UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA

Caracterización de los metabolitos secundarios de dos especies vegetales de la familia Asteraceae de interés medicinal en ecosistemas altoandinos del Ecuador.

Autor:
Azaña Iza, Nathaly Alexandra
Tutora:
Dra. Naranjo Puente, Blanca Fabiola M.Sc
Tutora Externa:
Ing Elena del Rocío Coyago Cruz Ph.D.

Sangolquí, 05 de agosto del 2026



CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

Introducción

Páramo andino

Distribuido desde Venezuela hasta el norte de Perú.
En Ecuador abarcan el 5% del territorio nacional



Figura 1. Distribución geográfica de los páramos andinos. Recuperado de Llambí & Cuesta (2014).

Características

- Gradientes altitudinales
- Hipoxia por baja presión atmosférica
- Temperaturas hostiles

Islas del cielo

Aislamiento fomenta una rápida especiación

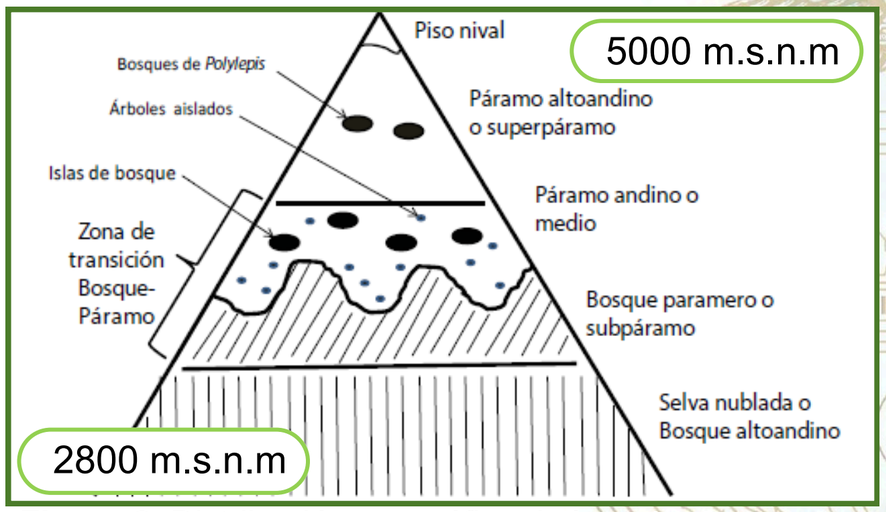


Figura 2. Distribución geográfica de los páramos andinos. Recuperado de Llambí (2015).

(Brück et al., 2023; Hofstede et al., 2023; Leon-Garcia & Lasso, 2019; Padilla-González et al., 2017; Peyre et al., 2018; Silva et al., 2025; Zidorn, 2009)

Introducción

Familia Asteraceae

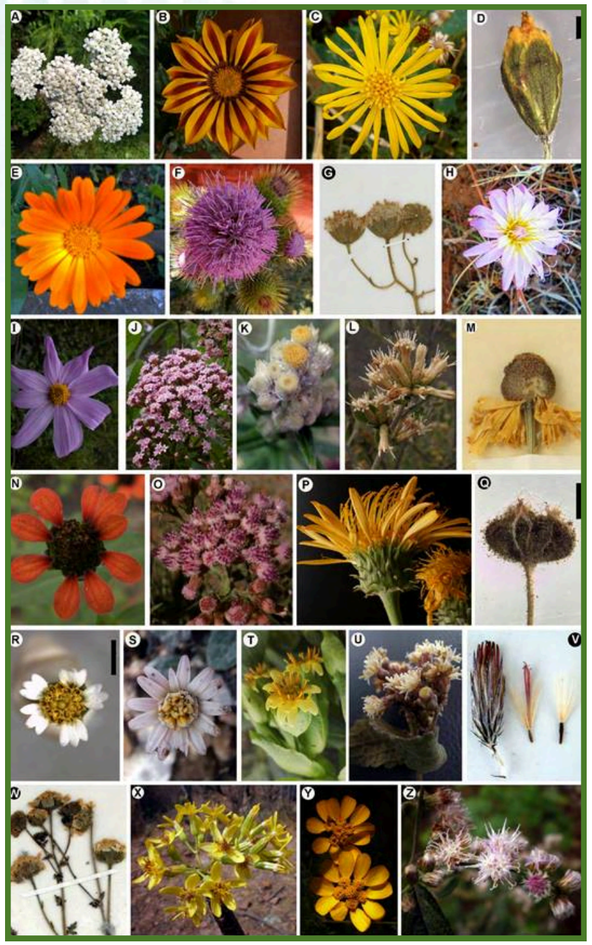


Figura 3. Familia Asteraceae (Redonda-Martínez, 2022).

