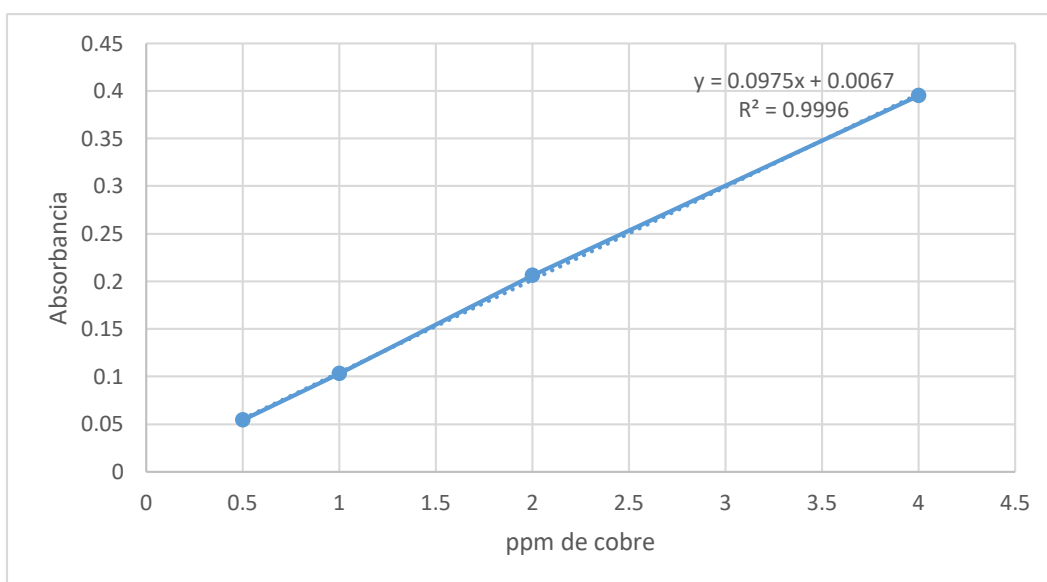


Figura 11. Curva de cuantificación para cobre

Tabla 10. Contenido de cobre del extracto de hojas de beterraga.

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Cobre	1,1751	50	0,405	17,23
	1,2309	50	0,401	16,29

16,76 ± 0,53 mg/100g de extracto

Tabla 11. Valores de los patrones de hierro para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón hierro (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,5	0,024	0,028	0,026
1	0,047	0,051	0,049
3	0,125	0,113	0,119
5	0,215	0,213	0,219

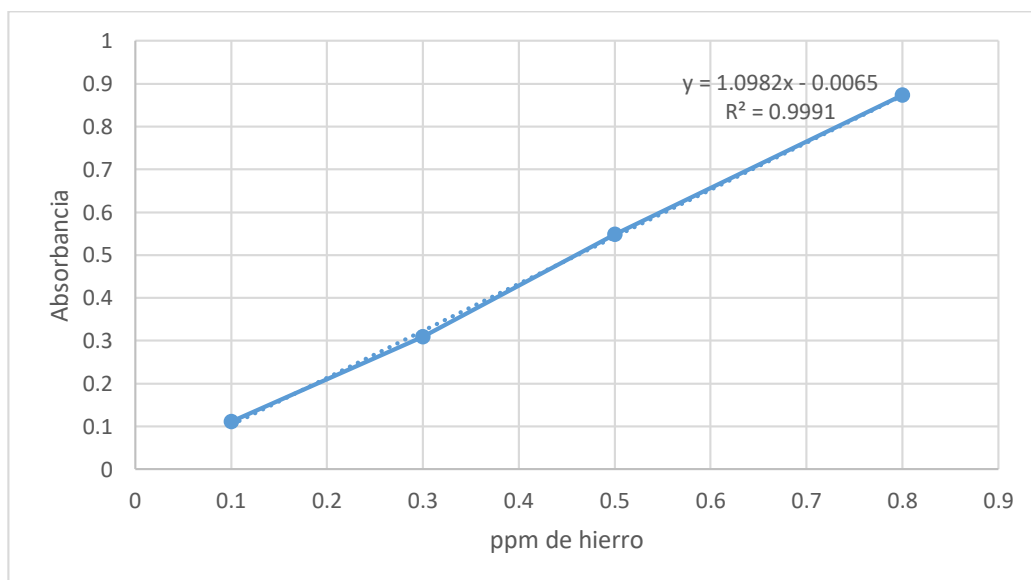


Figura 12. Curva de cuantificación para hierro

Tabla 12. Contenido de Hierro en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Hierro	1,1751	50	1,32	56,17
	1,2309	50	1,34	54,43

$55,3 \pm 0,87$ mg/100g de extracto

Tabla 13. Valores de los patrones de manganeso, curva de cuantificación

Patrón de manganeso (ppm)	Absorbancia Rep. 1	Absorbancia Rep. 2	Promedio
0,5	0,024	0,028	0,026
1	0,047	0,051	0,049
3	0,125	0,113	0,119
5	0,215	0,213	0,219

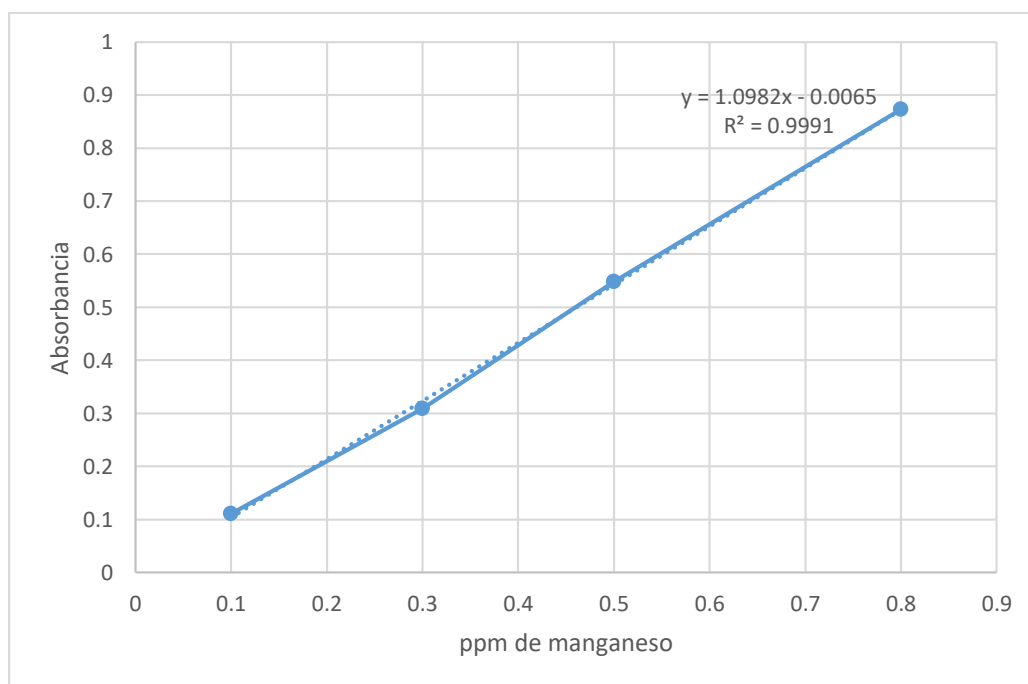


Figura 13. Curva de cuantificación para manganeso

Tabla 14. Contenido de manganeso en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Manganeso	1,1751	50	0,143	6,08
	1,2309	50	0,147	5,97

$6,03 \pm 0,07$ mg/100g de extracto

Tabla 15. Valores de los patrones de antimonio para la determinación de la curva de cuantificación.

