

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Tesis

**Determinación del Valor nutricional y antioxidante de hojas de Silcawi
(*Bidens pilosa* L.) para la alimentación de animales menores, Grau -
Apurímac, 2023**

Asesor:

Dr. Sc. Alarcón Camacho Juan

Autor:

Mendoza Valenzuela Bruce

Para optar el Título Profesional: Ingeniero Agrónomo

Abancay - Apurímac – Perú

2025

Acta de sustentación



Universidad
Tecnológica de los Andes

Transformando vidas



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

Acta N°: 022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Abancay, a los 22 días del mes de octubre del 2025, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0179-2025-UTEA-FI-EPA de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Dr. Medina Raya Francisco
Dictaminante:	MSc. Caballero Ramírez Sandra Creceida
Replicante :	Ing. Marrufo Montoya Rosa Eufemia

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Determinación del Valor nutricional y antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens Pilosa* L.) para la alimentación de animales menores, Grau – Apurímac, 2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br.: Mendoza Valenzuela, Bruce

(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Agrónomo

(Denominación del Título)

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Mendoza Valenzuela, Bruce	Aprobado

Siendo las 13:15 pm horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Dr. Medina Raya Francisco

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Dictaminante: MSc. Caballero Ramírez Sandra Creceida

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

Replicante: Ing. Marrufo Montoya Rosa Eufemia

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(Firma)

(Firma)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

Ciudad Universitaria Av. Perú N°700, Abancay Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco: Av. Grau 516. Teléfono. (084) 251565
Filial Andahuaylas, San Jerónimo, Jr. Ccatatay N°100 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 208.

(*): **Mayoría:** Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; **Unanimidad:** Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción. Art. 18 RGGAT.

Reporte de similitud






20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 3%  Publicaciones
- 17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Mendoza Valenzuela, Bruce
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 43708356
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0006-2760-325X
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Alarcón Camacho, Juan
Tipo de documento de identidad	: DNI
Número de documento de identidad	: 31032533
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0002-4911-7440
Datos de la investigación	
Facultad	Ingeniería
Escuela Profesional	Agronomía
Línea de investigación	Agricultura y Ambiente
Rango de años en la que se realizó la investigación	2024
Nota de financiamiento	Autofinanciado
Porcentaje de similitud	20%
URL de OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.06

Dedicatoria

A mi querida madre, Rosio Valenzuela Villegas quien sin descanso me brindo su apoyo incondicional tanto moral y económicamente hasta lograr un sueño para ella y una meta para mí.

A mi querida esposa Noemi Siancas Fernández y mis dos hijos Brett y Brianna que son mi fortaleza y el pilar de apoyo, ellos me han elevado espiritualmente y anímicamente para llegar a cumplir con mis objetivos.

Bruce

Agradecimiento

A Dios, por darme la vida, la salud y guiarme siempre por el camino correcto.

A la Universidad Tecnológica de los Andes, a la Facultad de Ingeniería y en especial a la Escuela Profesional de Agronomía.

A mis docentes, por compartir sus conocimientos y contribuir a mi formación como profesional. A mi asesor Dr. Sc. Juan Alarcón Camacho y a mi co-asesor, M.Sc Franklin Yanqui Díaz, por su invaluable apoyo a lo largo de este trabajo de investigación.

Bruce

Resumen

El trabajo de investigación titulado “Determinación del Valor nutricional y antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023” tiene como objetivo evaluar las propiedades nutricionales y antioxidantes de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) como alternativa alimenticia para animales menores en el sector de *Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla*, provincia de Grau, Apurímac. Se recolectaron muestras de hojas en dos estados fenológicos: antes de la floración y durante la floración. Las muestras fueron sometidas a análisis bromatológicos y pruebas antioxidantes. Los resultados indicaron que las hojas antes de la floración presentaron mayores niveles de proteína (24.42%) y carbohidratos (55.44%), lo que las hace más adecuadas nutricionalmente. Por otro lado, las hojas en floración, aunque mostraron un incremento en grasa, cenizas y fibra, no superaron el valor proteico y energético del estado vegetativo. En cuanto a la capacidad antioxidante, las hojas en floración demostraron un 84.91% de inhibición en el método DPPH, frente al 62.77% de las hojas antes de la floración, indicando una mayor presencia de compuestos fenólicos y flavonoides en la etapa de floración. En conclusión, *Bidens pilosa* L. tiene un valor funcional doble: como fuente nutricional antes de la floración y como fuente antioxidante durante la floración, lo que destaca su potencial como recurso alimenticio natural en sistemas agropecuarios sostenibles y de bajo costo en zonas rurales altoandinas del Perú.

Palabras clave: Silcawi, valor nutricional, antioxidante, alimentación, animales menores.

Abstract

The research work entitled “Determination of the Nutritional and Antioxidant Value of Silcawi Leaves (*Bidens pilosa* L.) for the Feeding of Small Animals, Grau – Apurímac, 2023” aims to evaluate the nutritional and antioxidant properties of Silcawi leaves (*Bidens pilosa* L.) as an alternative feed for small animals in the Huallhuapampa sector of the Chuquibambilla district, Grau province, Apurímac. Leaf samples were collected at two phenological stages: before flowering and during flowering. The samples underwent bromatological analyses and antioxidant tests. The results indicated that leaves collected before flowering had higher levels of protein (24.42%) and carbohydrates (55.44%), making them nutritionally more suitable. On the other hand, leaves collected during flowering, although showing an increase in fat, ash, and fiber content, did not surpass the protein and energy values of the vegetative stage. Regarding antioxidant capacity, flowering leaves exhibited 84.91% inhibition in the DPPH method, compared to 62.77% for pre-flowering leaves, indicating a higher presence of phenolic compounds and flavonoids during the flowering stage. In conclusion, *Bidens pilosa* L. has a dual functional value: as a nutritional source before flowering and as an antioxidant source during flowering, highlighting its potential as a natural feed resource in sustainable, low-cost livestock systems in rural high-Andean areas of Peru.

Keywords: Silcawi, nutritional value, antioxidant, feeding, small animals

Índice

Portada.....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
Índice de anexos.....	xiv
I. Introducción.....	15
II. Planteamiento del problema.....	16
2.1. Descripción y formulación del problema.....	16
2.1.1. Problema general.....	18
2.1.2. Problemas específicos.....	18
2.2. Objetivos.....	18
2.2.1. Objetivo general.....	18
2.2.2. Objetivos específicos.....	18
2.3. Justificación e importancia.....	18
2.4. Hipótesis.....	20
2.4.1. Hipótesis general.....	20
2.4.2. Hipótesis específicos.....	20
2.5. Variables.....	20
III. Marco Teórico.....	22

3.1. Antecedentes.....	22
3.2. Bases teóricas.....	26
3.2.1. El Silcawi.....	26
3.2.2. Clasificación taxonómica de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> L.).....	27
3.2.3. Descripción morfológica de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> L.).....	27
3.2.4. Ciclo vegetativo.....	28
3.2.5. Composición física y química de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> L.).....	29
3.2.6. Cultivo y preparación.....	29
3.2.7. Características microscópicas.....	29
3.2.8. Flavonoides.....	30
3.2.9. Actividad antioxidante.....	31
2.1.1. Actividad hipotensiva y vascular.....	31
3.3. Definición de términos.....	32
IV. Metodología.....	35
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	35
4.1.1. Tipo de investigación.....	35
4.1.2. Nivel de investigación.....	35
4.1.3. Metodología de la investigación.....	35
4.2. Ámbito temporal y espacial.....	38
4.2.1. Ámbito temporal.....	38
4.2.2. Ámbito espacial.....	38
4.3. Población y muestra.....	39
4.3.1. Población.....	39
4.3.2. Muestra.....	39
4.3.3. Muestreo.....	40
4.4. Instrumentos.....	40
4.5. Procedimientos.....	40

4.6. Análisis de datos.....	43
4.7. Consideraciones éticas.....	45
V. Resultados y discusión.....	46
5.1. Resultados.....	46
5.1.1. Valor nutricional de hojas de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L).....	46
5.1.2. Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L) antes de floración	50
5.1.3. Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L) en floración.....	58
5.2. Discusión.....	63
VI. Conclusiones.....	67
VII. Recomendaciones.....	69
VIII. Referencias.....	70
IX. Anexos.....	76

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2 Datos nutricionales sobre B. pilosa.....	29
Tabla 3 Análisis del valor nutricional de las hojas de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L) como alimento para animales menores.....	46
Tabla 4 Determinación de porcentaje de inhibición de DPPH con el estandar Trolox a diferentes concentraciones de Silcawi antes de floración.....	50
Tabla 5 Determinación de porcentaje de inhibición de la muestra a diferentes concentraciones de Silcawi antes de floración.....	54
Tabla 6 Determinación de porcentaje de inhibición de DPPH con el estandar Trolox a diferentes concentraciones de hojas de Silcawi en floración.....	58
Tabla 7 Determinación de porcentaje de inhibición de la muestra a diferentes concentraciones de Silcawi en floración.....	60
Tabla 8 Matriz de consistencia.....	76
Tabla 9 Base de datos.....	81

Índice de figuras

Figura 1 Valor nutricional de hojas de Silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L) en porcentajes.....	48
Figura 2 Concentración inhibitoria de IC 50 de Trolox Silcawi antes de floración.....	52
Figura 3 Concentración inhibitoria IC50 de la muestra de Silcawi antes de floración.....	56
Figura 4 Concentración inhibitoria IC50 de la muestra de Silcawi en floración.....	62
Figura 5 Recolección planta se silcawi antes de floración y en floración	82
Figura 6 Morfología de la planta de silcawi (<i>Bidens pilosa</i> .L).....	82
Figura 7 Morfología de la planta de silcawi en etapa de floración	83
Figura 8 Secado del material vegetativo antes de la floración	83
Figura 9 Secado del material vegetativo en floración	84
Figura 10 Extracción de hojas de silcawi antes de floración para envió a laboratorio.....	84
Figura 11 Extracción de hojas de silcawi en etapa de floración para envió a laboratorio. .	85
Figura 12 Pesado del material vegetativo harina de silcawi para su análisis químico.....	85
Figura 13 Material vegetativo empacado para envió a laboratorio	86
Figura 14 Harina de silcawi para envió a laboratorio	86
Figura 15 Obtención de liquido extracto etanolico de silcawi	87
Figura 16 Obtención en liquido extracto etanolico de silcawi.....	87

Índice de anexos

A) Matriz de consistencia.....	76
B) Ficha de recolección de datos.....	78
C) Base de datos.....	81
D) Evidencias.....	82
E) Informe de análisis de laboratorio.....	88

I. Introducción

En el contexto de la producción agropecuaria familiar en el Perú, particularmente en zonas rurales de la sierra sur como la provincia de Grau, en Apurímac, los animales menores (como cuyes, conejos y aves de corral) representan una Nota vital de proteína y una alternativa económica accesible para muchas familias campesinas, sin embargo, uno de los desafíos más importantes en esta actividad es el acceso a recursos alimenticios nutritivos, accesibles y sostenibles. Frente a esta necesidad, el uso de especies vegetales no convencionales como insumo alimenticio es de vital importancia.

Una de estas especies es la planta herbácea conocida como Silcawi (*Bidens pilosa* L.), ampliamente distribuida en zonas tropicales y subtropicales del país. Tradicionalmente empleada en la medicina popular por sus propiedades antiinflamatorias, antibacterianas y digestivas, *Bidens pilosa* puede tener el potencial como alimento alternativo en sistemas de producción de animales menores.

Por otro lado el valor nutricional de una Nota alimenticia se refiere al contenido y disponibilidad de nutrientes esenciales como proteínas, lípidos, fibra, minerales y vitaminas, elementos fundamentales para el crecimiento, reproducción y mantenimiento fisiológico de los animales. Estudios similares sobre *Bidens pilosa* han identificado un perfil alimenticio promisorio, con alto valor nutricional, lo cual la posiciona como una alternativa potencialmente útil para mejorar la dieta de animales menores.

Por otro lado, la capacidad antioxidante se relaciona con la presencia de compuestos bioactivos capaces de neutralizar radicales libres y prevenir el estrés oxidativo en los organismos. En animales menores, este factor tiene un rol crucial en la prevención de enfermedades, el fortalecimiento del sistema inmune y la mejora del rendimiento productivo. En este sentido, los flavonoides, ácidos fenólicos y otros compuestos polifenólicos presentes en las hojas de Silcawi podrían no solo complementar el valor nutricional de la dieta, sino también actuar como promotores de salud animal.

II. Planteamiento del problema

2.1. Descripción y formulación del problema

A nivel internacional, la búsqueda de alternativas alimenticias sostenibles para la ganadería ha cobrado relevancia. En este contexto, *Bidens pilosa* L., conocida como Silcawi o blackjack, ha emergido como una planta con propiedades nutricionales y antioxidantes destacadas. Estudios han evidenciado su alto contenido de proteínas, carbohidratos, minerales como calcio, hierro y zinc, y vitaminas como la C, así como su capacidad antioxidante significativa, atribuida a compuestos fenólicos y flavonoides (Mtenga y Ripanda, 2022).

En el ámbito nacional, específicamente en Perú, la agricultura y ganadería en zonas rurales altoandinas enfrentan desafíos relacionados con la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. En regiones como Apurímac, la disponibilidad de recursos alimenticios adecuados para animales menores es limitada. La investigación sobre el valor nutricional y antioxidante de *Bidens pilosa* en estas áreas es escasa, lo que subraya la necesidad de explorar esta planta como una opción viable para mejorar la alimentación animal y contribuir a sistemas agropecuarios sostenibles (Idris et al, 2023).

En las zonas rurales del Perú, los animales menores como cuyes, conejos y aves representan una fuente crucial de proteína para las familias campesinas. Sin embargo, la sostenibilidad de su crianza se ve gravemente afectada por la escasa disponibilidad de recursos alimenticios accesibles y adecuados. En el país, aunque las plantas forrajeras constituyen el 54% de los alimentos consumidos por la ganadería, solo un 18% proviene de cultivos forrajeros establecidos, lo que evidencia una limitada producción planificada de alimentos para animales. Esta situación es aún más crítica en regiones altoandinas como el distrito *del sector de Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla*, provincia de Grau, departamento de Apurímac.