Respaldan la historia evolutiva, indicando que la familia se originó en Sudamérica hace aproximadamente **80 a 83 millones de años**.

Mayor parte del endemismo ecuatoriano en los Andes (87.74%)

Máxima diversidad (313 especies) → Entre 2500 m.s.n.m 3000 m.s.n.m

Producen →
- Ácidos fenólicos
- Flavonoides
- Terpenoides

(Bessada et al., 2015; Mandel et al., 2019; Meseret et al., 2024; Moreira-Muñoz et al., 2024; Petrova et al., 2024; Rivero-Guerra, 2020)

Introducción

Cabezas sésiles rodeadas por una roseta

Distribuidas en un inmenso gradiente altitudinal de 1430 a 5100 m.s.n.m.

Especie con poca divergencia genética pero muchísima variación fenotípica (plasticidad).



Figura 5. *Hypochaeris sessiliflora*



Figura 4. *Chuquiraga jussieui*

Arbusto bajo, hojas de hasta 1.2 cm de largo duras

Para resistir la formación de embolias en ambientes secos y helados.

(Ezcurra, 2002; Pinheiro et al., 2018; Urtubey et al., 2009)

Etnobotánica



Figura 6. Conocimiento tradicional.
Obtenido de UNESCISOST (2018)

89% de plantas registradas de esta familia tienen uso medicinal (respiratorio y urinario).

Noriega et al. (2024) suman el dato de su uso en el Distrito Metropolitano de Quito para afecciones digestivas y de salud femenina.

253 familias nativas en el Ecuador

402 artículos científicos

8 familias

(Chávez Velásquez et al., 2024; Malagón et al., 2016; Noriega et al., 2024)

CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

Objetivos

Caracterizar los metabolitos secundarios de dos especies vegetales de la familia Asteraceae de interés medicinal en ecosistemas altoandinos del Ecuador.



Recolectar material vegetal de dos especies de la familia Asteraceae en ecosistemas altoandinos del Ecuador.

Evaluar los parámetros fisicoquímicos de las dos especies vegetales del páramo ecuatoriano mediante técnicas analíticas.

Determinar la concentración de principios activos (fenoles y carotenoides) de las dos especies vegetales con interés medicinal.

CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

Metodología

Zonas de recolección



Figura 7. Ubicación geográfica de los puntos de recolección de *Hypochaeris sessiliflora* en los páramos de Paluguillo y Antisana.