Patrón antimonio (ppm)	Absorbancia repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,5	0,021	0,021	0,021
1	0,062	0,063	0,063
3	0,205	0,177	0,191
5	0,368	0,376	0,372

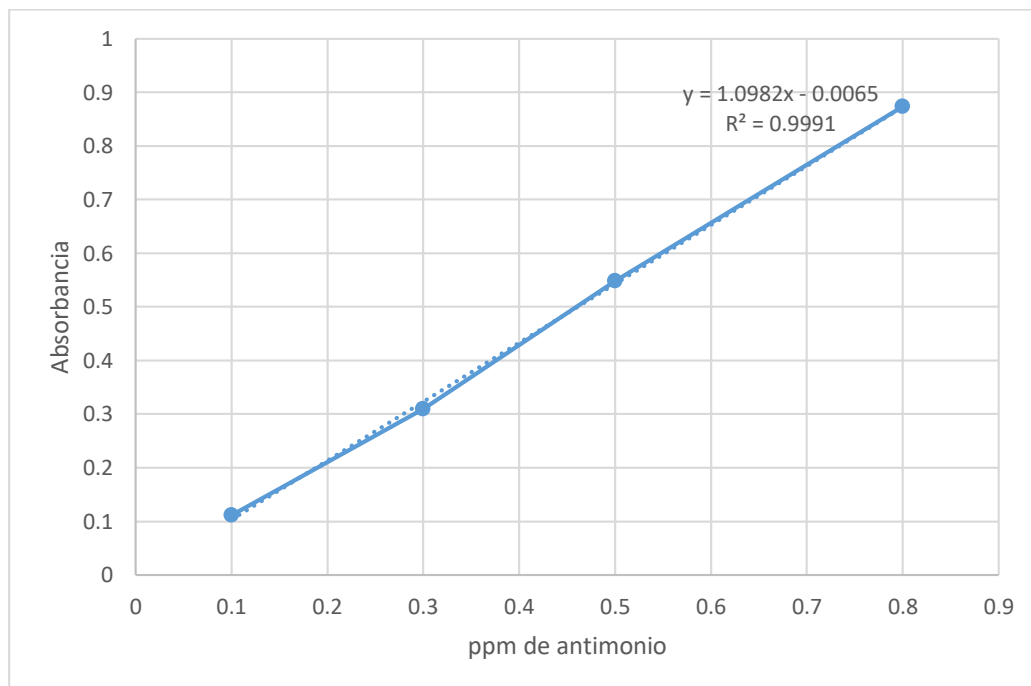


Figura 14. Curva de cuantificación de antimonio

Tabla 16. Contenido de antimonio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (Beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Antimonio	1,1751	50	0,0	--
	1,2309	50	0,0	--

Se reporta N.D. = porque no existe lectura por debajo de límite de detección

Tabla 17. Valores de los patrones de arsénico para la determinación de la curva de cuantificación.

Patrón arsénico (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,05	0,014	0,015	0,015
0,1	0,028	0,026	0,027
0,3	0,089	0,093	0,092
0,5	0,175	0,183	0,179

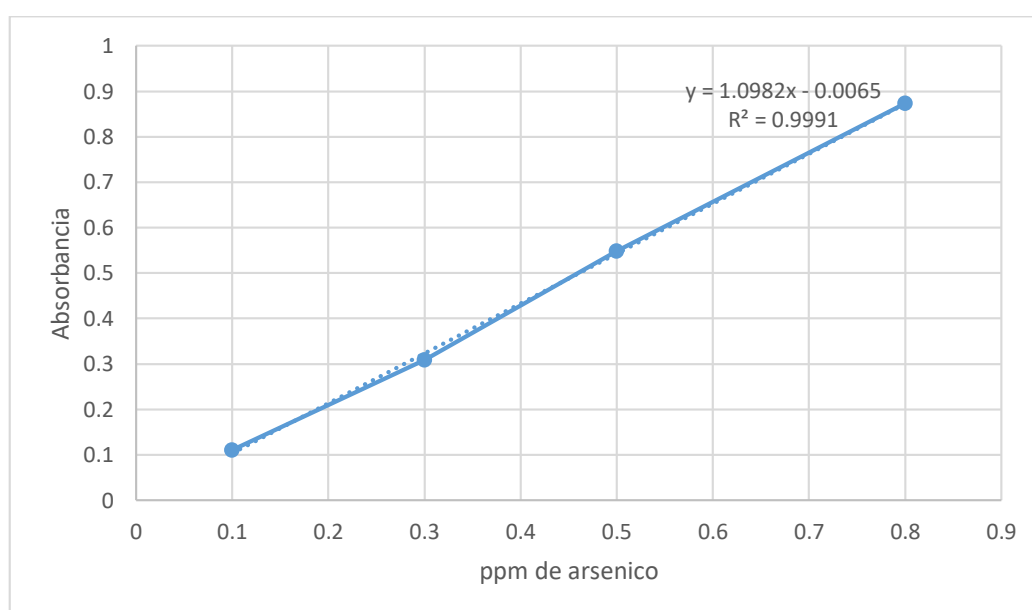


Figura 15. Curva de cuantificación de arsénico

Tabla 18. Contenido de arsénico de extracto de hojas de *Beta vulgaris* L.

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Arsénico	1,1751	50	0,0	N.D.
	1,2309	50	0,0	N.D.

Se reporta N.D. = porque no existe lectura por debajo de límite de detección

Tabla 19. Valores de los patrones de plomo para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón plomo (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,1	0,034	0,015	0,035
0,3	0,080	0,076	0,078
0,5	0,149	0,153	0,152
1	0,179	0,283	0,281

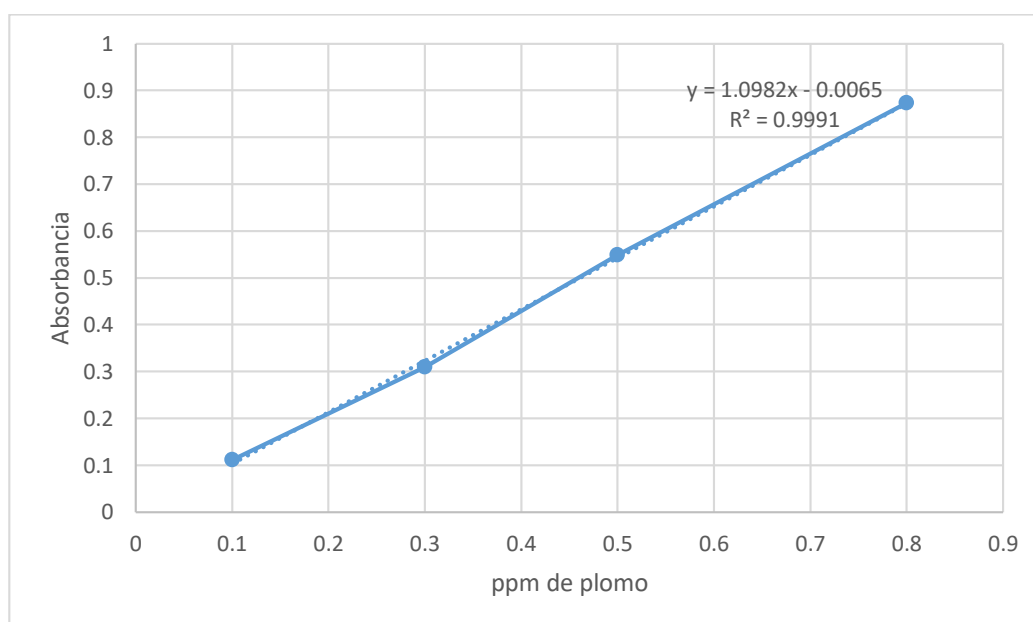


Figura 16. Curva de cuantificación de plomo

Tabla 20. Contenido de plomo en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Plomo	1,1751	50	0,0	N.D.
	1,2309	50	0,0	N.D.

Se reporta N.D. = porque no existe lectura por debajo de límite de detección

Tabla 21. Valores de los patrones de cromo para la determinación de la curva de cuantificación-

Patrón cromo (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,1	0,034	0,015	0,035
0,3	0,080	0,076	0,078
0,5	0,149	0,153	0,152
1	0,179	0,283	0,281

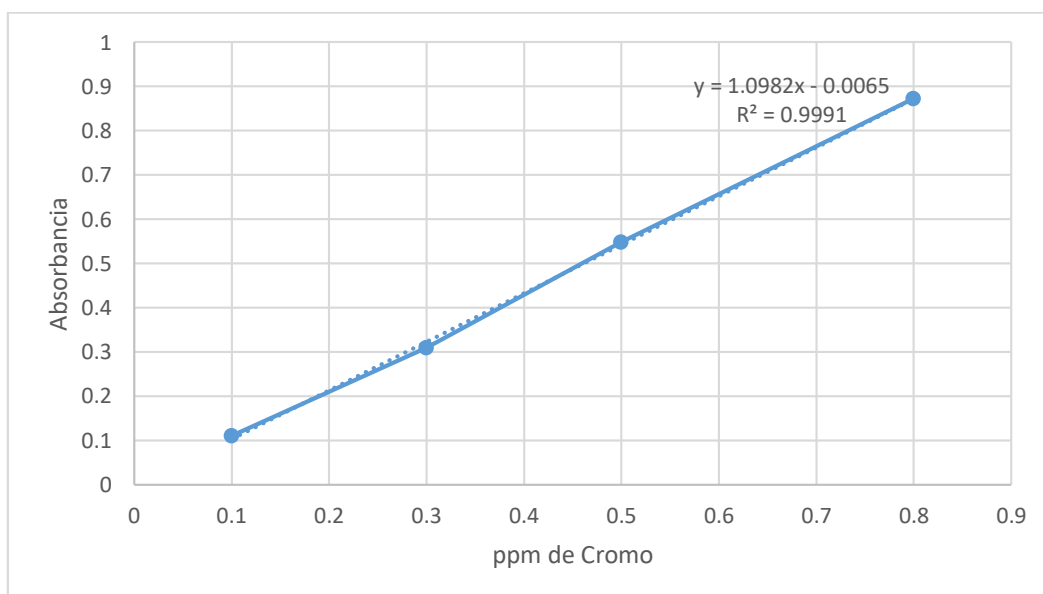


Figura 17. Curva de cuantificación de cromo

Tabla 22. Contenido de cromo en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Cromo	1,1751	50	0,0	N.D.
	1,2309	50	0,0	N.D.