En Chuquibambilla, uno de los problemas más urgentes es la escasez persistente de forraje para animales menores, no solo durante las épocas de sequía, sino a lo largo

de casi todo el año. Esta problemática se ha intensificado debido al impacto del cambio climático, manifestado en un aumento de la temperatura, irregularidad de las lluvias y mayor frecuencia de heladas, factores que afectan directamente el crecimiento de pasturas y la disponibilidad de recursos vegetales para la alimentación animal. Las heladas durante los meses de invierno, por ejemplo, paralizan el rebrote de pastos y reducen la calidad del forraje existente, afectando negativamente la salud, el crecimiento y la productividad de los animales menores, además, se identifica una limitación tecnológica y científica en la integración de soluciones alimenticias funcionales, como el uso de antioxidantes naturales, dentro de los sistemas productivos rurales. Aunque a nivel general se reconoce que estos compuestos pueden mejorar la conservación de productos cárnicos y la salud animal, en Chuquibambilla no se cuenta con evidencia científica local ni estrategias implementadas que validen su aplicación efectiva y económicamente viable. A esto se suma la ausencia de estudios sistemáticos sobre especies vegetales nativas o silvestres de la zona, lo que impide identificar y aprovechar recursos locales con potencial forrajero y funcional. Esta carencia de información científica limita las posibilidades de innovación en la alimentación animal, obligando a los productores a depender de recursos escasos y poco sostenibles, afectando así la seguridad alimentaria, la economía familiar y la eficiencia del sistema agropecuario en la región. En este contexto problemático, surge la necesidad de investigar nuevas alternativas que respondan a las condiciones agroecológicas *del sector de Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla* y que puedan contribuir a reducir la dependencia de forrajes tradicionales, aumentar la disponibilidad alimentaria para animales menores y mejorar la resiliencia de los sistemas productivos frente al cambio climático. Bajo esta premisa, se formula la presente investigación, cuyas preguntas serán planteadas en el siguiente apartado.

2.1.1. Problema general

¿Cual es el valor nutricional y antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023?

2.1.2. Problemas específicos

- ¿Cual es el valor nutricional de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) antes de la floración y en floración para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023?
- ¿Cual es la capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) antes de la floración y en floración para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Determinar el valor nutricional y antioxidante de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) como alimento para animales menores, Grau - Apurímac, 2023.

2.2.2. Objetivos específicos

- Analizar el valor nutricional de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) antes de la floración y en floración para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023.
- Determinar la capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) antes de la floración y en floración para la alimentación de animales menores, Grau - Apurímac, 2023.

2.3. Justificación e importancia

La presente investigación se justifica por su relevancia científica, social, económica y ambiental, al abordar una problemática concreta en el contexto de la producción agropecuaria rural: la necesidad de encontrar alternativas alimenticias sostenibles, nutritivas y de bajo costo para la crianza de animales menores. En zonas altoandinas como la provincia de Grau, en el departamento de Apurímac, los recursos

convencionales para la alimentación animal suelen ser limitados, costosos o estacionalmente escasos, afectando la productividad y el sustento de muchas familias campesinas.

Desde el punto de vista científico, el estudio de las propiedades nutricionales y antioxidantes de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) aporta conocimiento nuevo y específico sobre una especie nativa poco aprovechada en el ámbito agropecuario. Al evaluar su composición química y su potencial funcional, esta investigación puede sentar las bases para futuras líneas de estudio orientadas al desarrollo de suplementos alimenticios naturales o productos fitoterapéuticos aplicables en veterinaria.

En el plano económico, la utilización de Silcawi como recurso forrajero representa una estrategia viable para reducir los costos de alimentación en la crianza de cuyes, conejos y aves, lo cual puede incrementar la rentabilidad de estos sistemas productivos de pequeña escala. Dado que esta planta crece de forma silvestre y abundante en la región, su aprovechamiento no requeriría de grandes inversiones ni de tecnologías complejas, haciendo posible su implementación inmediata por parte de los productores locales.

El impacto social del estudio radica en su potencial para fortalecer la seguridad alimentaria y mejorar la calidad de vida de las familias campesinas, al garantizar una Nota estable de proteína animal mediante una alimentación más eficiente y saludable. Asimismo, promueve el rescate de conocimientos tradicionales vinculados al uso de plantas medicinales y alimenticias, generando un vínculo positivo entre ciencia y saberes ancestrales.

Desde una perspectiva ambiental, el uso de especies nativas como *Bidens pilosa* contribuye a la conservación de la biodiversidad y evita la dependencia de insumos externos que pueden tener efectos negativos sobre el ecosistema. Al tratarse de una planta silvestre de rápido crecimiento, su aprovechamiento sostenible no solo es posible, sino también recomendable en términos ecológicos.

No obstante, esta investigación presenta ciertas limitaciones. En primer lugar, los análisis se han centrado únicamente en las hojas de Silcawi, sin evaluar otras partes de la planta que también podrían tener valor alimenticio. En segundo lugar, el estudio se limita al análisis de laboratorio del valor nutricional y antioxidante, sin incluir ensayos de alimentación directa en animales menores, lo que deja abierta la posibilidad de ampliar el alcance en futuras investigaciones experimentales de tipo productivo o zootécnico.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) poseen un valor nutricional adecuado y una alta capacidad antioxidante que las hace aptas como alimento para animales menores, de Grau – Apurímac, 2023.

2.4.2. Hipótesis específicos

- Las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) presentan mayor valor nutricional la cual contribuye en la alimentación y desarrollo para animales menores en etapa de antes de floración y floración, Grau - Apurímac, 2023.
- Las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) poseen compuestos con alta capacidad antioxidante, que pueden contribuir a mejorar la salud de los animales menores en etapa de antes de floración y floración, Grau - Apurímac, 2023.

2.5. Variables

A) Variable 1: Valor nutricional de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*. L)

Definición conceptual

El valor nutricional hace referencia al conjunto de nutrientes esenciales presentes en las hojas de Silcawi que son fundamentales para la alimentación y desarrollo de animales menores. Esta variable integra la composición química de la planta, incluyendo macronutrientes y micronutrientes como proteínas, grasas, carbohidratos, fibra, minerales y humedad, que inciden directamente en el aporte energético y biológico de los alimentos (FAO, 2020).

Definición operacional

Esta variable se mide mediante análisis bromatológico en laboratorio, evaluando los siguientes indicadores: contenido de *humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos*. Se aplican técnicas estandarizadas de análisis químico para determinar la concentración de cada componente, tanto en hojas antes de la floración como durante la floración.

B) Variable 2: Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*. L)

Definición conceptual

La capacidad antioxidante se refiere a la habilidad de las hojas de Silcawi para neutralizar radicales libres mediante la presencia de compuestos bioactivos, como los compuestos fenólicos, que previenen el daño celular y favorecen la salud metabólica de los animales menores (Prior et al, 2005).

Definición operacional

Esta variable se evalúa a través del método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), que permite medir la actividad antioxidante mediante la reducción de radicales libres. Los resultados se expresan como porcentaje de inhibición del radical DPPH, en función de la concentración de compuestos fenólicos presentes en las hojas analizadas.

C) Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Indices
Valor nutricional de hojas de Silcawi	Contenido Proteico, energético, fibra y minerales	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad • Proteína • Grasa • Ceniza • Fibra • Carbohidratos 	<ul style="list-style-type: none"> % % % % % %
Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi	Presencia de compuestos fenólicos, y actividad antioxidante	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad antioxidante por ensayo DPPH 	% de inhibición

Nota. Elaboración propia

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes

Bautista (2023), en su trabajo de investigación plantea como objetivo evaluar la fenología y el valor nutricional del Silcawi (*Bidens pilosa* L.) para la alimentación animal – Abancay – 2017, para ello la población estuvo constituido por 615 plantas de de Silcawi (*Bidens pilosa* L.). Para el análisis de la fenología del Silcawi, se ha considerado una muestra de 63 plantas de Silcawi, mientras que para determinar el valor nutricional se ha considerado una muestra de 1 kg de Silcawi antes de la floración (AF) y otro igual después de la floración para el laboratorio. La técnica usada ha sido la observación y la herramienta ha sido la ficha de observación, llegado a los siguientes resultados: Tiene una germinación como mínimo de 88% y un promedio de 98.4% lo que muestra que la perdida es casi inexistente y que el periodo en la que se ha llegado es aproximadamente 3 semanas desde su cultivo. Por otro lado el periodo hasta la floración es de aproximadamente 13 semanas (91 días). Respecto a las características agronómicas se ha encontrado que a la semana 13 alcanza una altura de 133.48cm en promedio, también se puede notar que el aumento significativo de altura de planta se realiza a partir de la semana 7 hasta la semana 11 y luego de ella el aumento de tamaño no es significativo, por lo que se afirma que teniendo en cuenta que es muy importante la masa foliar se debe realizar la cosecha en la semana 11 ó 12 de su periodo de producción. Por otro lado respecto a la valor nutricional se ha encontrado que la humedad, Ceniza y Proteína bruta es superior en contenido el Silcawi antes de la floración (AF), mientras que en Grasa bruta, Fibra bruta y Carbohidratos totales es superior el Silcawi en plena floración.

González y Ly (2001), realizaron dos experimentos para evaluar el uso del follaje de *Bidens pilosa* L. como alimento para cerdos. En el primer experimento, se analizaron las características de comportamiento e índices de digestibilidad rectal en 12 cerdos jóvenes con dietas donde el follaje fresco de *Bidens pilosa* sustituyó parcialmente cereales y granos en diferentes proporciones (0%, 4.1% y 8.2%). En el segundo

experimento, se emplearon seis cerdos con dietas compuestas por melaza de caña y harina de soya, donde la harina de follaje de *Bidens pilosa* fue incluida en niveles de 0%, 10% y 20%. Los resultados indicaron que ni las características de rendimiento ni los índices de digestibilidad fueron significativamente afectados ($p > 0.05$) por los niveles de inclusión de *Bidens pilosa*. Además, se observó un efecto antidisentérico en los cerdos. La digestibilidad de materia seca, materia orgánica, nitrógeno y energía fue de 62.9%, 62.7%, 50.6% y 58.7%, respectivamente. Los autores sugieren profundizar en el estudio del valor nutritivo y las propiedades medicinales de esta planta.

Guerrero y Unigarro (2010), evaluaron la digestibilidad aparente de diferentes forrajes, incluyendo *Pennisetum clandestinum*, mezclas de *Trifolium repens*, *Lolium temulentum* y *Pennisetum clandestinum*, así como *Taraxacum officinale*, *Bidens pilosa* y *Galinsoga ciliata*, en cuyes (*Cavia porcellus*). El experimento se realizó en un bioterio con jaulas metabólicas y utilizó 20 cuyes machos con un peso promedio inicial de 425 g. Los análisis bromatológicos revelaron que las arvenses *Taraxacum officinale* (proteína 24.46%, NDT 67.77%) y *Galinsoga ciliata* (proteína 19.04%, NDT 66.49%) presentaron un mejor perfil nutricional en comparación con gramíneas como *Pennisetum clandestinum* (proteína 17.80%, NDT 55.50%). La digestibilidad aparente mostró una influencia positiva de los contenidos proteicos y energéticos, mientras que la fibra tuvo un efecto negativo sobre la digestibilidad de carbohidratos estructurales.

Costa et al. (2022), investigaron la influencia alelopática de extractos acuosos de cultivos forrajeros sobre el rendimiento fisiológico de semillas de soja (*Glycine max*) y maíz (*Zea mays*), así como su fitotoxicidad en *Bidens pilosa*. Se prepararon extractos acuosos al 5% y se evaluaron mediante pruebas de germinación. Los resultados mostraron que los extractos de *Avena strigosa* y *Raphanus sativus*, cultivados de forma aislada o en consorcio, aumentaron el porcentaje de germinación y la longitud de las plántulas de soja. Asimismo, los extractos de *Pennisetum glaucum* y *Crotalaria spectabilis* mejoraron el porcentaje de germinación de maíz. Todos los extractos suprimieron la

germinación y redujeron la velocidad del índice de germinación de *Bidens pilosa*, destacándose el extracto de *Raphanus sativus* como el más efectivo.

Freitas et al. (2021), evaluaron los efectos del grado y duración del déficit hídrico sobre indicadores fisiológicos y de crecimiento de *Bidens pilosa* y *Bidens subalternans*. El estrés hídrico fue simulado mediante cuatro niveles de humedad del suelo (100%, 75%, 50% y 25% de la capacidad total) y cinco intervalos de suministro de agua (0 a 6 días). Los resultados indicaron que ambas especies toleran condiciones de baja disponibilidad de agua, aunque la apertura estomática reducida y la pérdida de hojas fueron mecanismos clave para sobrevivir al déficit hídrico. Sin embargo, el estrés cercano al 25% de la capacidad de campo provocó la muerte de las plantas. *Bidens subalternans* mostró mayor sensibilidad al estrés hídrico en comparación con *Bidens pilosa*.

Revilla et al. (2021), analizaron extractos acuosos de hojas de cinco cultivares de una especie vegetal no mencionada, evaluando su contenido de fenoles solubles totales y actividad antioxidante mediante métodos como Folin-Ciocalteu y DPPH. Los resultados mostraron diferencias significativas entre los cultivares en términos de contenido de fenoles y actividad antioxidante. Por ejemplo, el cultivar 5 presentó valores notables de fenoles solubles totales en la sección copa y rama final (6.72 mg EAG/gMS), mientras que el cultivar 4 mostró actividad antioxidante elevada en la sección baja y rama inicial (179.45 mg ET/gMS). El punto más significativo fue encontrado en el cultivar 5, en la sección copa y parte final de la rama.

Barreto (2020), evaluó los efectos de una dieta hipocalórica asociada al extracto acuoso de *Bidens pilosa* sobre los radicales libres en hígado y cerebro de ratas seniles. Se trabajó con cuatro grupos: control negativo (dieta estándar), control positivo (dieta hipocalórica) y dos grupos experimentales tratados con extracto acuoso de *Bidens pilosa* a 150 mg/kg y 350 mg/kg de peso corporal. Los resultados mostraron un efecto antioxidante significativo en ambos órganos, evaluado mediante el método TBARS ($p < 0.05$). Además, se observó pérdida de peso en los grupos experimentales, lo que sugiere

que la combinación de dieta hipocalórica y extracto de *Bidens pilosa* tiene un efecto antioxidante notable.

Arroyo et al. (2010), investigaron el efecto quimioprotector de compuestos fenólicos y flavonoides extraídos de *Bidens pilosa* sobre el cáncer de mama inducido en ratas con 7,12-dimetilbenz antraceno (DMBA). Se formaron cuatro grupos de ratas: control, grupo con DMBA, y grupos tratados con extractos etanólico y metanólico de *Bidens pilosa*. Los resultados mostraron una disminución significativa en el desarrollo de adenocarcinoma mamario, siendo más efectivo el extracto metanólico. Además, se observó una reducción en el estrés oxidativo y menor genotoxicidad en los grupos tratados. Los autores concluyeron que el extracto de *Bidens pilosa* detuvo la progresión del cáncer de mama y disminuyó el estrés oxidativo.