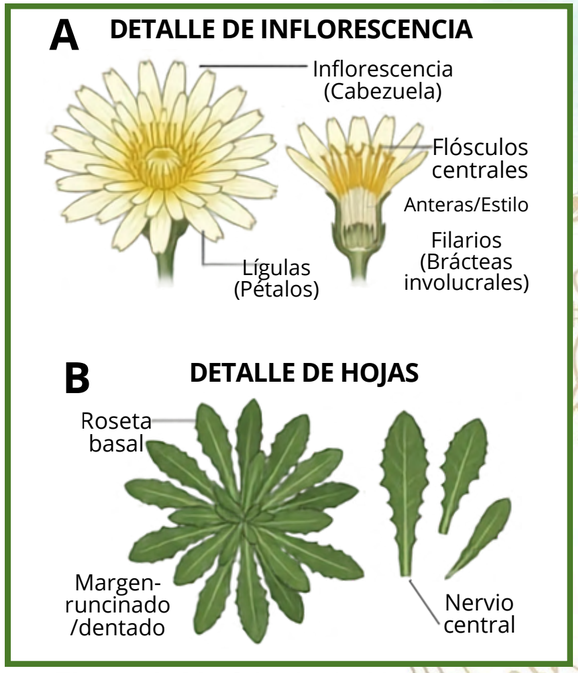


Figura 8. Morfología de *Hypochaeris sessiliflora* A. Inflorescencia B. Hojas

Zonas de recolección

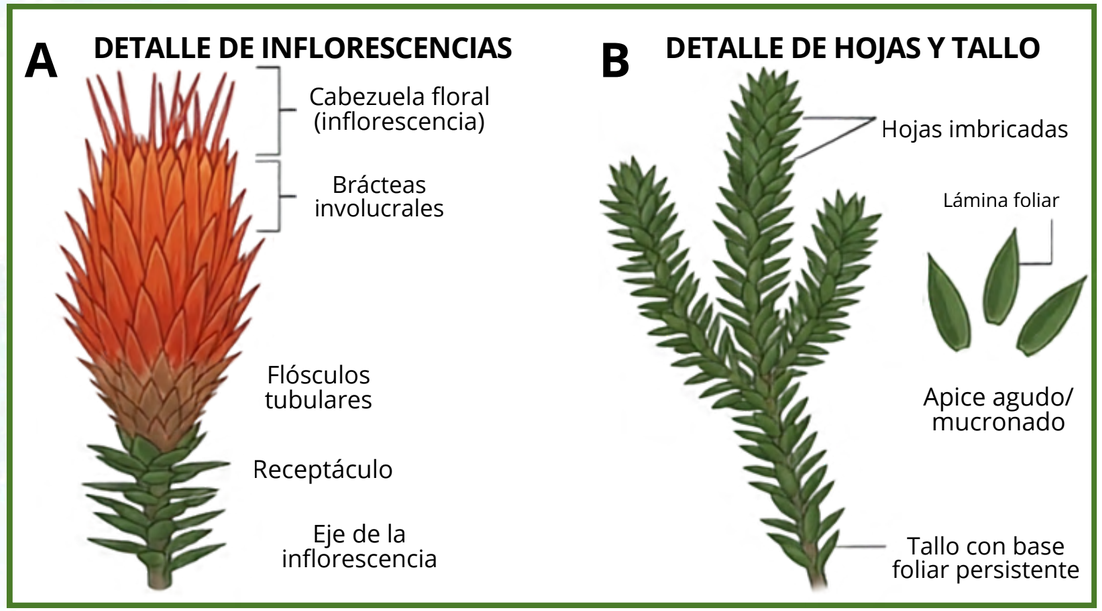


Figura 9. Ubicación geográfica del punto de recolección de *Chuquiraga jussieui* en el páramo del Antisana.