Se reporta N.D. = Porque no existe lectura por debajo de límite de detección

Tabla 23. Valores de los patrones de zinc para la determinación de la curva de cuantificación.

Patrón zinc (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,1	0,034	0,015	0,035
0,3	0,080	0,076	0,078
0,5	0,149	0,153	0,152
1	0,179	0,283	0,281

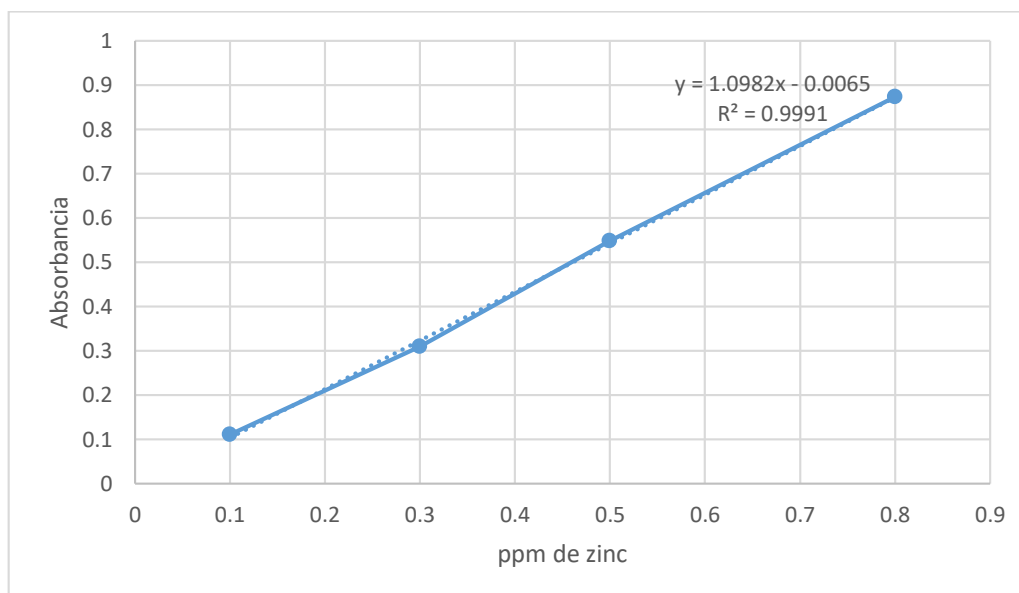


Figura 18. Curva de cuantificación para zinc

Tabla 24. Contenido de zinc en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución 1	Dilución 2	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Zinc	1,1751	50	5/50	0,079	33,61
	1,2309	50		0,089	36,15

$34,88 \pm 1,27$ mg/100g de extracto

Tabla 25. Valores de los patrones de selenio para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón selenio (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,05	0,018	0,018	0,018
0,1	0,037	0,038	0,038
0,3	0,109	0,107	0,108
0,5	0,179	0,173	0,177

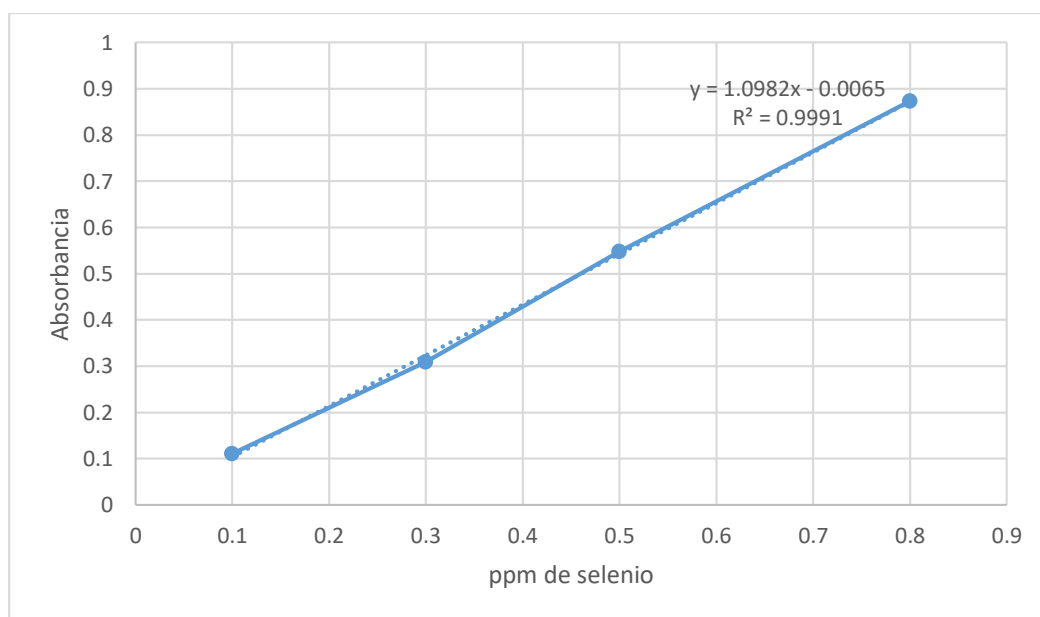


Figura 19. Curva de cuantificación de selenio

Tabla 26. Contenido de selenio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* L.

Metales	Peso de muestra	Dilución	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Selenio	1,1751	50	0,0	N.D.
	1,2309	50	0,0	N.D.

Se reporta N.D. = porque no existe lectura por debajo de límite de detección

Tabla 27. Valores de los patrones de calcio para la determinación de la curva de cuantificación

Patrón calcio (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,5	0,029	0,029	0,029
1	0,057	0,058	0,058
2	0,099	0,098	0,099
3	0,146	0,150	0,148
4	0,198	0,213	0,203

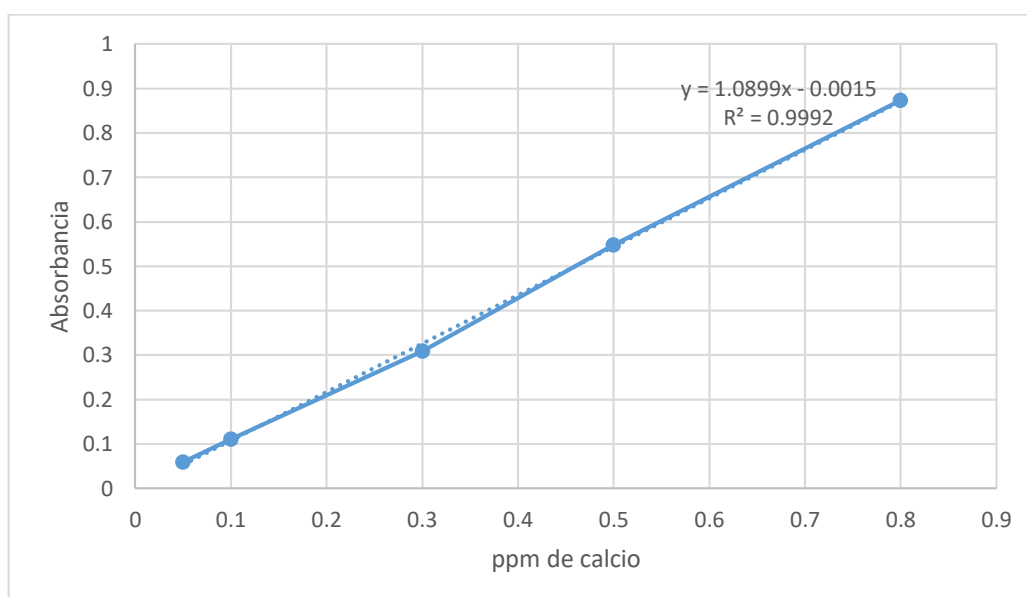


Figura 20. Curva de cuantificación para calcio

Tabla 28. Contenido de calcio en la muestra de extracto de hojas de *Beta vulgaris* (Beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución 1	Dilución 2	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Calcio	1,1751	50	5/50	0,472	200,8
	1,2309	50		0,498	202,29

201,55 ± 0,75 mg/100g de extracto

Tabla 29. Valores de los patrones de magnesio para la determinación de la curva de cuantificación.