Mamani y Quispe (2022), compararon el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de tres ecotipos de *Bidens pilosa* recolectados en Ocoña, Omate y Camaná. Los extractos hidroalcohólicos se evaluaron mediante los métodos de Folin-Ciocalteu y DPPH. Los resultados mostraron diferencias significativas en el contenido de fenoles totales, pero no en la capacidad antioxidante entre los eco tipos de Camaná y Omate. Los autores concluyeron que la procedencia de las hojas de *Bidens pilosa* influye en sus propiedades.

Iparraguirre (2023), determinó la cuantificación de flavonoides totales en extractos metanólicos de hojas y flores de *Bidens pilosa* utilizando espectrofotometría. Las muestras fueron recolectadas en Nuevo Chimbote, Perú, y los resultados mostraron una mayor concentración de flavonoides en las flores (37.72 ± 0.78 mg catequina equivalente) en comparación con las hojas (15.01 ± 1.34 mg catequina equivalente). Los hallazgos sugieren que las flores de *Bidens pilosa* contienen una mayor concentración de flavonoides.

Arroyo et al. (2008), evaluaron la influencia del extracto etanólico de *Bidens pilosa* sobre el cáncer de colón inducido en ratas con 1,2-dimetilhidrazina. Los resultados

mostraron que el extracto redujo los niveles de óxido nítrico y lipoperoxidación, además de ejercer un efecto citoprotector en el colon. Los autores atribuyeron estos efectos a los flavonoides y compuestos fenólicos presentes en el extracto. Estudios histológicos también permitieron identificar caracteres diagnósticos útiles para verificar la identidad de la especie en polvo.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. El Silcawi

Holm (1977), señala que *Bidens pilosa* es una maleza tropical de origen americano con una distribución global amplia. Es considerada una de las malas hierbas anuales más importantes, especialmente en América Latina y África Oriental, siendo diploide (n=12). Esta especie se encuentra comúnmente en 31 cultivos a través de más de 40 países y prospera en jardines, tierras cultivadas, áreas abiertas y a lo largo de bordes de carreteras. Además, es una hierba predominante en pastos. Las plantas individuales pueden producir hasta 6000 semillas, muchas de las cuales germinan fácilmente, permitiendo tres o cuatro generaciones por año en ciertas regiones. Algunas semillas permanecen viables en el suelo durante al menos cinco años.

De manera similar, Vibrans (1995), describe que el hábitat de *Bidens pilosa* incluye lugares abiertos, cultivos, bordes de caminos y terrenos baldíos. Su distribución abarca regiones bioclimáticas tropicales y subtropicales, y altitudinalmente se encuentra desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. Esta especie muestra adaptabilidad a suelos arenosos.

3.2.2. Clasificación taxonómica de Silcawi (*Bidens pilosa* L.)

Según **Carlos Linneo, (1753)**

Reino: Plantae

Sub reino: Tracheobionta

Super división: Spermatophyta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Ordena: Asterales

Familia: Asteraceae

Género: *Bidens*

Especies: *Bidens pilosa* L.

Nombres comunes: Picao Preto, Amor Seco, Aceitilla, Cadillo, Chilca, Pacunga, Pirco, Cuambu, Carrapicho, Erva-Picão, Alfiler, Clavelito De Monte, Romerillo, Saltillo, Yema de Huevo, Z'Aiguille, Jarongan, Ketul, pasir de Pau-Pau

3.2.3. Descripción morfológica de Silcawi (*Bidens pilosa* L.)

Hierba anual, lampiña o algo pubescente de 30 a 100 cm de altura y ramificada. Hojas opuestas a veces alternas en la parte superior pecioladas, 3-partidas, sus segmentos de aovados a lanceolados, de 2 a 8 cm de alto, aserrados, agudos o acuminados. Cabezuelas florales terminales, compuestas por flores tubulares y radiadas de color amarillo intenso y las radicales con sobresalientes pétalos blancos. Tallo erguido, tetragono; hojas pennado-partidas, 1-3-yugadas, raramente simples; inflorescencia en capítulos discoideos, amarillos, con las lígulas lineales, tetragonas, lampiñas o con las pestañitas del margen dirigidas hacia arriba (Marín & Silva, 2012).

Según Reynaga et al. (2020), la descripción micromorfológica es como sigue:

Hoja: El mesófilo encontrado es de tipo heterogéneo asimétrico, constituido por una epidermis formada por una única capa de célula, presentando muchos pelos 29 pluricelulares, seguido un parénquima palisádico, también con una única capa celular y un parénquima lacunoso, debajo del cual se encuentra una epidermis inferior. La nervadura principal se presenta como una epidermis superior, seguida por un parénquima, en el cual son observadas células colenquimatosas, agrupadas de manera regular. En el interior del parénquima se visualiza un canal excretor. Debajo del parénquima se encuentra una epidermis inferior.

Tallo: Presenta epidermis recubierta por cutícula con pelos pluricelulares, debajo de esta se evidencia un colénquima, seguido de parénquima cortical, entre los cuales pueden ser visualizados un canal excretor. Le sigue una endodermis con estrías de Caspary. Luego, se puede encontrar una formación constituida por fibras floemáticas, cambio del xilema, rodeada por radios medulares. Se evidencia un protoxilema, a partir del cual se establece un parénquima medular.

Raíz: Fue encontrada epidermis con más de una capa celular y se visualizó un parénquima cortical constituido por células aproximadamente cuadrangulares, con espacios intercelulares con forma de losange. Luego fue encontrada la endodermis presentando estrías de Caspary, dentro de las cuales se apreciaba un xilema dispuesto en radios medulares, entre los cuales se encontraban traquídeos irregularmente dispuestos.

3.2.4. Ciclo vegetativo

El ciclo es anual, al cabo de un período de fertilidad de un año, sigue uno crítico en el cual se presentan manchas negras en las hojas que cubren de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada, respecto a la germinación. Las semillas germinan entre 4 y 5 veces al año. Cada planta produce de 80 a 100 flores, con un potencial de producción de 3 000 plantas en una sola cosecha (Marín & Silva, 2012).

3.2.5. Composición física y química de Silcawi (*Bidens pilosa* L.)

Datos nutricionales sobre *B. pilosa*, cortesía de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

Tabla 2

Datos nutricionales sobre B. pilosa

Planta	(100g)	Crudo	Seco
Energía	(kcal)	43	33
Humedad	(%)	85.1	88.6
Proteína	(g)	3.8	2.8
Grasa	(g)	0.5	0.6
Carbohidratos	(g)	8.4	6
Fibra	(g)	3.9	1.3
Ceniza	(g)	2.2	2
Calcio	(mg)	340	111
Fosforo	(mg)	67	39
Hierro	(µg)	--	2.3
Caroteno	(µg)	1800	--
Tiamina	(mg)	--	--

Nota. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020).

3.2.6. Cultivo y preparación

El clima propicio para *Bidens pilosa* es muy soleado y suelo moderadamente seco. La planta se multiplica por semillas y crece espontáneamente en los bordes de carreteras, baldíos y cultivos en todo el territorio, y es resistente a las más diversas adversidades con buena producción de semilla, eficientes mecanismos de dispersión de semillas y grandes su longevidad. presenta la producción de frutos polimórficos que favorecen la adaptación a diferentes ambientes. La formación de semillas es intensa. Una planta simple puede producir 3000-6000 semillas y, después de la maduración, la mayoría germina en 3 a 4 días. La germinación de los aquenios. todavía puede ocurrir después de cinco años enterrado profundamente en la tierra (Gilbert et al., 2013).

3.2.7. Características microscópicas

En corte transversal, el talo presenta una estructura primaria, con una fina capa cuticular de la epidermis, corteza primaria con desarrollo del colénquima angular en las aristas y el parénquima clorofila cortical; los conductores primarios, con refuerzos de fibras de esclerénquima, floema y xilema primarias y una zona de parénquima medular

agrandada. La sección longitudinal del talo muestra vasos xilema de tipo escalariforme, reticulado y espiral. La raíz muestra una estructura secundaria, con gran corteza y parénquima incoloro, presencia de espacios esquizógenos y fibras corticales. el cilindro vascular se ajusta por el floema secundario y el xilema, separados por el cambium vascular. el xilema muestra un mayor número de vasos de tipo reticulado. La sección transversal de la hoja muestra una estructura bifacial de una dicotiledónea, con presencia de una fina cutícula en la epidermis; el mesófilo compuesto de una capa de parénquima clorofila en empalizada y parénquima clorofílico lagunar. en ambas superficies de la epidermis, se encuentran tricomas conos multicelulares grandes y pequeños. al nivel de la nervadura central, la hoja tiene vasos separadas, presencia de glándulas esquizógenas y refuerzos de colénquima en la superficie adaxial. la sección superficial de la hoja mostró estomas más grande del tipo anomocítico, hacia la superficie hoja abaxial (Arroyo, et al, 2008).

3.2.8. Flavonoides

En la revisión de la ocurrencia de Flavonoides por Lucchetti et al., (2009), incluyen chalconas y auronas. Las chalconas suelen estar pentahidroxiladas en las posiciones 2, 3, 4, 3', 4', a veces glicosiladas en las posiciones 3 y 4. Las auronas, cuando están presentes, siguen un patrón de oxigenación y glicosilación similar. Entre muchos derivados de flavonoides descrito para *B. pilosa*, la más activa contra la malaria fueron los 3, 5, 7, 3', 4'-pentoxigenatos (derivados de quercetina) glicosilada en la posición 7 (Krettli et. al., 2001). Entre otros flavonoides que se encuentran en *B. pilosa*, están las flavonas tri- y tetrahidroxiladas luteolina y apigenina, las chalconas tetra- y pentahidroxiladas, buteina y okanina, varios derivados quercetina pentaóxigenada, algunos derivados hexaoxigenados de la quercetina como la centaúrina y su aglicona, la centaúridina (Bartolomé, et al, 2013 y Silva et. al., 2011).

3.2.9. Actividad antioxidante

Brandão (1997), observaron que los extractos etanólicos de toda la planta, hojas y raíces, y las fracciones de cloroformo y butanólico inhibían el crecimiento in vitro de *Plasmodium falciparum*. Las fracciones provocaron in vivo una reducción parcial del parásito en ratones. El examen de otras nueve especies de *Bidens* mostró que siete de ellas inhibían el crecimiento de parásitos en un 65-91 % in vitro y estas siete contenían cantidades significativas de poliacetilenos. Al final, los autores concluyeron que la actividad antipalúdica estaba asociada con la presencia de poliacetilenos, en particular acetato de 1-fenil-1,3-diin-5-en-7-ol, 1-fenil-3, 5, 7-heptatriina y, en otro estudio, la (R)-1,2-dihidroxitridec-3,5,7,9,11-pentaína, potenciada por los flavonoides presentes en los extractos. Estos flavonoides, que incluyen quercetina-3,3'-dimetil éter 7-O-ramnopiranosil-(1-6)- β -D-glucopiranosido y un glucósido simple correspondiente, además de su propia actividad antipalúdica, probablemente también desempeñen un papel en la estabilización los poliacetilenos en el extracto o fracción. Así, varios estudios muestran que la actividad antipalúdica del extracto etanólico de varias partes de *B. pilosa* y otras especies del género está relacionada con la presencia tanto de poliacetilenos como de flavonoides que varían entre especies y variedades regionales (Andrade Neto et. al. , 2004; Krettli et.al., 2001; Kumari et.al., 2009; Oliveira et.al., 2004 y Tobinaga et.al., 2009).

2.1.1. Actividad hipotensiva y vascular

El grupo de Nguelefack et al.(1998, 1999, 2001 y 2003), en la República de Camerún, demostró que el extracto acuoso de las hojas de *B. pilosa* atenuaba la contracción de la aorta aislada de ratas inducida por cloruro de potasio o por norepinefrina. Se demostró in vivo que la hipertensión arterial natural o inducida causada por la ingestión de sal o fructosa podría reducirse a niveles normales mediante la administración oral de extracto metanólico seco suspendido en agua y dimetilsulfóxido (Nguéfack et. al., 2005). El tratamiento no tuvo efecto sobre la frecuencia cardíaca o el volumen de orina, y el efecto hipotensor podría deberse a la eficiencia de la bomba

cardíaca y también a la vasodilatación (Nguelefack et. al., 1999 y 2003). El uso tradicional de un suplemento nutricional compuesto por *Bidens pilosa* (planta entera, 30 %), Moringa oleifera (hojas, 20 %) y sal marina (50 %) por la población de Côte d'Ivoire para controlar la hipertensión se confirmó en conejos mediante un extracto acuoso de la mezcla molida. La dosis máxima de 130 mg/kg produjo una reducción del 50 % de la presión arterial (Abrogoua et. al., 2012).

3.3. Definición de términos

1. **Valor nutritivo.** Es la cantidad adecuada de los nutrientes en un alimento, que permitan satisfacer los requerimientos o necesidades para la crianza de los animales (Barreno, 2016).
2. **Análisis.** Examen detallado de los hechos para conocer sus elementos constitutivos, sus características representativas, así como sus interrelaciones y la relación de cada elemento con él.
3. **Polifenoles.** Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal (Quiñones et al., 2012).
4. **Antioxidante.** Sustancia que protege las células de los daños que causan los radicales libres (moléculas inestables elaboradas por el proceso de oxidación durante el metabolismo normal). Los radicales libres pueden ser en parte responsables del cáncer, la cardiopatía, el derrame cerebral y otras enfermedades del envejecimiento. Entre los antioxidantes están el betacaroteno, el licopeno, las vitaminas A, C y E, y otras sustancias naturales y fabricadas (Instituto Nacional del Cancer, 2020).
5. **La capacidad antioxidante.** de un alimento se debe a la actividad antioxidante de sus diferentes compuestos, entre los cuales están los compuestos fenólicos, carotenos, antocianinas, ácido ascórbico, etc (Repo & Encina, 2008).

- 6. Evaluación.** Proceso que tiene como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia, con que han sido empleados los recursos destinados a alcanzar los objetivos previstos, posibilitando la determinación de las desviaciones y la adopción de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas presupuestadas (Peña, 2006).
- 7. Silcawi.** También conocido como *Bidens pilosa L.*, es una planta herbácea perteneciente a la familia Asteraceae. Es nativa de América Central y del Sur, pero también se encuentra en otras regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. La planta es conocida por varios nombres comunes, como cadillo, escobilla, amapola, samba, o bien como beggarticks o hairy beggarticks en inglés.
- 8. Animales menores.** El concepto especies menores trata sobre todas aquellas especies domesticadas menores de 250 kilos como conejos, cabras, cerdos, ovejas, aves de corral, peces, y otras (Pacaya de Alvarado, 2022).
- 9. Alimentación.** Sustancias líquidas y/o sólidas para mantener el organismo en funcionamiento (Bembibre, 2022).
- 10. Alimentación animal.** La Nutrición Animal es la disciplina que se ocupa del estudio de la alimentación de los animales. Del mismo modo que ocurre con nosotros, los seres humanos, los animales necesitan alimentarse y nutrirse para sobrevivir. Asimismo, su organismo necesita de ciertos nutrientes para poder subsistir y, en definitiva, no morir. En otras palabras, podemos decir que la Nutrición animal tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales que tienen los animales para que puedan alcanzar todas sus capacidades productivas y reproductivas (EUROINNOVA, 2022).
- 11. Hojas.** Las hojas son los órganos de la planta especializados en captar la energía de la luz mediante la fotosíntesis. Normalmente constan de una zona plana, el limbo o lámina, y de un pecíolo, que une el limbo al tallo. Cuando carecen de pecíolo, se dice que son sentadas. En la base del pecíolo pueden existir unas

estructuras denominadas estípulas, de morfología muy variable. Si el limbo de la hoja no se divide en porciones individuales, se dice que la hoja es simple. Cuando el limbo se divide en porciones individuales, cada una de ellas inserta directamente en el nervio medio de la hoja (raquis), la hoja es compuesta. A cada una de esas porciones se le denomina foliolo (Peralta & Royuela, 2019).

12. Capacidad antioxidante. El Capacidad antioxidante se refiere a la capacidad que tienen ciertas sustancias para proteger al organismo contra los radicales libres, que son moléculas altamente reactivas que pueden dañar las células y contribuir al desarrollo de enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares y el envejecimiento prematuro.

13. Forraje para animales menores. El forraje para animales menores se refiere a los alimentos vegetales que se utilizan como alimento principal o complementario para animales de menor tamaño, como conejos, cobayas (cuyes), hámsters, jerbos, entre otros. Estos alimentos proporcionan los nutrientes necesarios para mantener una dieta equilibrada y saludable para estos animales.

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se empleará es no experimental, con enfoque cuantitativa, ya que se enfoca en la medición objetiva y numérica de las variables, como el valor nutricional y antioxidante de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.). La investigación cuantitativa es adecuada cuando se busca recolectar y analizar datos numéricos para obtener resultados estadísticamente significativos, permitiendo una comprensión precisa de los fenómenos estudiados (Hernández, et al, 2014).

4.1.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación de este estudio es **descriptivo**. La investigación descriptiva tiene como objetivo caracterizar y detallar las propiedades o características de un fenómeno o población específica sin manipular las variables estudiadas. En este caso, el estudio busca describir el valor nutricional y antioxidante de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.), proporcionando una imagen detallada y cuantitativa de sus propiedades (Hernández, et al, 2014).

4.1.3. Metodología de la investigación

i. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es de tipo descriptivo no experimental. En este tipo de diseño, el investigador observa y describe las características de las variables sin manipularlas, es decir, sin intervenir directamente en las variables (Hernández, et al, 2014).

ii. Procedimiento de la investigación

Recolección y preparación de muestras

La recolección de las muestras de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) se realizó en dos etapas fenológicas distintas: antes de la floración y durante la floración. Esta distinción fue clave para evaluar cómo las propiedades nutricionales y antioxidantes

varían a lo largo del ciclo de vida de la planta. La recolección se llevó a cabo en diferentes puntos del distrito *del sector de Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla*, provincia de Grau, Apurímac, lo que permitió obtener una muestra representativa de las condiciones ambientales y de crecimiento de la planta en la zona. Los puntos de muestreo fueron seleccionados aleatoriamente para garantizar que las muestras reflejaran la variabilidad natural del entorno. Una vez recolectadas, las hojas fueron sometidas a un proceso de limpieza en agua corriente para eliminar impurezas y contaminantes. Posteriormente, se secaron a temperatura ambiente en condiciones controladas para evitar el daño térmico de los compuestos bioactivos presentes en las hojas. Para ello, se utilizaron bandejas en un área ventilada, lo que permitió una deshidratación homogénea. Después del secado, las hojas se trituraron hasta obtener un polvo fino mediante un molino de alta velocidad. Este polvo fue almacenado en frascos herméticos en un lugar seco y oscuro para evitar la degradación de los compuestos bioactivos, tales como flavonoides y compuestos fenólicos, que son sensibles a la luz y al calor.

Análisis nutricional

En la fase de análisis nutricional, se utilizó un procedimiento sistemático para determinar el perfil nutricional de las hojas de Silcawi. El análisis proximal es un método estándar para cuantificar los macro nutrientes esenciales, y se aplicó para medir los niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos. Las proteínas fueron evaluadas mediante el método de Kjeldahl, un procedimiento clásico que mide el contenido total de nitrógeno, el cual se multiplica por un factor de conversión para obtener el valor proteico. Los carbohidratos se calcularon mediante el método de diferencia, restando la cantidad de agua, proteínas y lípidos del peso total de la muestra. Los lípidos totales se determinaron por extracción con solventes orgánicos, como el éter de petróleo, utilizando un sistema Soxhlet, el cual permite obtener una medición precisa de las grasas presentes. Además de los macronutrientes, se llevó a cabo un análisis de los micronutrientes esenciales

presentes en las hojas de Silcawi, como minerales y vitaminas. Los minerales fueron evaluados utilizando espectrofotometría de absorción atómica (AA), que es particularmente eficaz para determinar la concentración de metales como calcio, hierro y zinc. Para la evaluación de vitaminas, se empleó espectrofotometría UV-Vis, una técnica que permite la cuantificación de vitaminas como la vitamina C, que es soluble en agua y sensible a la luz.

Evaluación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi fue evaluada utilizando dos métodos estándar: el ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y el ensayo FRAP (Poder reductor del hierro).

- DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo): Este ensayo se basa en la capacidad de los compuestos presentes en las hojas para neutralizar los radicales libres. El DPPH es un radical libre estable que cambia de color (de morado a amarillo) cuando se reduce por la acción de un antioxidante. Para este ensayo, se prepararon diferentes concentraciones del extracto de las hojas y se mezclaron con una solución de DPPH. La absorbancia de la mezcla se midió a 517 nm, y la inhibición de los radicales libres se calculó en función de la disminución de la absorbancia. Este método permite medir la capacidad de los compuestos antioxidantes presentes en las hojas para donar electrones y neutralizar radicales libres.
- FRAP (Poder reductor del hierro): Este ensayo mide la capacidad antioxidante de los compuestos al reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} , lo que se manifiesta en un cambio de color que se puede medir espectrofotométricamente. En este caso, el extracto de las hojas se mezcla con una solución de ácido ascórbico y hierro (III) cloruro. La capacidad reductora se determinó mediante la medición de la absorbancia a 700 nm. Este método es útil para evaluar el potencial de los compuestos presentes en las hojas de Silcawi para neutralizar especies reactivas de oxígeno y reducir el estrés oxidativo en organismos vivos.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de los análisis nutricionales y antioxidantes fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo. Se calcularon parámetros como las medias, desviaciones estándar, y otros indicadores relevantes para evaluar la variabilidad y la tendencia central de los resultados. Para la interpretación de los resultados, se presentaron tablas y gráficos, lo que facilitó la comparación de los valores entre las muestras recolectadas antes y durante la floración. Este enfoque estadístico permitió obtener una visión clara y precisa de las propiedades nutricionales y antioxidantes de las hojas de Silcawi, lo que contribuye al conocimiento sobre su potencial como recurso alimenticio natural en sistemas agropecuarios sostenibles en las zonas rurales altoandinas del Perú. El análisis estadístico también incluyó pruebas de normalidad para verificar si los datos seguían una distribución normal, lo que facilitó la elección de los métodos adecuados para comparar las medias de las diferentes muestras. Se utilizaron pruebas t de Student para determinar si las diferencias entre las muestras antes y durante la floración eran estadísticamente significativas.

4.2. Ámbito temporal y espacial

4.2.1. Ámbito temporal

La investigación se ha realizado en el periodo del mes de abril de 2024 a junio de 2024, momento de tiempo en la que se puede hallar las plantas de Silcawi (*Bidens pilosa* L).

4.2.2. Ámbito espacial

Ubicación Política

- País: Perú
- Departamento: Apurímac
- Provincia: Grau
- Distrito: Chuquibambilla
- Sector: Huallhuapampa

Ubicación Geográfica

- Latitud: 14°04'58" Sur
- Longitud: 72°43'04" Oeste
- Altitud: 3332 metros sobre el nivel del mar

El territorio presenta un relieve predominantemente montañoso, con clima templado frío y suelos propicios para el crecimiento de especies vegetales nativas como el *Silcawi* (*Bidens pilosa* L.).

Ubicación Hidrográfica

Chuquibambilla forma parte de la cuenca del río Vilcabamba, una subcuenca importante dentro del sistema hidrográfico de la región.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

Dado que la población objetivo son las plantas de *Silcawi* (*Bidens pilosa* L.) que se encontraban en el sector de Huallhuapampa en el período de estudio, se considera 2 kilos (0.5 kg de 4 sitios) de *Silcawi* antes de floración y 2 kilos (0.5 kg de 4 sitios) después de floración *del sector de Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla* de la provincia Grau.

4.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada aleatoriamente de distintos puntos de la parcela haciendo por un total de 750 gramos de hojas de *Silcawi* (*Bidens pilosa* L.) antes de floración (pre floración) y 750 gramos en floración, distribuidos en tres sub muestras de 250 gramos cada una. Estas sub muestras fueron recolectadas del mismo sector Huallhuapampa en el distrito de Chuquibambilla, asegurando la representatividad de la población objetivo y permitiendo un análisis detallado de las propiedades nutricionales y antioxidantes del *Silcawi*. La selección y preparación de las muestras siguieron un protocolo riguroso para garantizar la homogeneidad y la fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio.

4.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo utilizado en esta investigación fue muestreo aleatorio simple. Este enfoque permitió seleccionar las muestras de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) ya que de esa manera se garantiza la representatividad de la muestra.

4.4. Instrumentos

Se utilizó un formato estructurado para registrar la procedencia, características físicas y condiciones ambientales de cada muestra de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) recolectada. Este formato permitió documentar de manera sistemática la información relevante para asegurar la trazabilidad y control de calidad de las muestras.

4.5. Procedimientos

1. Recolección y preparación de muestras

La recolección de las muestras de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) se realizó en dos etapas fenológicas distintas: antes de la floración y durante la floración. Esta distinción fue clave para evaluar cómo las propiedades nutricionales y antioxidantes varían a lo largo del ciclo de vida de la planta. La recolección se llevó a cabo en el sector Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla, provincia de Grau, Apurímac, lo que permitió obtener una muestra representativa de las condiciones ambientales y de crecimiento de la planta en la zona. Los puntos de muestreo fueron seleccionados aleatoriamente para garantizar que las muestras reflejaran la variabilidad natural del entorno. Una vez recolectadas, las hojas fueron sometidas a un proceso de limpieza en agua corriente para eliminar impurezas y contaminantes. Posteriormente, se secaron a temperatura ambiente en condiciones controladas para evitar el daño térmico de los compuestos bioactivos presentes en las hojas. Para ello, se utilizaron bandejas en un área ventilada, lo que permitió una deshidratación homogénea. Después del secado, las hojas se trituraron hasta obtener un polvo fino mediante un molino de alta velocidad. Este polvo fue almacenado en frascos herméticos en un lugar seco y oscuro para evitar la

degradación de los compuestos bioactivos, tales como flavonoides y compuestos fenólicos, que son sensibles a la luz y al calor.

a. Identificación de la parcela.

La parcela está ubicada en el sector Huallhuapampa del distrito de Chuquibambilla Grau, el propietario de la parcela es el sr. Wilber Edison Mendoza Valdivia

b. Identificación de población muestral

Se seleccionaron plantas silvestres en dos etapas fenológicas distintas: antes de la floración y durante la floración

c. Recolección de muestras

La recolección se realizó manualmente, seleccionando hojas sanas, sin presencia de plagas ni daños visibles.

d. Transporte y almacenamiento

Las muestras fueron transportadas en bolsas de papel rotuladas, manteniéndose en condiciones adecuadas para evitar la degradación de compuestos bioactivos. Posteriormente, se almacenaron bajo refrigeración en condiciones controladas, hasta su procesamiento en laboratorio.

e. Análisis bromatológico (valor nutricional)

El análisis del valor nutricional se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Nutrición Animal de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC). Se aplicaron métodos estandarizados de la AOAC (Association of Official Analytical Chemists) para determinar los siguientes componentes:

- Humedad (%)
- Proteína (%)
- Grasa (%)
- Fibra cruda (%)
- Ceniza (%)

- Carbohidratos (% por diferencia)

Análisis nutricional

En la fase de análisis nutricional, se utilizó un procedimiento sistemático para determinar el perfil nutricional de las hojas de Silcawi. El análisis proximal es un método estándar para cuantificar los macronutrientes esenciales, y se aplicó para medir los niveles de proteínas, carbohidratos y lípidos. Las proteínas fueron evaluadas mediante el método de Kjeldahl, un procedimiento clásico que mide el contenido total de nitrógeno, el cual se multiplica por un factor de conversión para obtener el valor proteico. Los carbohidratos se calcularon mediante el método de diferencia, restando la cantidad de agua, proteínas y lípidos del peso total de la muestra. Los lípidos totales se determinaron por extracción con solventes orgánicos, como el éter de petróleo, utilizando un sistema Soxhlet, el cual permite obtener una medición precisa de las grasas presentes. Además de los macronutrientes, se llevó a cabo un análisis de los micronutrientes esenciales presentes en las hojas de Silcawi, como minerales y vitaminas. Los minerales fueron evaluados utilizando espectrofotometría de absorción atómica (AA), que es particularmente eficaz para determinar la concentración de metales como calcio, hierro y zinc. Para la evaluación de vitaminas, se empleó espectrofotometría UV-Vis, una técnica que permite la cuantificación de vitaminas como la vitamina C, que es soluble en agua y sensible a la luz.

2. Determinación de la capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante fue evaluada mediante el ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) en el Laboratorio de Análisis Químico de la UNSAAC. Los resultados entregados por el laboratorio expresaron como porcentaje de inhibición del radical DPPH, lo cual permitió interpretar la capacidad de neutralización de radicales libres de la muestra vegetal.

La capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi fue evaluada utilizando dos métodos estándar: el ensayo DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y el ensayo FRAP (Poder reductor del hierro).

DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo): Este ensayo se basa en la capacidad de los compuestos presentes en las hojas para neutralizar los radicales libres. El DPPH es un radical libre estable que cambia de color (de morado a amarillo) cuando se reduce por la acción de un antioxidante. Para este ensayo, se prepararon diferentes concentraciones del extracto de las hojas y se mezclaron con una solución de DPPH. La absorbancia de la mezcla se midió a 517 nm, y la inhibición de los radicales libres se calculó en función de la disminución de la absorbancia. Este método permite medir la capacidad de los compuestos antioxidantes presentes en las hojas para donar electrones y neutralizar radicales libres.

FRAP (Poder reductor del hierro): Este ensayo mide la capacidad antioxidante de los compuestos al reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} , lo que se manifiesta en un cambio de color que se puede medir espectrofotométricamente. En este caso, el extracto de las hojas se mezcla con una solución de ácido ascórbico y hierro (III) cloruro. La capacidad reductora se determinó mediante la medición de la absorbancia a 700 nm. Este método es útil para evaluar el potencial de los compuestos presentes en las hojas de Silcawi para neutralizar especies reactivas de oxígeno y reducir el estrés oxidativo en organismos vivos.

4.6. Análisis de datos

Una vez que los datos fueron procesados, se procedió al análisis estadístico para interpretar los resultados y extraer conclusiones relevantes.

Los datos obtenidos de los análisis nutricionales y antioxidantes fueron sometidos a un análisis estadístico descriptivo. Se calcularon parámetros como las medias, desviaciones estándar, y otros indicadores relevantes para evaluar la variabilidad y la tendencia central de los resultados. Para la interpretación de los resultados, se presentaron tablas y gráficos, lo que facilitó la comparación de los valores entre las

muestras recolectadas antes y durante la floración. Este enfoque estadístico permitió obtener una visión clara y precisa de las propiedades nutricionales y antioxidantes de las hojas de Silcawi, lo que contribuye al conocimiento sobre su potencial como recurso alimenticio natural en sistemas agropecuarios sostenibles en las zonas rurales altoandinas del Perú. El análisis estadístico también incluyó pruebas de normalidad para verificar si los datos seguían una distribución normal, lo que facilitó la elección de los métodos adecuados para comparar las medias de las diferentes muestras. Se utilizaron pruebas t de Student para determinar si las diferencias entre las muestras antes y durante la floración eran estadísticamente significativas.

- **Estadística Descriptiva:** Se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para resumir y describir los datos obtenidos. Esto incluyó el cálculo de medidas de tendencia central (medias) y de dispersión (desviaciones estándar) para cada una de las variables estudiadas. Estos cálculos proporcionaron una primera aproximación a la distribución y características de los valores nutricionales y antioxidantes de las hojas de Silcawi.
- **Análisis Comparativo:** Para evaluar las diferencias significativas entre las submuestras o los diferentes componentes analizados, se realizaron comparaciones utilizando pruebas estadísticas adecuadas, como el análisis de varianza (ANOVA). Esto permitió determinar si existían variaciones significativas en el valor nutricional y antioxidante entre las diferentes muestras de hojas.
- **Interpretación de Resultados:** Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico fueron interpretados en el contexto del marco teórico de la investigación. Se compararon los valores obtenidos con los de estudios previos o con valores de referencia conocidos, permitiendo una evaluación crítica del potencial de las hojas de Silcawi como recurso alimenticio para animales menores.

4.7. Consideraciones éticas

- Se tomó especial cuidado en minimizar el impacto ambiental durante la recolección de muestras de Silcawi (*Bidens pilosa* L.), garantizando que la biodiversidad local no se viera comprometida. La extracción se realizó de manera controlada y respetuosa con el ecosistema, preservando el equilibrio natural de las áreas de muestreo.
- A lo largo de toda la investigación, se mantuvieron altos estándares de transparencia, integridad y rigor científico. Los datos recolectados fueron procesados y analizados de manera objetiva, sin ningún tipo de manipulación o sesgo, garantizando la veracidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

V. Resultados y discusión

5.1. Resultados

5.1.1. Valor nutricional de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L)

Tabla 3

Análisis del valor nutricional de las hojas de Silcawi (Bidens pilosa.L) como alimento para animales menores

Nutriente	<i>Bidens pilosa</i> L. antes de floración (%)	<i>Bidens pilosa</i> L. en floración (%)
Humedad	7.99	12.96
Proteína	24.42	20.22
Grasa	5.88	6.6
Ceniza	6.27	6.94
Fibra	26.3	28.1
Carbohidratos	55.44	53.28

Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (2024 y 2025)

La Tabla (3) presenta los resultados obtenidos del análisis bromatológico de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.), recolectadas en dos estados fenológicos distintos: antes de la floración y durante la floración, con el fin de determinar su valor nutricional como posible insumo alimenticio para animales menores, como cuyes, conejos y aves de corral.

Humedad

El contenido de humedad fue notablemente mayor en las hojas en floración (12.96%) que en las hojas antes de la floración (7.99%). Este incremento refleja un mayor contenido de agua celular durante la fase reproductiva, producto de una mayor actividad fisiológica y transpiración. Aunque un mayor contenido de humedad puede facilitar la digestión, también reduce la concentración de nutrientes en base seca y puede limitar el tiempo de almacenamiento del forraje, lo cual es relevante en la formulación de raciones.

Proteína

Las hojas antes de la floración presentan un contenido proteico superior (24.42%) frente al estado en floración (20.22%). Esta diferencia puede atribuirse a que, en la etapa vegetativa, la planta acumula más compuestos nitrogenados como enzimas, clorofila y

aminoácidos, esenciales para la síntesis de tejidos. En términos zootécnicos, este dato es altamente relevante, ya que la proteína es un nutriente crítico en la dieta de animales menores, particularmente para el crecimiento, desarrollo muscular y reproducción. Por ello, el momento ideal para la cosecha del Silcawi con fines alimenticios sería antes de la floración.

Grasa

El contenido de grasa fue ligeramente mayor durante la floración (6.6%) que antes de ella (5.88%). Aunque los lípidos no son el principal componente energético en dietas de animales menores, su presencia favorece la digestibilidad de vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y mejora la palatabilidad del alimento. Este incremento puede estar relacionado con la acumulación de lípidos estructurales y de reserva en preparación para la reproducción.

Ceniza

El contenido de ceniza, que representa la proporción de minerales totales, fue más elevado en el estado de floración (6.94%) que antes (6.27%). Esto podría deberse a una mayor movilización de nutrientes del suelo hacia la planta durante el proceso reproductivo. Desde una perspectiva nutricional, este incremento puede traducirse en mayor disponibilidad de minerales esenciales como calcio, fósforo, hierro y magnesio, importantes para la formación ósea, coagulación sanguínea y funciones metabólicas de los animales.

Fibra cruda

La fibra aumentó en el estado de floración (28.1%) en comparación con el estado previo (26.3%). Este resultado es coherente con la maduración de los tejidos vegetales, donde se da un proceso de lignificación (formación de lignina y celulosa) en las paredes celulares. Aunque la fibra es fundamental para el tránsito digestivo en especies herbívoras, un exceso de fibra puede reducir la digestibilidad y aprovechamiento energético del alimento, por lo que debe evaluarse su inclusión en raciones balanceadas.

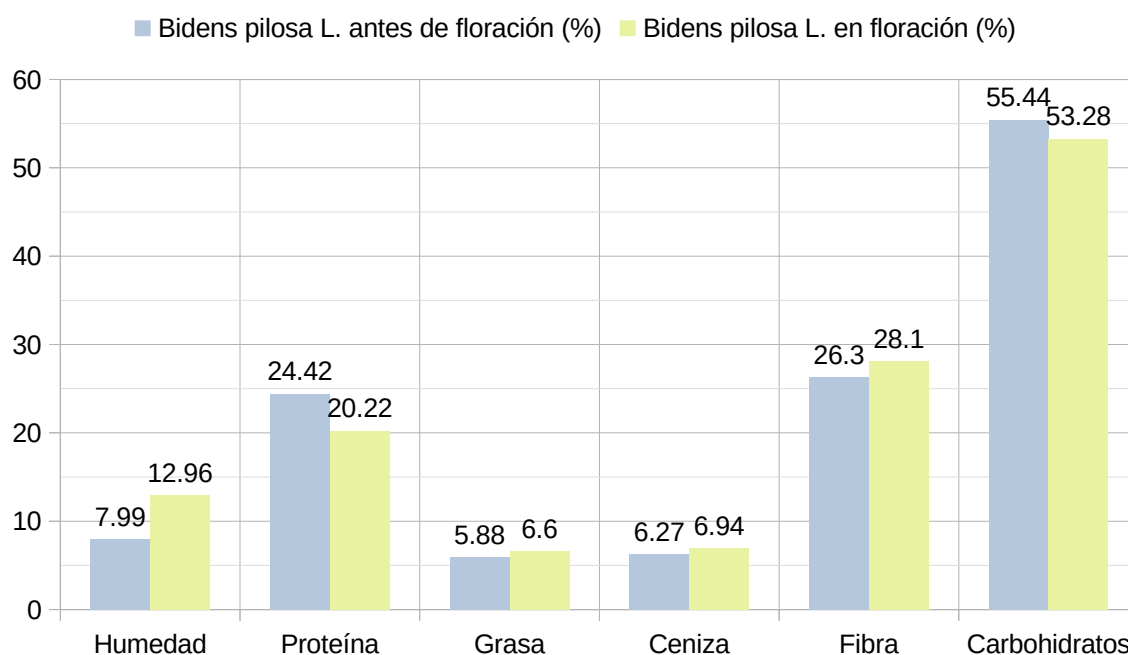
Carbohidratos

Los carbohidratos, calculados por diferencia, fueron más altos antes de la floración (55.44%) y ligeramente menores en floración (53.28%). Esta reducción puede explicarse por el uso de carbohidratos solubles en procesos de floración y formación de estructuras reproductivas. Los carbohidratos son la principal fuente de energía metabólica, por lo tanto, su mayor presencia en la etapa vegetativa hace que este estado sea más recomendable cuando se busca maximizar el aporte energético en la dieta animal.

La **Figura (1)** muestra el contenido de *humedad, proteína, grasa, ceniza, fibra y carbohidratos* que se presenta en la **Tabla (3)**

Figura 1

Valor nutricional de hojas de Silcawi (Bidens pilosa.L) en porcentajes



Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Los resultados del análisis bromatológico permiten concluir que las hojas de Silcawi antes de la floración poseen un perfil nutricional más favorable, con mayores niveles de proteína y carbohidratos, lo cual las convierte en una opción más eficiente como suplemento para animales menores. En cambio, durante la floración, si bien se

observa un ligero aumento en grasa, fibra y minerales, estos beneficios pueden verse limitados por una menor disponibilidad energética y proteica.

Desde un punto de vista práctico, estos hallazgos sugieren que el momento óptimo de cosecha de las hojas de Silcawi con fines nutricionales es antes de la floración, maximizando así su calidad alimenticia y su utilidad en sistemas de producción agropecuaria familiar.

5.1.2. Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa.L*) antes de floración

Tabla 4

Determinación de porcentaje de inhibición de DPPH con el estandar Trolox a diferentes concentraciones de Silcawi antes de floración

Ensayo	Concentración Trolox (mM)	Concentración Trolox (mg/mL)	0 min	60 min	% de inhibición
DPPH	0.000	0.000	0.513	0.492	
Standar 1	0.050	0.020	0.459	0.453	11.700
Standar 2	0.200	0.079	0.389	0.387	24.560
Standar 3	0.500	0.197	0.097	0.092	82.070
Standar 4	1.000	0.394	0.059	0.022	95.710

Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Tabla titulada (4) presenta los resultados de un ensayo de inhibición de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo) utilizando el estándar Trolox a diferentes concentraciones, con el objetivo de evaluar la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi antes de la floración. El ensayo de DPPH es una técnica común para medir la capacidad de un compuesto para neutralizar radicales libres, que son moléculas inestables que pueden causar daño celular y contribuir al envejecimiento y diversas enfermedades.

DPPH (Control)

En el control, donde no se añadió Trolox, el valor de absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH a los 0 minutos fue de 0.513 y disminuyó ligeramente a 0.492 a los 60 minutos. Esta pequeña disminución en la absorbancia (radicales libres se desactivaron) sugiere una ligera reducción en la concentración de radicales libres, posiblemente debido a la degradación natural de DPPH o a la presencia de antioxidantes en el medio de reacción.

Standar 1 (0.05 mM de Trolox)

Con una concentración de 0.050 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.459 a 0.453 en 60 minutos, lo que resultó en un porcentaje de inhibición del 11.700%. Esto indica que, a esta concentración, Trolox tiene

un efecto antioxidante moderado, reduciendo la concentración de radicales libres en un pequeño porcentaje.

Standar 2 (0.2 mM de Trolox)

A una concentración de 0.200 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.389 a 0.387, con un porcentaje de inhibición del 24.560%. Este aumento en el porcentaje de inhibición muestra que a medida que la concentración de Trolox aumenta, también lo hace su capacidad para neutralizar radicales libres.

Standar 3 (0.5 mM de Trolox)

Con 0.500 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó significativamente de 0.097 a 0.092, resultando en un porcentaje de inhibición del 82.070%. Este alto porcentaje de inhibición indica una fuerte capacidad antioxidante a esta concentración, lo que sugiere que Trolox es muy eficaz para neutralizar radicales libres a niveles más altos.