Patrón Magnesio (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,05	0,059	0,058	0,059
0,1	0,109	0,113	0,111
0,3	0,301	0,325	0,309
0,5	0,559	0,526	0,548
0,8	0,898	0,823	0,873

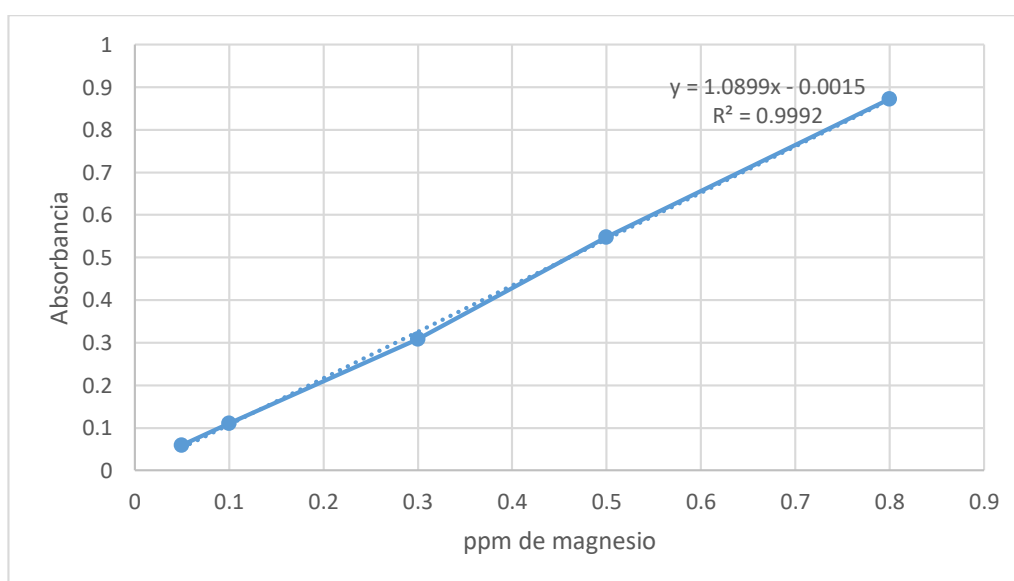


Figura 21. Curva de cuantificación para magnesio

Tabla 30. Contenido de magnesio en el extracto de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Metales	Peso de muestra	Dilución 1	Dilución 2	Lectura ppm	mg/100g de extracto
Magnesio	1,1751	50	1/100	0,115	489,23
	1,2309	50		0,117	475,26

482,25 ± 6,99 mg/100g de extracto

Tabla 31. Valores de absorbancia y porcentaje de DPPH del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* L.

Extracto (mg/ml)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio	Porcentaje Inhibición
0,52	0,946	0,950	0,948	2,07
1,05	0,919	0,9234	0,921	4,85
2,10	0,859	0,873	0,866	10,54
4,19	0,777	0,781	0,779	19,52
8,38	0,628	0,624	0,626	35,33
Blanco	0,968			

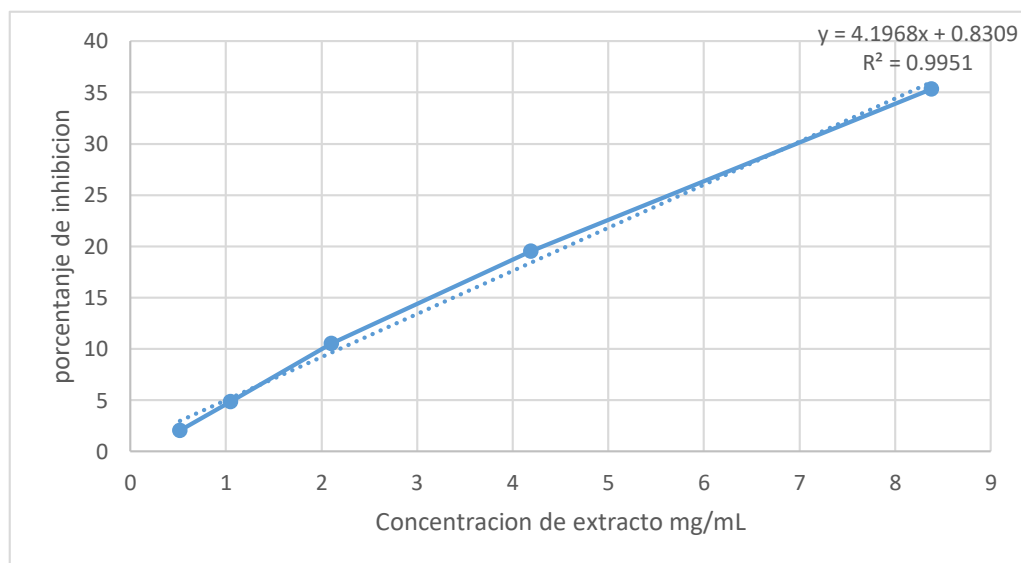


Figura 22. Curva de correlación de concentración del extracto vs porcentaje de inhibición del radical DPPH

IC 50 = 11,72 mg/mL

Tabla 32. Valores del patrón trolox para la determinación de la curva de cuantificación por el método FRAP

Patrón de Magnesio (ppm)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio
0,0312	0,129	0,135	0,132
0,0623	0,189	0,162	0,180
0,125	0,301	0,300	0,301
0,25	0,471	0,498	0,48
0,5	0,854	0,812	0,830
1	1,415	1,441	1,426

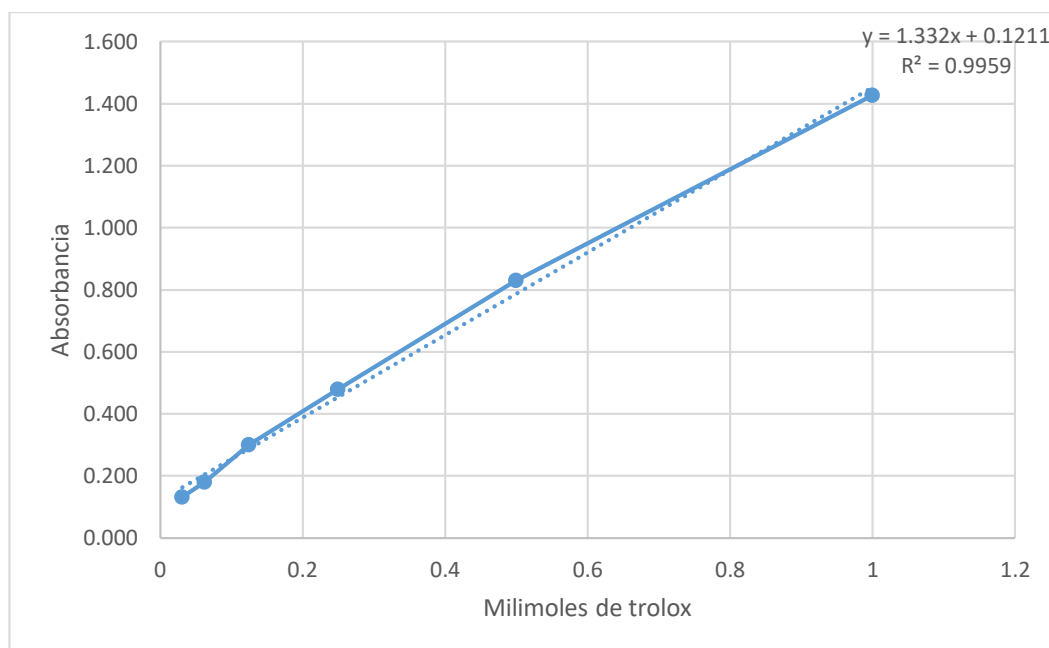


Figura 23. Curva de cuantificación de trolox por el método FRAP

Tabla 33. Valores de absorbancia y su correspondiente TEAC por el método FRAP del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga)

Extracto (mg/mL)	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	Promedio	Milimoles equivalentes de trolox
0,47	0,075	0,084	0,078	--
0,95	0,194	0,176	0,189	0,051
1,89	0,362	0,310	0,378	0,193
3,79	0,778	0,786	0,782	0,497
7,57	1,456	1,481	1,476	1,02

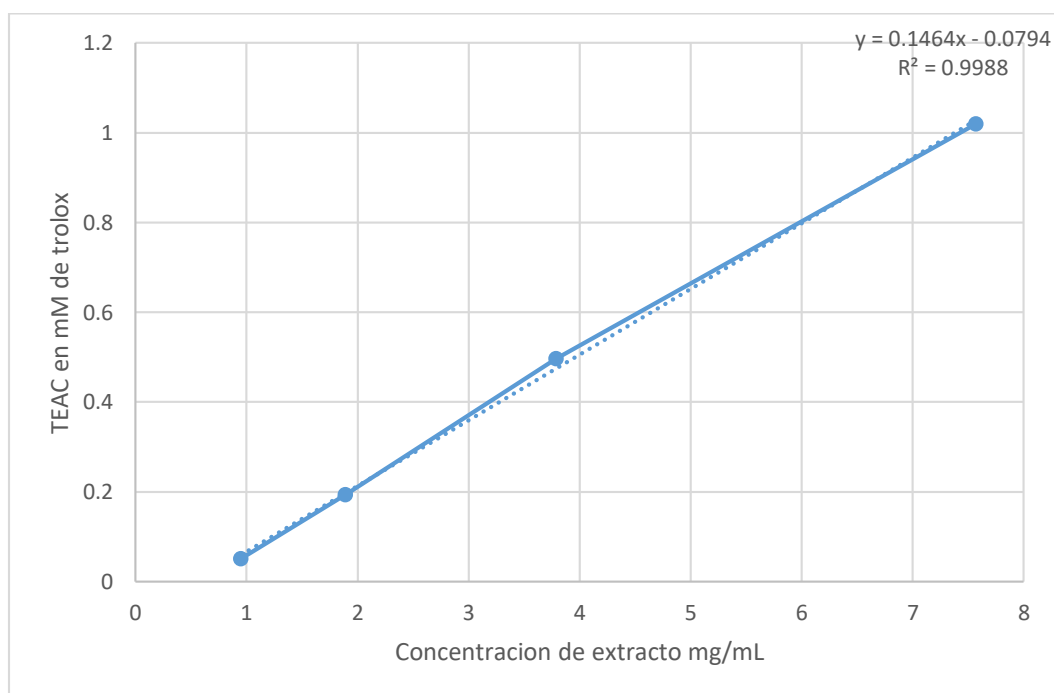


Figura 24. Correlación entre concentración vs equivalentes de trolox por el método FRAP

1mg de extracto equivale a 0,067 mM de trolox

Tabla 34. Valores de absorbancia de las soluciones de ácido gálico

Concentración de ácido gálico	Absorbancia Rep. 1	Absorbancia Rep. 2	Promedio
33,7	0,144	0,160	0,157
67,5	0,252	0,247	0,250
125	0,418	0,419	0,419
250	0,848	0,862	0,855
500	1,750	1,827	1,796

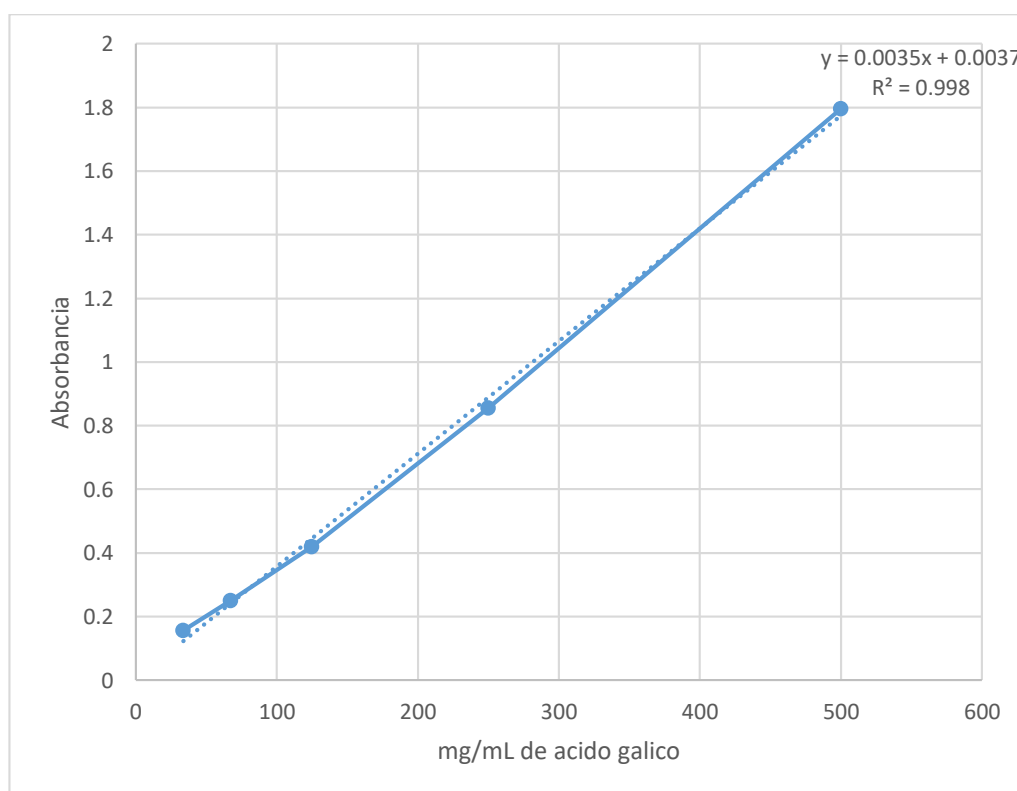


Figura 24. Curva de cuantificación de polifenoles en base al ácido gálico

Tabla 35. Concentración de polifenoles totales expresados ácido gálico

Concentración extracto mg/mL	Absorbancia Repetición 1	Absorbancia repetición 2	µgEAG
0,051	0,199	0,202	56,4
0,103	0,424	0,432	121,4
0,205	0,740	0,756	218,9
0,41	1,470	1,494	422,4
0,82	2,780	2,798	821,5

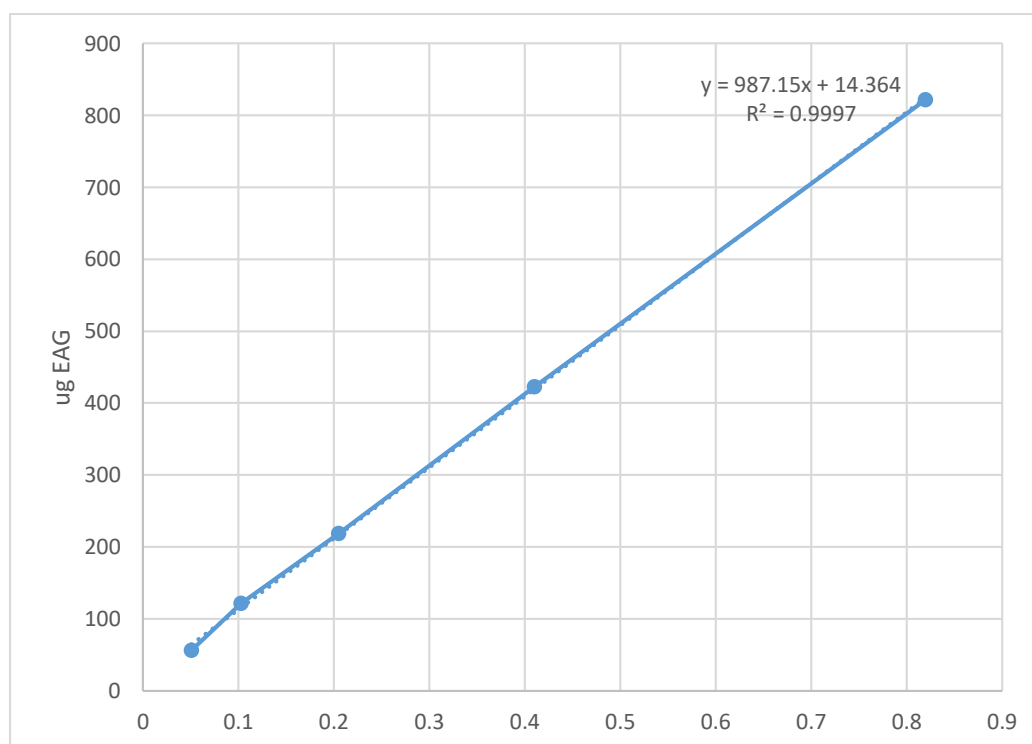


Figura 25. Correlación entre la cc de extracto y equivalente de ácido gálico
Polifenoles totales 1001,4 mg de EAG/g de extracto.