Standar 4 (1.0 mM de Trolox)

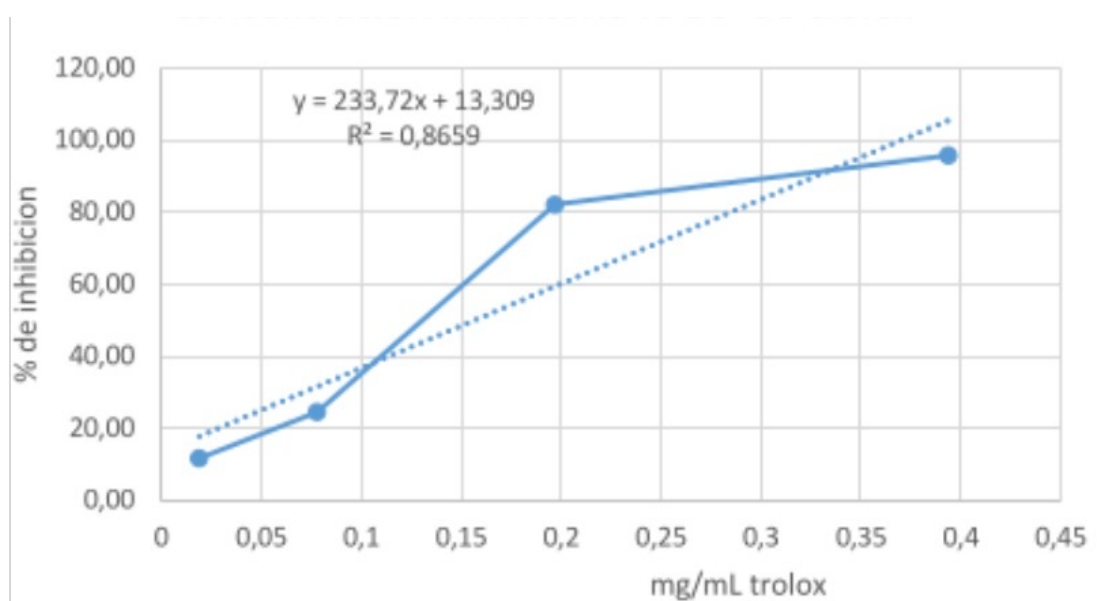
Finalmente, a la concentración más alta de 1.000 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.059 a 0.022, con un porcentaje de inhibición del 95.710%. Este resultado subraya la potente capacidad antioxidante de Trolox a esta concentración, prácticamente eliminando la mayoría de los radicales libres en el ensayo.

Aunque la **Tabla (4)** no proporciona datos directos sobre la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi, los resultados del ensayo con Trolox ofrecen un punto de referencia para evaluar la eficacia de los antioxidantes en Silcawi. Los altos porcentajes de inhibición observados con Trolox indican que los antioxidantes en Silcawi, aunque no se cuantifican aquí, podrían ser significativos. Para una comparación precisa, se necesitarían datos adicionales sobre la capacidad de inhibición de DPPH de las hojas de Silcawi a diferentes concentraciones.

Por lo tanto, el ensayo de DPPH con Trolox demuestra una clara relación entre la concentración de antioxidantes y la capacidad de inhibición de radicales libres. Esto sugiere que las hojas de Silcawi, con su potencial antioxidante, podrían desempeñar un papel importante en la protección contra el estrés oxidativo en animales menores. Sin embargo, se requiere más investigación para cuantificar y comparar directamente la capacidad antioxidante de Silcawi con estándares como Trolox.

Figura 2

Concentración inhibitoria de IC 50 de Trolox Silcawi antes de floración



Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Figura (2) presenta un análisis detallado de la capacidad antioxidante del Trolox, medido a través de la inhibición del radical libre DPPH. Los datos muestran una clara relación entre la concentración de Trolox y el porcentaje de inhibición, lo que destaca la eficacia de Trolox como antioxidante. En el control sin Trolox, la absorbancia del DPPH se mantuvo relativamente estable, lo que confirma la necesidad de un antioxidante eficaz para neutralizar estos radicales libres.

A medida que la concentración de Trolox aumenta, desde 0.05 mM hasta 1 mM, se observa un incremento significativo en el porcentaje de inhibición del DPPH. A la concentración más baja de 0.05 mM, el porcentaje de inhibición es de solo 11.7%, lo que indica una capacidad antioxidante limitada. Sin embargo, al aumentar la concentración a

0.2 mM, la inhibición sube al 24.56%, mostrando una mejora en la capacidad antioxidante. Este patrón continúa con concentraciones de 0.5 mM y 1 mM, donde la inhibición alcanza 82.07% y 95.71% respectivamente. Estos resultados sugieren que Trolox es altamente eficaz en neutralizar radicales libres a concentraciones más altas, lo que es crucial para aplicaciones que requieren una protección antioxidante significativa.

Desde una perspectiva práctica, estos hallazgos tienen importantes implicaciones en la formulación de suplementos dietéticos para animales menores. La inclusión de Trolox en la dieta podría mejorar significativamente la salud de estos animales al reducir el estrés oxidativo, lo que a su vez podría mejorar su crecimiento, productividad y resistencia a enfermedades. Sin embargo, es importante considerar el costo y la disponibilidad de Trolox para su uso en gran escala. Además, se debe evaluar la seguridad y la dosis adecuada para evitar efectos adversos.

El análisis también sugiere que Trolox podría ser usado en combinación con otros antioxidantes para maximizar su efectividad y reducir costos. La alta capacidad antioxidante de Trolox a concentraciones elevadas lo convierte en un candidato ideal para aplicaciones en las que se busca proteger productos alimenticios, mejorar la salud animal, y prolongar la vida útil de los productos derivados de animales. Sin embargo, antes de su aplicación práctica, sería necesario realizar estudios adicionales para confirmar su seguridad y eficacia en diversas especies de animales menores, así como para explorar posibles sinergias con otros compuestos antioxidantes.

Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) antes de floración

Tabla 5

Determinación de porcentaje de inhibición de la muestra a diferentes concentraciones de Silcawi antes de floración

Ensayo	Silcawi (mg/mL)	0 min	60 min	% de inhibición
DPPH	0	0.513	0.4923	
Muestra 1	0.1	0.461	0.434	15.4
Muestra 2	0.2	0.409	0.346	32.55
Muestra 3	0.4	0.356	0.191	62.77

Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Tabla (5) presenta los resultados de un ensayo de inhibición de DPPH utilizando diferentes concentraciones de hojas de Silcawi antes de la floración. Este ensayo tiene como objetivo evaluar la capacidad antioxidante de Silcawi, comparándola con el estándar Trolox presentado en la **Tabla** anterior.

Control (0 mg/mL de Silcawi):

En el control, donde no se añadió Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH fue de 0.513 al inicio y disminuyó ligeramente a 0.4923 después de 60 minutos. Esta pequeña disminución en la absorbancia sugiere una ligera reducción en la concentración de radicales libres, probablemente debido a la degradación natural de DPPH o a la presencia de antioxidantes en el medio de reacción.

Muestra 1 (0.1 mg/mL de Silcawi):

Con una concentración de 0.1 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.461 a 0.434 en 60 minutos, lo que resultó en un porcentaje de inhibición del 15.4%. Este resultado indica que, a esta concentración, Silcawi tiene un efecto antioxidante moderado, reduciendo la concentración de radicales libres en un pequeño porcentaje.

Muestra 2 (0.2 mg/mL de Silcawi):

A una concentración de 0.2 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.409 a 0.346, con un porcentaje de inhibición del 32.55%. Este aumento en el porcentaje de inhibición muestra que, a medida que la

concentración de Silcawi aumenta, también lo hace su capacidad para neutralizar radicales libres.

Muestra 3 (0.4 mg/mL de Silcawi):

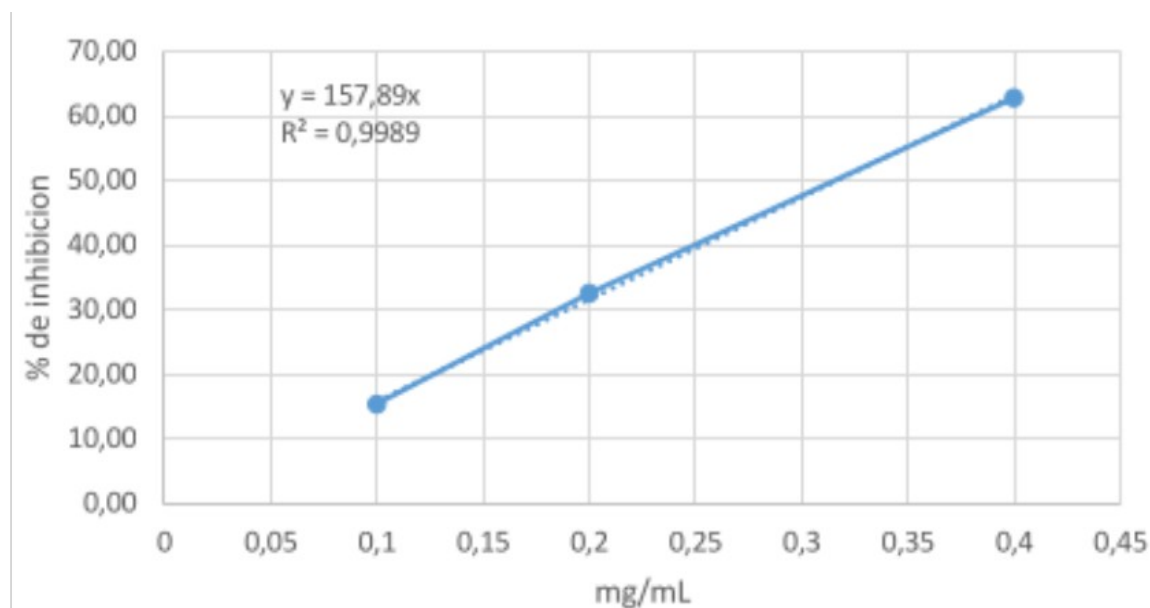
Con 0.4 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó significativamente de 0.356 a 0.191, resultando en un porcentaje de inhibición del 62.77%. Este alto porcentaje de inhibición indica una fuerte capacidad antioxidante a esta concentración, lo que sugiere que Silcawi es muy eficaz para neutralizar radicales libres a niveles más altos.

Al comparar estos resultados con los de Trolox en la **Tabla 4**, se observa que la capacidad antioxidante de Silcawi es significativa, aunque no tan potente como la de Trolox a las mismas concentraciones. Por ejemplo, a una concentración de 0.4 mg/mL, Silcawi muestra un porcentaje de inhibición del 62.77%, mientras que Trolox a 0.5 mM (aproximadamente 0.197 mg/mL) muestra un porcentaje de inhibición del 82.070%. Esto sugiere que, aunque Silcawi tiene una capacidad antioxidante notable, se necesitarían concentraciones más altas para alcanzar el mismo nivel de inhibición que Trolox.

Es decir, las hojas de Silcawi antes de la floración poseen una capacidad antioxidante considerable, que aumenta con la concentración. Esto indica que Silcawi podría ser una Nota valiosa de antioxidantes para la alimentación de animales menores, ayudando a proteger contra el estrés oxidativo. Sin embargo, para maximizar su eficacia, podría ser necesario utilizar concentraciones más altas de Silcawi en comparación con antioxidantes sintéticos como Trolox. Estos hallazgos subrayan el potencial de Silcawi como un suplemento natural para mejorar la salud y el bienestar de los animales.

Figura 3

Concentración inhibitoria IC50 de la muestra de Silcawi antes de floración



Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Figura (3) muestra la relación lineal entre la concentración del extracto de Silcawi (medida en mg/mL) y el porcentaje de inhibición del radical libre DPPH. La gráfica revela una correlación fuerte y directa entre la concentración del extracto y su capacidad antioxidante, evidenciada por la ecuación de la recta $y = 157.89x + 0.9989$ y un coeficiente de determinación $R^2 = 0.9989$. Este alto valor de R^2 indica que casi toda la variación en la inhibición del DPPH puede ser explicada por la concentración de Silcawi, lo que demuestra la consistencia y fiabilidad de los datos obtenidos.

A medida que la concentración del extracto de Silcawi aumenta, también lo hace el porcentaje de inhibición del DPPH, lo que sugiere una fuerte capacidad antioxidante del extracto. Por ejemplo, a una concentración baja de 0.1 mg/mL, el porcentaje de inhibición es del 15%, mientras que a una concentración de 0.4 mg/mL, la inhibición alcanza cerca del 63%. Esta tendencia lineal indica que el extracto es mucho más eficaz en la neutralización de radicales libres cuando se utiliza en concentraciones más elevadas.

El concepto de **IC50**, que se refiere a la concentración necesaria para inhibir el 50% de la actividad del DPPH, es clave para entender la eficacia antioxidante del Silcawi.

Aunque el valor exacto de IC50 no se muestra directamente en la gráfica, la relación lineal permite estimarlo entre 0.2 mg/mL y 0.3 mg/mL. Un IC50 en este rango sugiere que el Silcawi tiene una capacidad antioxidante considerable, capaz de ofrecer protección significativa contra el estrés oxidativo con concentraciones relativamente bajas.

Este comportamiento antioxidante destacado hace que el extracto de Silcawi sea un candidato prometedor para diversas aplicaciones, incluyendo la preservación de alimentos y la formulación de suplementos dietéticos. En el contexto de la alimentación de animales menores, el hecho de que el Silcawi pueda inhibir eficazmente los radicales libres a concentraciones moderadas implica que podría mejorar la salud y el rendimiento de los animales, contribuyendo a una mayor resistencia a enfermedades y mejor calidad de los productos animales.

5.1.3. Capacidad antioxidante de hojas de *Silcawi* (*Bidens pilosa*.L) en floración

Tabla 6

Determinación de porcentaje de inhibición de DPPH con el estandar Trolox a diferentes concentraciones de hojas de Silcawi en floración

Ensayo	Concentración Trolox (mM)	Concentración Trolox (mg/mL)	0 min	60 min	% de inhibición
DPPH	0	0	0.51	0.49	
Standar 1	0.05	0.02	0.45	0.45	11.7
Standar 2	0.2	0.08	0.39	0.39	24.56
Standar 3	0.5	0.2	0.1	0.09	82.07
Standar 4	1	0.39	0.06	0.02	95.71

Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Tabla titulada (6) presenta los resultados de un ensayo de inhibición de DPPH utilizando el estándar Trolox a diferentes concentraciones, con el objetivo de evaluar la capacidad antioxidante de las hojas de *Silcawi* durante la etapa de floración. Este ensayo es similar al presentado en la **Tabla 4**, pero se centra específicamente en la etapa de floración de *Silcawi*.

Control (0 mM Trolox):

En el control, donde no se añadió Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH fue de 0.51 al inicio y disminuyó ligeramente a 0.49 después de 60 minutos. Esta pequeña disminución en la absorbancia sugiere una ligera reducción en la concentración de radicales libres, posiblemente debido a la degradación natural de DPPH o a la presencia de antioxidantes en el medio de reacción.

Estándar 1 (0.05 mM Trolox):

Con una concentración de 0.05 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.45 a 0.45 en 60 minutos, lo que resultó en un porcentaje de inhibición del 11.7%. Este resultado indica que, a esta concentración, Trolox tiene un efecto antioxidante moderado, similar al observado en la **Tabla 4** para la misma concentración.

Estándar 2 (0.2 mM Trolox):

A una concentración de 0.2 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.39 a 0.39, con un porcentaje de inhibición del 24.56%. Este resultado es idéntico al de la **Tabla 4**, lo que sugiere una consistencia en la capacidad antioxidante de Trolox a esta concentración.