6.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las primeras crónicas del origen de la familia botánica Beta se hallan en la literatura Griega desde hace 420 a.c., donde se le menciona como “plantas de jardín versátiles”; señalándose variedades claras y oscuras. En América fue introducida por españoles y portugueses (Baca 2015)²².

Involucra diversas variedades las cuales son cultivadas de acuerdo a los usos, entre las que tenemos: *Beta vulgaris* var. Crasa., remolacha forrajera que presenta como características tener un alto contenido de la sacarosa; *Beta vulgaris* var. saccharifera., remolacha azucarera es una variación obtenida en su raíz; *Beta vulgaris* var. cycla., remolacha hortícola especialmente cultivada por sus hojas, que tiene como características tener un peciolo muy largo, carnoso y blanco; *Beta vulgaris* var. Cruenta, es dulce, carnoso por los metabolitos coloreados como las betalainas y antocianinas, de esta se procede el cultivar Early Wonder. Betarraga de ensalada o mesa, objeto del presente estudio (Baca 2015, Amaro, 2014)^{22,2}. Las hojas más jóvenes se encuentran en el interior del epicótilo (corona) circundadas por las hojas más viejas. El número total de hojas que pueden alcanzar aproximadamente cincuenta cm, pereciendo al término del ciclo. Se conoce que cualquier alteración de agentes atmosféricos, agronómicos o patológicos pueden perjudicar su estado, y esto traerá disminución de la cosecha (Amaro, 2014; Casierra-Posada y Pinto-Correa, 2011)^{23,41}, El presente trabajo tuvo como objetivo aprovechar al máximo los residuos o restos de los alimentos o productos sometidos a procesamiento. Según el estudio sobre Alimentación y Agricultura (FAO, 2018)⁴⁸ para la reducción global sobre las pérdidas y desperdicios de los alimentos, un tercio mundialista sobre producción dirigida al consumo humano se pierden o se desaprovechan cada año (Gustavsson et al., 2011)⁴². En este caso las hojas de la beterraga fueron adquiridas en el mercado Arenales de la ciudad de Ica, en el cual se comercializa las raíces para consumo principalmente como ensaladas, donde la mayoría de personas al adquirir dichas raíces para consumo, solicitan se separen las hojas, esto origina una gran biomasa que tiene un impacto ambiental y económico en lo referente a su disposición, que podrían ser menguado con un conveniente uso de estos subproductos o residuos que representan aproximadamente el cincuenta por ciento de la masa del producto, y se sabe que son una fuente valorable de compuestos bioactivos, nutrientes y minerales (Nutter et al, 2020)¹³. Para el estudio se seleccionaron las hojas de mejor estado de presentación y después de ser limpiadas, desecadas y molidas se procedió a la maceración con etanol, que posteriormente fue llevado al rotavapor para su secado correspondiente. Se reunieron los tres extractos de las repeticiones ensayadas y se guardaron en frasco de color ámbar de boca ancha, hasta que se pudieron realizar los respectivos análisis.

Para valorar la técnica y económicamente el proceso, se evaluó el rendimiento del extracto de hojas secas (Tabla 2), lo cual dio un 8,17% valor considerable teniendo en cuenta la gran cantidad

de estos desechos que se origina en los mercados durante la comercialización; así mismo, en la (Tabla 3) podemos apreciar los parámetros, determinados por triplicado para la caracterización y estandarización del extracto aquí podemos apreciar los rangos correspondientes a: sólidos totales (90,66 g/100 g); humedad ($9,34 \pm 0,92$ g/100 g); (cenizas ($18,3 \pm 0,59$ g/100 g); pH ($4,17 \pm 0,32$); sólidos solubles ($39,5 \pm 0,2$), debido a que la humedad no fue mayor a 10% permite garantizar su conservación, al evitar el posible crecimiento de mohos y bacterias, de igual manera el alto contenido de cenizas obtenido representó concentraciones elevadas de sales minerales y por ende de diversos micronutrientes minerales que aportaría el extracto. Se visualizar los resultados de screening (Tabla 4) realizado al extracto etanólico obtenido de hojas de beterraga, predominó los metabolitos secundarios de naturaleza fenólicos como flavonoides, ácidos fenólicos, antocianinas entre otros, como lo determino en su tesis doctoral para raíces de esta especie Siso, 2017)¹⁴. En la tabla 5 observamos los valores de los diferentes patrones de fosforo con los que se establecen la curva de cuantificación visualizada en el figura 9 y con lo cual podemos hallar el contenido de fosforo expresado como pentóxido de fosforo en el extracto. Este es un elemento estructural básico de los ácidos nucleicos y de las membranas celulares pero también está conexo en diversos procesos biológicos, incluyendo la producción de energía, la mineralización ósea, la señalización celular por medio de las reacciones de fosforilación, de igual manera el equilibrio de la homeostasis acido-básica. Si bien no es común reportar una deficiencia de fósforo dietario, pues la dieta abastece con creces los requerimientos diarios; solo es observada en aquellos trastornos hereditarios raros que involucran la pérdida de fósforo renal. La ingesta diaria recomendada es de 700 mg/día de fósforo en adultos saludables (Heaney 2012, Martin et al 2012)^{15,43}. En la tabla 7 y 8 así como en el grafico 10 se aprecia las condiciones para la determinación de bario cuyo promedio de $0,91 \pm 0,02$ mg/100 g de extracto, siendo este un elemento que en altas concentraciones serian perjudicial para la salud, ya que puede producir ciertas alteraciones en el organismo como vómitos, diarrea, presión sanguínea, latidos del corazón entre otros. Un estudio demostró que personas que bebieron agua que contenía concentraciones de hasta 10 ppm de bario en un periodo 4 semanas no sufrieron modificaciones de la presión o del latido del corazón. En consecuencia la cantidad determinada en el extracto de beterraga no representa riesgo alguno por lo que no es considerando un compuesto de uso frecuente. Tablas 9, 10 y su correspondiente figura 11, se puede observar la cantidad obtenida de $16,76 \pm 0,53$ mg/100 g de cobre en el extracto de beterraga; considerando que el cobre es un micronutriente mineral que desempeña funciones enzimáticas en sistemas del metabolismo tisular, activación de genes, transferencia electrónica e interacciones con el hierro para la síntesis de la hemoglobina y consecuentemente la prevención de anemia. Silva -Trejos (2012)¹⁶, manifestó que el elemento cobre se absorbe en el tracto gastrointestinal y es transportado a los diversos tejidos a traves de las proteínas lábiles del plasma. Asimismo tenemos a Feoktistova y Clark 2018⁸ quienes expresaron que el mecanismo de transporte del cobre no está completamente dilucidado hasta hoy; de ahí la necesidad de seguir

profundizando en este tema. Por lo que podemos visualizar que la betarraga es una buena fuente de cobre orgánico. En la tabla 11 y 12, y el respectivo gráfico 12, se observa el contenido de hierro de $(55,3 \pm 0,87 \text{ mg}/100\text{g})$ obtenido del extracto de beterraga, nos permite identificar que sus hojas que son consideradas como un producto de desecho por la inmensa biomasa que se produce, resulta ser un considerable valor de aporte de hierro, elemento esencial de la hemoglobina cuya función principal es llevar oxígeno a todas las células de los tejidos a través de la sangre, y su desventaja es que este se encuentra en la forma de hierro no hemo y su absorción deficiente. (Tabla 13 y 14), gráfico 13, el aporte de contenido de manganeso determinado de $(6,03 \pm 0,87 \text{ mg}/100\text{g})$ de beterraga es considerable, de modo tal que el manganeso por ser un micronutriente mineral necesario para mantener sano el organismo, ya que el cuerpo humano utiliza este elemento en la elaboración de energía y defensas de las células del organismo. Así lo expresa quien considera al manganeso como una fuente apreciable con los requerimientos máximos de orden de 2,8 mg por día debido a que el cuerpo humano utiliza el manganeso en la elaboración de energía y defensas de las células del organismo, no se ha probado que este mineral en las concentraciones que normalmente se encuentra en los alimentos sea nocivo. En cuanto al contenido de minerales pesados considerados tóxicos tenemos: Tablas: 16, figura 14 (antimonio); Tb.18, fig.15 (arsénico); Tb.20, fig.16 (plomo); Tb.22, fig.17 (cromo); Tb.26, fig.19 (selenio), todos estos elementos debido a su concentración que es menor al límite de detección del método utilizado, se reporta como no detectable. Tabla 24, figura 18 en cuanto al contenido de zinc del extracto de beterraga se tuvo un promedio de $(34,88 \pm 1,27 \text{ mg}/100\text{g})$ siendo consideradas concentraciones adecuadas para el buen funcionamiento del organismo, debido a que su deficiencia afecta la salud en cualquier edad. Así lo manifiesta Velásquez, et. al. (2014)¹⁸ como un aporte adecuado que reduce la incidencia y gravedad de la diarrea en niños, aumenta la absorción de agua y electrolitos, disminuye la frecuencia la neumonía y posiblemente el paludismo, mejora los mecanismos inmunológicos, incluyendo la inmunidad celular y produce elevados niveles de anticuerpos, mejorando el apetito. Tabla 28 figura 20, en lo referente al promedio de calcio determinado se tuvo $(201,55 \pm 0,75 \text{ mg}/100\text{g})$ Tabla 30 figura 21, el promedio de magnesio determinado se tuvo $(482,25 \pm 6,99 \text{ mg}/100\text{g})$ del extracto, conociendo que este elemento desempeña un rol de unas 300 reacciones enzimáticas implicado en el metabolismo energético, la adecuada utilización de la glucosa, la síntesis y degradación de los ácidos grasos, la síntesis proteica, la contracción muscular y en todas aquellas funciones de la ATPasa; así como todas las reacciones hormonales. De modo que este elemento está estrechamente implicado en el sostenimiento del balance iónico celular a través de su asociación con el potasio, sodio y calcio (Baca et al, 2015)²².

Respecto a la determinación por el método (DPPH) de captación de antioxidantes presenta un IC_{50} igual a 11,72 mg/mL del extracto etanólico de las hojas de beterraga; es decir que para inhibir la absorbancia de este radical en un 50%, se requiere de 11 mg/mL de extracto, para lo

cual comparado con la capacidad determinada para raíces o bulbo es relativamente baja, considerando que estas raíces de color pardo rojizo predominan sustancias de tipo antocianinas entre las que destacan las betalaina. Sin embargo cuando se determinó la propiedad antioxidante por el método (FRAP) el cual está basado en el mecanismo de transferencia de electrones se observa una alta capacidad antioxidante de (0,067mM de Trolox) que se puede correlacionar con el alto contenido reportado por otros autores como Macias y Suarez 2019⁶, Gómez et al., 2018⁷, Gunie et al., 2018¹⁹, resultado que se pueden apreciar en la tabla 35 y su correspondiente figura 25. Por lo tanto, al contrastar la hipótesis planteada con los resultados obtenidos podemos afirmar el cumplimiento a cabalidad de dicha hipótesis general planteada.

V. CONCLUSIONES

La especie de *Beta vulgaris* (beterraga) comercializada para el consumo humano en los mercados de la ciudad de Ica, generan gran cantidad de residuos/desechos que pueden ser aprovechados dándole un valor agregado que mejoraría la rentabilidad de la cadena agroalimentaria.

- El rendimiento del extracto etanólico se considera apreciable, por los compuestos bioactivos presentes (Flavonoides, alcaloides, taninos, esteroides, saponinas)
- En el extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga), se hallaron minerales como: Magnesio (482,25 mg/100g), hierro (55,3 mg/100g), zinc (34,88 mg/100g) y calcio (201,55 mg/100g), que se pueden considerar como una fuente valorable de micronutrientes.
- En cuanto a su determinación de la actividad antioxidantes del extracto etanólico de hojas de *Beta vulgaris* (beterraga), por el método DPPH se obtuvo una concentración de IC 50 = 11,72 mg/mL; mientras que por el método FRAP la concentración fue de 1mg de extracto equivalente a 0,067 mM. de trolox.
- En lo referente al contenido de Polifenoles totales entre ellos (Flavonoides, alcaloides, taninos, esteroides, saponinas) el resultado obtenido es relativamente alto.

RECOMENDACIONES

Dentro del marco del desarrollo de este estudio podemos sugerir las siguientes recomendaciones:

- Difundir el importante aporte de micronutrientes minerales obtenidos del extracto etanólico de estos residuos de las hojas de beterraga.
- Dar a conocer nuevos tipos de determinación de compuestos fenólicos presentes por la metodología de espectroscopia de masa para elucidación de las estructuras presentes.
- Aplicar nuevas determinaciones de actividad antioxidante por otros métodos como el CUPRAC y el ORAC, cuyo uso se está haciendo tendencia en el análisis de la muestra de alimentos por su alta sensibilidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Cruz, & Hinojosa. (2015). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4665/1/96T00297%20UDCTFC.pdf>
2. Benítez - Estrada, Abigail et al. Determinó antioxidantes totales en alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: En ensayos de fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP* [online]. 2020, vol.23 [citado 2023-01-28], e20200244. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2020000100103&lng=es&nrm=iso>. Epub 05-Mar-2021. ISSN 1405-888X. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>.
3. Bellido L. *Industrial Crops*. Madrid: Mundi-Press; 2003. [Links]
4. Muñoz Peña D, Aguilera Eguia R, Gonzales Wong C. Influencia de los agregados bioactivos de la betarraga sobre los efectos cardio-protectores: Una revisión narrativa. *Rev. Chil. nutr.* vol.45 no.2 Santiago 2018
5. Nutter, J.; Fernández, M.V.; Jagus, R.J.; Agüero, M.V. Alternatives for beet (*Beta vulgaris* L.) leaves revalorization - A bibliographic review. *Horticultura Argentina* 39 (100): Sep. - Dic. 2020.
6. Macías, R., Suarez, J., (2019) Determinar los polifenol total y actividades antioxidantes de las cascaras de la betarraga (*Beta vulgaris* L. [Tesis] Universidad de Guayaquil 2019. Disponible: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40740/1/BCIEQ-T-0390%20Mac%C3%ADas%20Candelario%20Rogger%20Bryan%3B%20Su%C3%A1rez%20Silva%20Jos%C3%A9%20Luis.pdf>
7. Gómez M. et al., Caracterizaciones Físicos Químicas y los Contenidos Fenólicos de la Remolacha (*Beta vulgaris* L.) libre y Sometidas a Tratamientos Térmicos. *Revisión*. 2018; 31(1):43-47 doi: 10.18273/revion.v31n1-2018007
8. Feoktistova Victorava, Liudmila, & Clark Feoktistova, Yulia. (2018). El metabolismo del cobre. Derivaciones para la salud humana. *MediSur*, 16(4), 579-587. Recuperado en 20 de marzo de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2018000400013&lng=es&tlng=es.

9. Fuente-Barria H, Muñoz Peña D, Aguilera Eguia R, Gonzales Wong C. Influencia de los agregados bioactivos de la betarraga (*Beta vulgaris* L) sobre los efectos cardio-protectores: Una revisión narrativa. Rev. Chil. Nutr. vol.45 no.2 Santiago. 2018
10. Guldiken, B., Toydemir, G., Nur, K., Okur, S., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2016). Home-Processed Red Beetroot (*Beta vulgaris* L.) Products: Changes in Antioxidant Properties and Bioaccessibility. International Journal of Molecular Sciences,
11. Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de Métodos Químicos y determinación de Actividad Antioxidante en Pulpa de Frutos 2018. Disponible en la URL:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000400016
12. Paladino, Simona. Antioxidantes de los grupos fenólicos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L) Universidad de Nápoles. 2018.
13. Fernández, M. V.; Jagus, R. J.; Agüero, M. V. 2020. Alternatives for beet (*Beta vulgaris* L.) leaves revalorization – A bibliographic review. Horticultura Argentina 39 (100): 249-271
14. Sisó Terraza P. Metabolitos secundarios exudados por raíces de plantas de Estrategia I en respuesta a la deficiencia de hierro: caracterización, transporte y función. Universitat de Lleida; 2017.
15. Heaney RP. Phosphorus. In: Erdman Jr. JW, Macdonald IA, Zeisel SH, eds. Present Knowledge in Nutrition. 10th ed. Ames: Wiley-Blackwell; 2012; 447-458.
16. Silva Trejos Paulina. Cobre como alimentos de consumo por modalidad de llama, Costa Rica. Rev. Costarric. Salud pública [Internet]. 2012 Dec [cited 2023 Mar 21]; 21(2): 92-95. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292012000200009&lng=en
17. Velázquez Pérez A, Pérez Duerto O, Pino de los Reyes JR, El zinc, micronutriente importante en la salud humana Zinc, Revista Electrónica Dr. Zoilo E Marinello. 2014 Vol. 39 (8)
18. Seijas Bernabé, Nadia. Efectos de las temperaturas y tiempos en las estabilidades fisicoquímicas de los extractos secos de *Beta vulgaris* L. ISSN 1810-6781 Rev. Cienc. Tecnol. 15(3): 51-58, (2019)