Estándar 3 (0.5 mM Trolox):

Con 0.5 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.1 a 0.09, resultando en un porcentaje de inhibición del 82.07%. Este alto porcentaje de inhibición es similar al observado en la **Tabla 4**, lo que indica una fuerte capacidad antioxidante a esta concentración.

Estándar 4 (1.0 mM Trolox):

Finalmente, a la concentración más alta de 1 mM de Trolox, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.06 a 0.02, con un porcentaje de inhibición del 95.71%. Este resultado es idéntico al de la **Tabla 4**, subrayando la potente capacidad antioxidante de Trolox a esta concentración.

Aunque la **Tabla (6)** no proporciona datos directos sobre la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi en floración, los resultados del ensayo con Trolox ofrecen un punto de referencia para evaluar la eficacia de los antioxidantes en Silcawi durante esta etapa. La similitud en los resultados de Trolox entre las tablas 4 y 6 sugiere que la capacidad antioxidante de Trolox es consistente independientemente de la etapa de crecimiento de Silcawi. Por lo tanto, el ensayo de DPPH con Trolox demuestra una capacidad antioxidante robusta y consistente, lo que proporciona un estándar contra el cual evaluar la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi en floración. Aunque los datos de Silcawi no están directamente comparados en esta **Tabla**, la consistencia en los resultados de Trolox sugiere que las futuras comparaciones con Silcawi en floración podrían ofrecer insights valiosos sobre su potencial antioxidante durante esta etapa de crecimiento. Para una comparación más precisa, sería ideal tener datos sobre la

inhibición de DPPH por las hojas de Silcawi en floración a las mismas concentraciones que las utilizadas para Trolox. Esto permitiría una evaluación directa de la capacidad antioxidante de Silcawi en relación con el estándar Trolox.

Capacidad antioxidante de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa*.L) en floración

Tabla 7

Determinación de porcentaje de inhibición de la muestra a diferentes concentraciones de Silcawi en floración

Ensayo	Silcawi (mg/mL)	0 min	60 min	% de inhibición
DPPH	0	0.6	0.47	
Muestra 1	0.1	0.45	0.44	27.7
Muestra 2	0.2	0.4	0.37	39.3
Muestra 3	0.4	0.2	0.09	84.91

Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Tabla (7) presenta los resultados de un ensayo de inhibición de DPPH utilizando diferentes concentraciones de hojas de Silcawi en floración. Este ensayo tiene como objetivo evaluar la capacidad antioxidante de Silcawi durante esta etapa de crecimiento, comparándola con los resultados obtenidos en ensayos anteriores.

Control (0 mg/mL de Silcawi):

En el control, donde no se añadió Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH fue de 0.6 al inicio y disminuyó a 0.47 después de 60 minutos. Esta disminución en la absorbancia sugiere una reducción en la concentración de radicales libres, posiblemente debido a la degradación natural de DPPH o a la presencia de antioxidantes en el medio de reacción.

Muestra 1 (0.1 mg/mL de Silcawi):

Con una concentración de 0.1 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.45 a 0.44 en 60 minutos, lo que resultó en un porcentaje de inhibición del 27.7%. Este resultado indica que, a esta concentración, Silcawi tiene un efecto antioxidante moderado, reduciendo la concentración de radicales libres en un porcentaje significativo.

Muestra 2 (0.2 mg/mL de Silcawi):

A una concentración de 0.2 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.4 a 0.37, con un porcentaje de inhibición del 39.3%. Este aumento en el porcentaje de inhibición muestra que, a medida que la concentración de Silcawi aumenta, también lo hace su capacidad para neutralizar radicales libres.

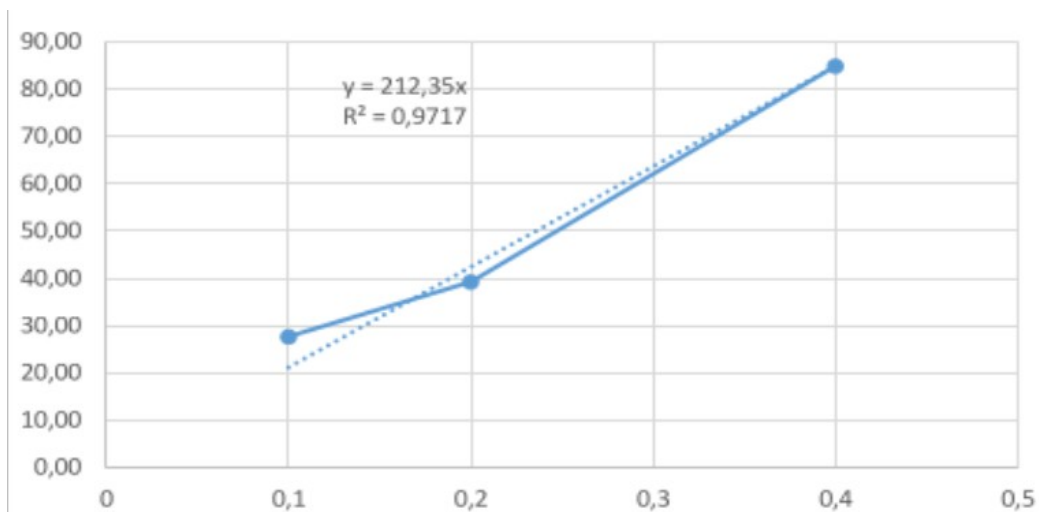
Muestra 3 (0.4 mg/mL de Silcawi):

Con 0.4 mg/mL de Silcawi, la absorbancia (radicales libres se desactivaron) de DPPH disminuyó de 0.2 a 0.09, resultando en un porcentaje de inhibición del 84.91%. Este alto porcentaje de inhibición indica una fuerte capacidad antioxidante a esta concentración, sugiriendo que Silcawi es muy eficaz para neutralizar radicales libres a niveles más altos.

Al comparar estos resultados con los de la **Tabla 5**, que muestra la capacidad antioxidante de Silcawi antes de la floración, se observa que la capacidad antioxidante de Silcawi en floración es generalmente más alta. Por ejemplo, a una concentración de 0.4 mg/mL, Silcawi en floración muestra un porcentaje de inhibición del 84.91%, mientras que antes de la floración, el porcentaje de inhibición es del 62.77% a la misma concentración. Esto sugiere que las hojas de Silcawi en floración podrían tener una mayor capacidad antioxidante en comparación con las hojas antes de la floración. Por lo tanto, las hojas de Silcawi en floración poseen una capacidad antioxidante significativa, que aumenta con la concentración. Este hallazgo indica que Silcawi en floración podría ser una Nota aún más valiosa de antioxidantes para la alimentación de animales menores, ayudando a proteger contra el estrés oxidativo. La comparación con los resultados antes de la floración sugiere que la etapa de crecimiento puede influir en la capacidad antioxidante de Silcawi, lo que podría ser un factor importante a considerar al utilizar esta planta como suplemento alimenticio.

Figura 4

Concentración inhibitoria IC50 de la muestra de Silcawi en floración



Nota. Análisis de laboratorio de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

La Figura (4) presenta una gráfica que ilustra la relación entre la concentración de la muestra de hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) en floración y el porcentaje de inhibición de DPPH. En el eje x se representa la concentración de la muestra en mg/mL, mientras que en el eje y se muestra el porcentaje de inhibición de DPPH. La gráfica incluye una línea de tendencia lineal que describe la relación entre estas dos variables.

La ecuación de la recta es $y=212.35x$, donde y representa el porcentaje de inhibición y x la concentración de la muestra en mg/mL. El coeficiente de determinación R^2 es 0.9717, lo que indica que el modelo lineal explica el 97.17% de la variabilidad en los datos. Esto sugiere una fuerte correlación entre la concentración de la muestra y el porcentaje de inhibición, lo que implica que a medida que aumenta la concentración de Silcawi, también aumenta su capacidad para inhibir los radicales libres. Los puntos de datos en la gráfica siguen una tendencia lineal ascendente, lo que significa que a medida que se incrementa la concentración de la muestra, el porcentaje de inhibición de DPPH también aumenta. Por ejemplo, a una concentración de 0.1 mg/mL, el porcentaje de inhibición es aproximadamente del 30%. A una concentración de 0.2 mg/mL, el porcentaje de inhibición sube a alrededor del 50%. Finalmente, a una concentración de 0.4 mg/mL,

el porcentaje de inhibición alcanza aproximadamente el 85%. Estos datos indican que las hojas de Silcawi en floración poseen una alta capacidad antioxidante, que se potencia con el aumento de la concentración.

Desde una perspectiva biológica, la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi es significativa. La fuerte correlación lineal y el alto valor de R^2 sugieren que la capacidad antioxidante es directamente proporcional a la concentración de la muestra. Esto es un hallazgo importante, ya que indica que las hojas de Silcawi contienen compuestos antioxidantes efectivos que pueden neutralizar radicales libres. Estos resultados son prometedores para el uso potencial de Silcawi como un suplemento alimenticio natural con propiedades antioxidantes beneficiosas, no solo para la salud de los animales menores, sino también para otras aplicaciones terapéuticas. Es decir, la gráfica muestra una relación lineal fuerte entre la concentración de las hojas de Silcawi en floración y su capacidad para inhibir radicales libres. La alta capacidad antioxidante y la fuerte correlación lineal sugieren que Silcawi podría ser una Nota valiosa de antioxidantes naturales, adecuada para mejorar la salud y el bienestar de los animales menores y posiblemente para otras aplicaciones en salud y nutrición.

5.2. Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran el potencial de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) como una fuente alternativa de alimento para animales menores, tanto por su valor nutricional como por su capacidad antioxidante. Estos hallazgos coinciden y complementan lo reportado por diversos autores que han estudiado las propiedades nutricionales y funcionales de esta planta, desde distintos enfoques y con diferentes especies animales o modelos experimentales.

En cuanto al valor nutricional, el presente estudio evidenció que las hojas de Silcawi recolectadas antes de la floración presentan mayores niveles de proteína (24.42%) y carbohidratos (55.44%), lo que sugiere una alta capacidad de aporte energético y estructural. Este hallazgo está en concordancia con los resultados de

Guerrero & Unigarro (2010), quienes al analizar la digestibilidad de diversas arvenses como diente de león y *Bidens pilosa* en cuyes, concluyeron que las especies con mayor contenido proteico y energético presentaban mejor digestibilidad aparente, mientras que el exceso de fibra reducía dicho efecto, algo también observado en este estudio al incrementarse la fibra durante la floración.

Según Bautista (2022) evaluó la fase fenológica y el valor nutricional del Silcawi (*Bidens pilosa* L.) para la alimentación animal. La comparación de los datos nutricionales de *Bidens pilosa* L. proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) con los resultados de este trabajo de investigación revela algunas diferencias significativas en la composición nutricional de esta planta en diferentes etapas de su ciclo de vida. En primer lugar, la FAO reporta que *Bidens pilosa* L. contiene 43 kcal por cada 100 gramos de peso, lo que la coloca como una fuente moderada de energía. Sin embargo, los resultados del estudio indican que el contenido de carbohidratos totales varía entre las etapas de floración y antes de la floración, siendo significativamente más alto en la etapa de floración (14.53%) que en la etapa antes de la floración (10.45%). Esto sugiere que la planta puede proporcionar una mayor cantidad de energía en la etapa de floración. En cuanto a la proteína, la FAO informa un contenido de 3.8 gramos por cada 100 gramos en *Bidens pilosa* L., mientras que el estudio muestra que el contenido de proteína bruta varía, siendo más alto antes de la floración (3.95%) que en la etapa de floración (2.86%). Ambas fuentes coinciden en que la planta tiene un contenido bajo de grasa (0.5% según la FAO y valores muy bajos en el estudio), lo que la hace adecuada para quienes buscan alimentos bajos en grasa. En términos de fibra, ambas fuentes señalan que *Bidens pilosa* L. es rica en fibra, lo que es beneficioso para la digestión y la saciedad. La FAO informa 3.9 gramos de fibra, mientras que el estudio muestra valores de fibra bruta más bajos, especialmente en la etapa de floración.

Asimismo, González & Ly (2001) evaluaron el uso del follaje de *Bidens pilosa* en cerdos y concluyeron que no se observaron efectos negativos en los índices de

digestibilidad, incluso con niveles de inclusión del 20%. Sus resultados apoyan la seguridad del uso de esta planta como suplemento alimenticio. En ese sentido, nuestros hallazgos refuerzan la aplicabilidad del Silcawi como un recurso alimenticio viable, especialmente cuando se recolecta en estado vegetativo (antes de la floración), momento en el que presenta un perfil nutricional más favorable.

Respecto a la capacidad antioxidante, los resultados del ensayo DPPH muestran que ambas etapas fenológicas presentan una actividad antioxidante significativa, aunque durante la floración se registró un porcentaje de inhibición del 84.91% a 0.4 mg/mL, superior al 62.77% obtenido antes de la floración a igual concentración. Esta mayor capacidad puede deberse a una mayor concentración de compuestos fenólicos y flavonoides, como también lo han reportado diversos estudios.

Revilla et al. (2021) en Ecuador, por ejemplo, identificaron un alto contenido de biomoléculas antioxidantes en cultivares de hojas, evaluados también por el método DPPH, lo que coincide con el comportamiento antioxidante observado en nuestras muestras. Igualmente, Mamani & Quispe (2022) determinaron diferencias significativas en el contenido de fenoles y capacidad antioxidante según el origen geográfico de las hojas de *Bidens pilosa*, hallazgos que respaldan la importancia del entorno y el momento de recolección en la expresión funcional de la planta.

Por su parte, estudios como los de Barreto (2020) y Arroyo et al. (2010, 2008) destacan el efecto antioxidante de *Bidens pilosa* a nivel celular y fisiológico en modelos animales, demostrando su acción contra radicales libres y su potencial quimioprotector frente al desarrollo de cáncer en órganos como el hígado, cerebro y colon. Estos estudios confirman que los compuestos bioactivos presentes en esta especie poseen un impacto positivo sobre el estrés oxidativo, lo cual respalda el uso del Silcawi como suplemento funcional en la dieta de animales menores.

En adición, Iparraguirre (2023) cuantificó flavonoides en hojas y flores de *Bidens pilosa*, concluyendo que estos metabolitos están presentes en ambas partes, siendo más

concentrados en las flores. Este resultado guarda relación directa con lo encontrado en nuestro estudio, donde las hojas en floración mostraron una mayor capacidad antioxidante, lo cual sugiere una acumulación fenólica más intensa durante el desarrollo reproductivo.