19. Guine, R., Goncalvez, F., Lerat, C., El Idrissi, T., Rodrigo, E., Correia, P., & Goncalves, J. (2018). Extraction of Phenolic Compounds with Antioxidant Activity from Beetroot (*Beta vulgaris* L.). *Nutrition & Food Science*, 350 - 358.
20. Rodríguez-Pallares X, Rojas-González F. et al. Valor nutricional de hojas y tallos de brócoli, apio y betarraga disponibles en un mercado mayorista de Santiago de Chile. 2020. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*. 2022; 20(3): 97- 107.
21. Amaro J. Influencia de la betarraga (*Beta vulgaris* var. *cruenta*) en los acrecimientos de los leucocitos, en ratone. *An. Fac. med.* vol.75 no.1 Lima ene. 2014
22. 22.- Baca Lujan, Erickson Elías. Influencia de los ácidos húmicos y fúlvicos en el crecimiento y desarrollo en betarraga (*Beta vulgaris* L). en condiciones de invernadero. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo 2015.
23. Casierra-Posada F y Pinto-Correa J. Incremento de planta variedad de remolacha (*Beta vulgaris* L. var. Crosby Egipcia) Por medio de cubierta de Color. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(2): 6081-6091. 2011.
24. Unavarra. Flora pratense y forrajera cultivada en la Península Ibérica. Herbario de la Universidad Pública de Navarra. Disponible en. https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Beta_vulg_p.htm.
25. Quiñones M., Miguel M., Aleixandre A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutr. Hosp.* [Internet]. 2012 Feb [citado 2023 Mar 22]; 27(1): 76-89. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009&lng=es.
26. Kozłowska, A., & Szostak, D. (2014). FLAVONOIDS - FOOD SOURCES AND HEALTH BENEFITS. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 79 - 85.
27. Panche AN, Diwan AD, Chandra SR. Flavonids: an overview. *J Nutr Sci*. 2016 Dec 29; 5: e 47. Doi: 10.1017/jns.2016.41. PMID: 28620474; PMCID: PMC 5465813.
28. Hartisch, Kolodziej, & Bruchhausen. (1997). Dual inhibitory activities of tannins from *Hamamelis virginiana* and related polyphenols. Obtenido de <https://botplusweb.portalfarma.com/Documentos/panorama%20documentos%20multimedia/PAM235%20PLANTAS%20MEDICINALE%20CON%20TANINOS.PDF>

29. Uria-Orona V, Heredia J, Muy-Rangel D, Niño-Medina G. Ácidos fenólicos con actividades antioxidantes en salvado del maíz y trigo. *Ecosistemas y recur. Agropecuarios* vol.3 no.7 Villahermosa ene /abr. 2016
30. Santamaria R. L. *Identificación de reductasas de ácidos hidroxicinámicos y sus derivados en "Lactobacillus plantarum" WCFS1*. [Tesis maestría] Univ. Complutense de Madrid. 2017.
31. Martínez-Valverde, I., Periago, M.J. y Ros, G. 2000. Significados nutricionales del compuesto fenólico de las dietas. *Nutrición*. 5 (1): 5-18.
32. García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). *Determinar los polifenol total por los métodos de Folin-Ciocalteu*. Univ. Politécnica de Valencia.
33. Ponce, & Reyes. (2011). evaluación de fertilizantes químicos y orgánicos en el cultivo de la remolacha. Obtenido de <https://siembra.webnode.es/que-siembro-/remolacha/>
34. Oroian & Escriche, (2015) Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis.}
35. Mercado - Mercado, Gilberto et al. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. *Nutr. Hosp.* [Online]. 2013, vol.28, n.1 [citado 2023-01-28], pp.36-46. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000100005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1699-5198. <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2013.28.1.6298>.
36. Benítez-Estrada, Abigail et al. Determinación antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP* [online]. 2020, vol.23 [citado 2023-01-28], e20200244. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-888X2020000100103&lng=es&nrm=iso>. Epub 05-Mar-2021. ISSN 1405-888X. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>.
37. Morillas-Ruiz JM y Delgado-Alarcón JM. Análisis nutricionales de alimento vegetal de diversos orígenes: Evaluaciones de las capacidades antioxidantes y compuesto fenólico total. *Nutr. clín. diet. hosp.* 2012; 32(2):8-20.
38. Hernández Sampieri R, et al,. *Metodologías de la Investigación*. Sexta ed. México: Mc Graw Hill: 2014
39. Lock de Ugaz O. Investigaciones Fitoquímicas. Métodos en el Estudio de productos naturales. 2° ed. PUCP. Lima. 2016

40. Surco-Laos, Felipe, Ayquipa Paucar, Hilda, Quispe Gamboa, Wilfredo, García Ceccarelli, Jorge, & Valle Campos, Manuel. (2020). Determinación de polifenoles y antioxidantes de semillas de uvas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 86(2), 123-131. <https://dx.doi.org/10.37761/rsqp.v86i2.282>
41. Pinto-Correa J. Crecimiento de Plantas de Remolacha (Beta vulgaris L. var. Crosby Egipcia) Bajo Coberturas de Color. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(2): 6081-6091. 2011.
42. Gustavsson J., Cederberg, C., Somesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. 2011. The methodology of the FAO study: Global Food Losses and Food Waste-extent, causes and prevention.
43. Martin A, David V, Quarles LD. Regulation and function of the FGF23/klotho endocrine pathways. *Physiol Rev.* 2012; 92(1):131-155. ([PubMed](#))
44. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology and Human Health Sciences. 2016 Website: <https://www.ntis.gov/>
45. Arroyo Morocho F. La Economía Circular Como Factor De Desarrollo Sustentable Del Sector Productivo. *INNOVA Research Journal* 2018, Vol 3, No. 12, 78-98
46. Aviña, D., Carranza-Téllez, J., Vásquez, B., & Carranza-Concha, J. (2016). *Capacidad antioxidante y contenido fenólico de uva blanca (Vitis vinifera L.) sin semilla*. 1(1), 801- 805
47. FAO. (2018). La Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/sustainabledevelopment-goals/mdg/goal-8/es/>

ANEXOS
MATERIAL BIOLÓGICO DE *BETA vulgaris* L. (beterraga)



LEYENDA:

1. Selección
2. Limpieza
3. Secado
4. Molienda
5. Maceración
6. Filtrado

REACCIONES DE IDENTIFICACIÓN



LEYENDA:

1. Identificación de metabolitos secundarios
2. Reacciones de identificación
3. Identificación de flavonoides
4. Cuantificación espectrofotométrica
5. Reacciones de identificación de antioxidantes
6. Métodos ABTS, DPPH,

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Evaluación de la Actividad antioxidante in vitro y contenido de minerales en el extracto etanólico de las hojas de *Beta vulgaris L. (beterraga)*

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS
Problema general ¿Cuál será la actividad antioxidante, los compuestos fenólicos y minerales de las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> ?	Objetivo general Determinar la actividad antioxidante, los compuestos fenólicos y minerales de las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i>	Hipótesis general Las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> presenta alto contenido de polifenoles, mayor capacidad de antioxidante, y contenido de minerales de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i>	VARIABLE 1 Extracto de hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i>	• Extracción de compuestos	• Caracterización: pH, sólidos totales, sólidos solubles, cenizas. • Screening fitoquímico	Gravimétricos y volumétricos. Reacciones de coloración y/o precipitación
Problemas específicos P.E.1. ¿Cuál será la actividad antioxidante de las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> ? P.E.2. ¿Cuál será la cuantificación del contenido de compuestos fenólicos en las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> ? P.E.3. ¿Cuál será el contenido de minerales en las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> ?	Objetivos específicos O.E.1. Determinar la actividad antioxidante de las hojas de <i>Beta vulgaris. (beterraga)</i> ? O.E.2. Cuantificar del contenido de compuestos fenólicos en las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> O.E.3. Determinar el contenido de minerales en las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i>	Hipótesis específicas H.E.1. Las hojas de <i>Beta vulgaris. (beterraga)</i> presenta alto contenidos de antioxidantes H.E.2. Las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> presenta alto contenido de polifenoles totales. H.E.3. Las hojas de <i>Beta vulgaris L. (beterraga)</i> presenta altas concentraciones de minerales	VARIABLE 2 Polifenoles, antioxidantes, minerales	Cuantificación de polifenoles totales Cuantificación de actividad antioxidante	Método: Folin Ciocalteau Método: DPPH Método: FRAP	mg. EAG/g de extracto IC 50 TEAC