Desde una perspectiva agronómica y ecológica, Freitas et al. (2021) destacan la resistencia de *Bidens pilosa* a condiciones de estrés hídrico, lo que la convierte en una planta altamente adaptable, capaz de crecer en zonas altoandinas como Chuquibambilla (Apurímac), donde se realizó el presente estudio. Además, investigaciones como la de Costa et al. (2022) evidencian que esta especie reacciona de forma sensible a ciertos bioextractos, lo cual también podría influir en su concentración de compuestos funcionales y antioxidantes.

En conjunto, los resultados obtenidos en esta investigación coinciden ampliamente con los hallazgos de otros autores, tanto a nivel nacional como internacional, y refuerzan la idea de que *Bidens pilosa* L. no solo posee valor nutricional, sino que también es una fuente importante de antioxidantes naturales. Esta doble funcionalidad la posiciona como un recurso estratégico en la alimentación de animales menores, especialmente en comunidades rurales que buscan alternativas sostenibles, accesibles y eficaces.

VI. Conclusiones

- Con respecto al primer objetivo específico, que consistió en analizar el valor nutricional de las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) antes de la floración y en floración, los resultados obtenidos muestran diferencias notables en la composición química según el estado fenológico. Las hojas recolectadas antes de la floración presentaron un mayor contenido de proteína (24.42%) y carbohidratos (55.44%), ambos nutrientes esenciales para el desarrollo, crecimiento y rendimiento de animales menores. Esta superioridad en nutrientes energéticos y estructurales hace que el estado previo a la floración sea el más adecuado desde el punto de vista nutricional. En contraste, durante la floración se observó un incremento en otros componentes como la humedad (12.96%), la grasa (6.6%), la fibra cruda (28.1%) y las cenizas (6.94%), estas últimas asociadas a un mayor contenido mineral. Si bien estos elementos también tienen valor nutricional, sus niveles elevados pueden afectar la digestibilidad del forraje y disminuir la concentración de nutrientes en base seca. Por ello, se concluye que las hojas de Silcawi antes de la floración presentan un perfil nutricional más favorable, principalmente por su mayor aporte proteico y energético, factores clave en la alimentación de cuyes, conejos y aves.
- Respecto al segundo objetivo específico, centrado en determinar la capacidad antioxidante de las hojas de Silcawi antes de la floración y en floración, los resultados del ensayo DPPH revelan una actividad antioxidante significativa en ambos estados, aunque con diferencias claras en eficacia. En el estado antes de la floración, el porcentaje de inhibición de radicales libres fue de 15.4% a una concentración de 0.1 mg/mL, 32.55% a 0.2 mg/mL y 62.77% a 0.4 mg/mL. Estos valores indican una respuesta antioxidante progresiva conforme se incrementa la concentración del extracto vegetal, sin embargo, los valores obtenidos durante la floración fueron superiores: 27.7% a 0.1 mg/mL, 39.3% a 0.2 mg/mL y 84.91% a 0.4 mg/mL. Esta diferencia sugiere que las hojas de Silcawi en floración tienen una

mayor concentración de compuestos antioxidantes como flavonoides o ácidos fenólicos, capaces de neutralizar eficientemente los radicales libres. Además, el análisis estadístico de la relación entre concentración e inhibición del radical DPPH mostró coeficientes de determinación muy altos ($R^2 = 0.9989$ antes de floración y $R^2 = 0.9717$ en floración), lo que confirma la consistencia y potencia antioxidante del extracto en ambos estados.

- Finalmente, los resultados indican que mientras el mejor momento para cosechar hojas de Silcawi con fines nutricionales es antes de la floración, por su mayor contenido proteico y energético, el estado de floración ofrece una capacidad antioxidante superior, lo que le confiere un valor funcional importante como posible suplemento natural en la dieta de animales menores. Estos hallazgos demuestran el potencial del Silcawi como recurso alimenticio integral y refuerzan su aplicación en sistemas agropecuarios sostenibles de la sierra peruana.
- En base a los resultados del valor nutricional y antioxidantes del silcawi constituyen una base sólida para alimentación de animales menores.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda cosechar las hojas de Silcawi (*Bidens pilosa* L.) antes de la floración cuando el objetivo principal sea su aprovechamiento nutricional, ya que en esta etapa presentan mayor contenido de proteínas y carbohidratos, nutrientes clave en la alimentación de animales menores como cuyes, conejos y aves.
- Se recomienda utilizar las hojas de Silcawi en etapa de floración cuando se desee aprovechar su capacidad antioxidante, dado que en esta fase se observa una mayor concentración de compuestos bioactivos capaces de neutralizar radicales libres, lo cual puede contribuir a mejorar la salud general y la resistencia al estrés oxidativo en animales menores.
- Se recomienda incorporar Silcawi como un suplemento natural dentro de dietas balanceadas para animales menores, especialmente en zonas rurales alto andinas, como una alternativa sostenible, económica y de fácil acceso frente a insumos comerciales.
- Se recomienda realizar estudios adicionales que evalúen el efecto zoo técnico directo del consumo de hojas de Silcawi en animales menores (peso, salud, digestibilidad y reproducción), con el fin de validar experimentalmente los beneficios nutricionales y antioxidantes observados en laboratorio.
- Se recomienda analizar otras partes de la planta, como tallos y flores, así como diferentes formas de preparación (fresca, seca, molida), para identificar la forma más eficiente de procesamiento y aprovechamiento del Silcawi en sistemas agropecuarios familiares.
- Se recomienda promover investigaciones sobre la interacción del Silcawi con otros forrajes, evaluando posibles sinergias o efectos adversos, a fin de desarrollar raciones más completas y funcionales para animales menores.

VIII. Referencias

- Abrogoua, D. P., Dano, D. S., Manda, P., Adepo, A. J. P., Kablan, B. J., Goze, N. B., & Ehoulé, K. (2012). Effect on blood pressure of a dietary supplement containing traditional medicinal plants of Côte d'Ivoire. *Journal of Ethnopharmacology*, 141, 840–847. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.03.039>.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.ª ed.). Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Armenteros, M., Ventanas, S., Morcuende, D., Estévez, M., & Ventanas, J. (2012). Empleo de antioxidantes naturales en productos cárnicos. Madrid, España *Eurocarne*, 207, 63–73.
- Arroyo, J., Bonilla, P., Ráez, E., Barreda, A., & Huamán, O. (2010). Efecto quimioprotector de *Bidens pilosa* en el cáncer de mama inducido en ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71(3), 153–160. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v71i3.1595>.
- Arroyo, J., Bonilla, P., & Ore, R. (2008). Estudio morfohistológico y efecto quimioprotector de las hojas de *Bidens pilosa* L. sobre el cáncer de colon inducido en ratas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 69(2), 77–83. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v69i2.1500>.
- Barreno, M. (2016). Manual del protagonista: Nutrición animal. BioPasos. Lima, Perú
Disponible en: <https://www.biopasos.com/documentos/087>.
- Barreto Salcedo, C. E. (2020). Efecto de una dieta hipocalórica suplementada con extracto de *Bidens pilosa* sobre radicales libres en hígado y cerebro de ratas seniles [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNSM. Lima, Perú.
- Bartolome, A. P., Villaseñor, I. M., & Yang, W. C. (2013). *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): Botanical properties, traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1–51. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/340215>.

- Bautista Hurtado, L. (2023). Fenología y valor nutricional del Silcawi (*Bidens pilosa* L.) para la alimentación animal – Abancay, 2017 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac]. Repositorio UNAMBA. Abancay, Perú.
- Bembibre, C. (2022, julio 9). Definición de alimentación. Definición ABC. Buenos Aires, Argentina Disponible en: <https://www.definicionabc.com/ciencia/alimentacion.php>.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). Pearson Educación. Bogotá, Colombia.
- Brandão, M. G. L., Krettlí, A. U., Soares, L. S. R., Nery, C. G. C., & Marinuzzi, H. C. (1997). Antimalarial activity of extracts and fractions from *Bidens pilosa* and other *Bidens* species (Asteraceae) correlated with the presence of acetylene and flavonoid compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, 57(2), 131–138. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(97\)00051-3](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(97)00051-3).
- Carulla, J., Cárdenas, E., Sánchez, N., & Riveros, C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. En Seminario Nacional de Lechería Especializada: “Bases Nutricionales y Su Impacto En La Productividad” (pp. 21–38). Medellín, Colombia.
- Costa Zonetti, P., Dotto, G., de Carvalho, T. F. F., de Souza Bido, G., Corrêa, R. C. G., Albrecht, L. P., & Albrecht, A. J. P. (2022). Effect of forage aqueous extracts on *Glycine max* L. Merr., *Zea mays* L. and *Bidens pilosa* L. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 54(1), 70–76. DOI: <https://doi.org/10.2495/UCO00089>.
- Dominguez Iparraguirre, M. J. (2023). Cuantificación de flavonoides totales del extracto metanólico de hojas y flores de *Bidens pilosa* L. “Cadillo” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio UNJFSC. Huamachuco, Perú.

- EP de Medicina y Salud. (2022, enero 15). Valor nutricional de los alimentos: qué es y por qué es importante. Disponible en: <https://postgradomedicina.com/valor-nutricion-definicion-importancia/>.
- EUROINNOVA. (2022). ¿Qué es la alimentación y nutrición animal?. Disponible en: <https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-es-la-alimentacion-y-nutricion-animal>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Nutritional quality of plant-based foods. Roma, Italia Disponible en: <http://www.fao.org/nutrition/en/>.
- Freitas, M. A., Lins, H. A., de Souza, M. D. F., Carneiro, G. D. O. P., Mendonça, V., & Silva, D. V. (2021). Water deficit on growth and physiological indicators of *Bidens pilosa* L. and *Bidens subalternans* DC. *Revista Caatinga*, 34(2), 388–397. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632021v3400009>.
- Gilbert, B., Alves, L. F., & Favoreto, R. (2013). *Bidens pilosa* L. Asteraceae (Compositae; subfamilia Heliantheae). Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília, Brasil.
- González, J., & Ly, J. (2001). Nutritional effects of *Bidens pilosa* L. in growing pigs. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 8(2), 24–31.
- Guerrero, E. A., & Unigarro, P. R. (2001). Valor nutritivo y digestibilidad de algunas arvenses de clima frío en cuyes (*Cavia porcellus*). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 18(1), 45–52.
- Holm, L. G. (1977). *The world's worst weeds: Distribution and biology*. University Press of Hawaii. Honolulu, Estados Unidos.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill. Ciudad de México, México.
- Idris, O. A., Kerebba, N., Horn, S., Maboeta, M. S., & Pieters, R. (2023). Phytochemical-based evidence of the health benefits of *Bidens pilosa* extracts and cytotoxicity. *Chemistry Africa*, 6(4), 1767–1788. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42250-023-00431-6>.

- Instituto Nacional del Cáncer. (2020). Antioxidante. En Diccionario de cáncer del NCI. National Institutes of Health. Bethesda, Estados Unidos Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/antioxidante>.
- Krettli, A. U., Andrade-Neto, V. F., Brandão, M. G. L., & Ferrari, W. M. S. (2001). The search for new antimalarial drugs from plants used to treat fever and malaria. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(8), 1033–1042. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762001000800001>.
- Kumari, P., Misra, K., Singh Sisodia, B. S., Faridi, U., Srivastava, S., Luqman, S., Darokar, M. P., Negi, A. S., Gupta, M. M., Singh, S. C., & Kumar, J. K. (2009). A promising anticancer and antimalarial component from the leaves of *Bidens pilosa*. *Planta Medica*, 75(1), 59–61. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088333>.
- Mamani, M. A., & Quispe Ancco, Y. M. (2022). Determinación de fenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de hojas de tres ecotipos de *Bidens pilosa* L., Arequipa-2021 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio UNSA. Arequipa, Perú.
- Marín Cardona, J. A., & Silva Chante, R. (2012). Evaluación del efecto de una dieta utilizando *Bidens pilosa* y otras materias primas en las etapas de levante y engorde en pollos línea Cobb en condiciones experimentales en el municipio de la Plata [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio UNAD. Bogotá, Colombia.
- Mtenga, D. V., & Ripanda, A. S. (2022). A review on the potential of underutilized Blackjack (*Bidens pilosa*) naturally occurring in sub-Saharan Africa. *Heliyon*, 8(6), e09586. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09586>.
- Nguelefack, T. B., Dimo, T., Mbuyo, E. P., Tan, P. V., Rakotonirina, S. V., & Kamanyi, A. (2005). Relaxant effects of the neutral extract of the leaves of *Bidens pilosa* Linn.

- on isolated rat vascular smooth muscle. *Phytotherapy Research*, 19(3), 207–210. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.1627>.
- Oliveira, F. Q., Andrade-Neto, V., Krettli, A. U., & Brandão, M. G. L. (2004). New evidences of antimalarial activity of *Bidens pilosa* roots extract correlated with polyacetylene and flavonoids. *Journal of Ethnopharmacology*, 93(1), 39–42. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.03.022>.
- Pacaya de Alvarado. (2022). CTP Pacayas. San José, Costa Rica. Disponible en: <http://www.ctppacayas.ed.cr/>.
- Padilla, F. C., Rincón, A. M., & Bou-Rached, L. (2008). Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58(3), 303–308.
- Peralta, J., & Royuela, M. (2019). Morfología: hojas. Universidad Pública de Navarra Pamplona, España. Disponible en: <https://www.unavarra.es/herbario/htm/hojas.htm>.
- Prior, R. L., Wu, X., & Schaich, K. (2005). Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(10), 4290–4302. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf0502698>.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 76–89. DOI: <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.1.4416>.
- Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. R. (2008). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 74(2), 108–124.
- Revilla, M. X. Z., Morales, K. L., Pita, M. de los Á. B., Veiga, D., & Herrera, A. M. (2021). Potencial antioxidante de hojas de guanábana (*Annona muricata* L.) para sistemas productivos de banano. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(1), 35–40. DOI: <https://doi.org/10.22264/esa.2021.09.01.05>.

- Tobinaga, S., Sharma, M. K., Aalbersberg, W. G., Watanabe, K., Iguchi, K., Narui, K., Sasatsu, M., & Waki, S. (2009). Isolation and identification of a potent anti-malarial and anti-bacterial polyacetylene from *Bidens pilosa*. *Planta Medica*, 75(6), 624–628. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0029-1185377>.
- Washington State University. (2022). Manejo de pasturas y problemas de pastoreo. Disponible en: <https://extension.wsu.edu/animalag/content/manejo-de-pasturas-y-problemas-de-pastoreo/>.
- Reynaga, M. F., Huamán, A. M., Gamarra, S. A., & Reynaga, E. J. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento y acabado de cuyes (*Cavia porcellus*) de las razas Perú, Andina e Inti. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18173. DOI: <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18173>.

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos están resguardados en la oficina de repositorio digital institucional en la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de los Andes