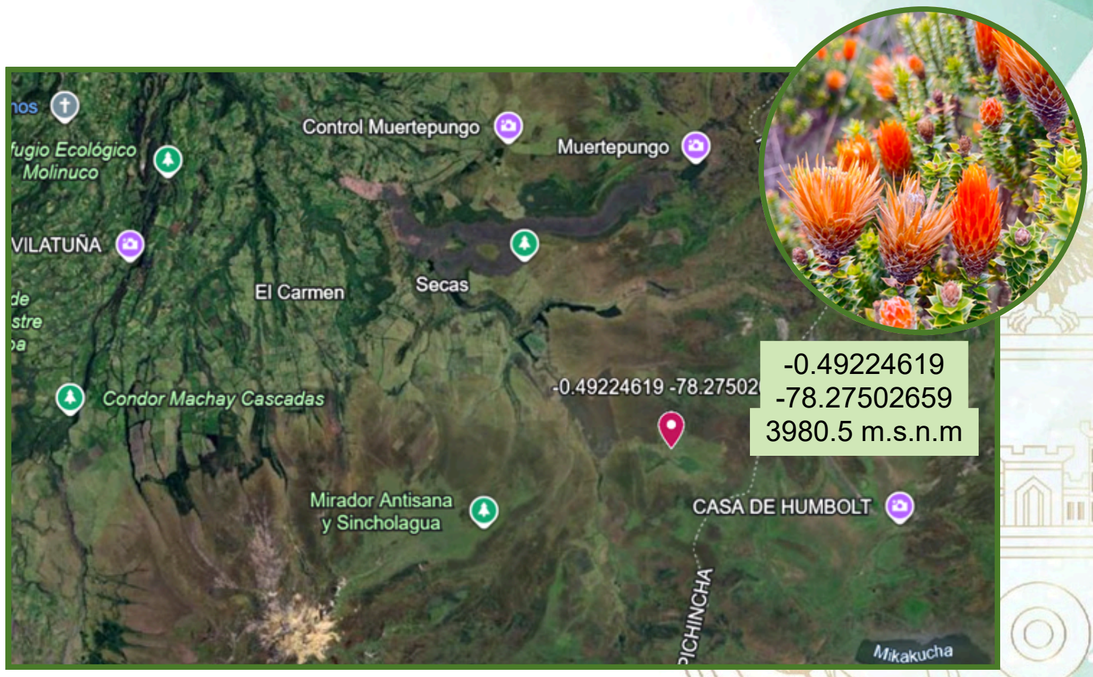


Figura 10. Ubicación geográfica del punto de recolección de *Chuquiraga jussieui* en el páramo del Antisana.

Metodología

Recolección de material vegetal

Contrato Marco de Acceso a Recursos Genéticos

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

BIO BANCO ESPE



Figura 11. Identificación de la especie y registro en la aplicación Timesapp.



Figura 12. Recolección de muestras vegetales de interés



Figura 13. Rotulación, empaquetado y almacenamiento de flores y hojas del páramo andino

Metodología

Procesamiento y almacenamiento

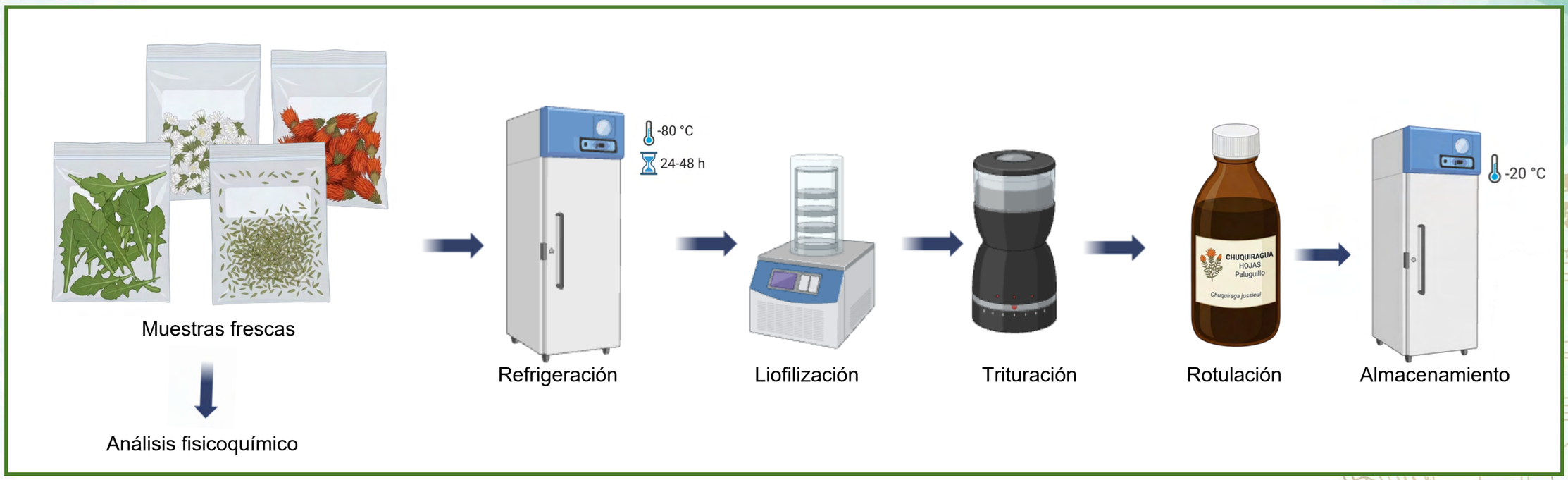


Figura 14. Procesamiento y Conservación de flores y hojas del páramo andino previamente recolectadas.

Análisis fisicoquímico

Análisis de humedad

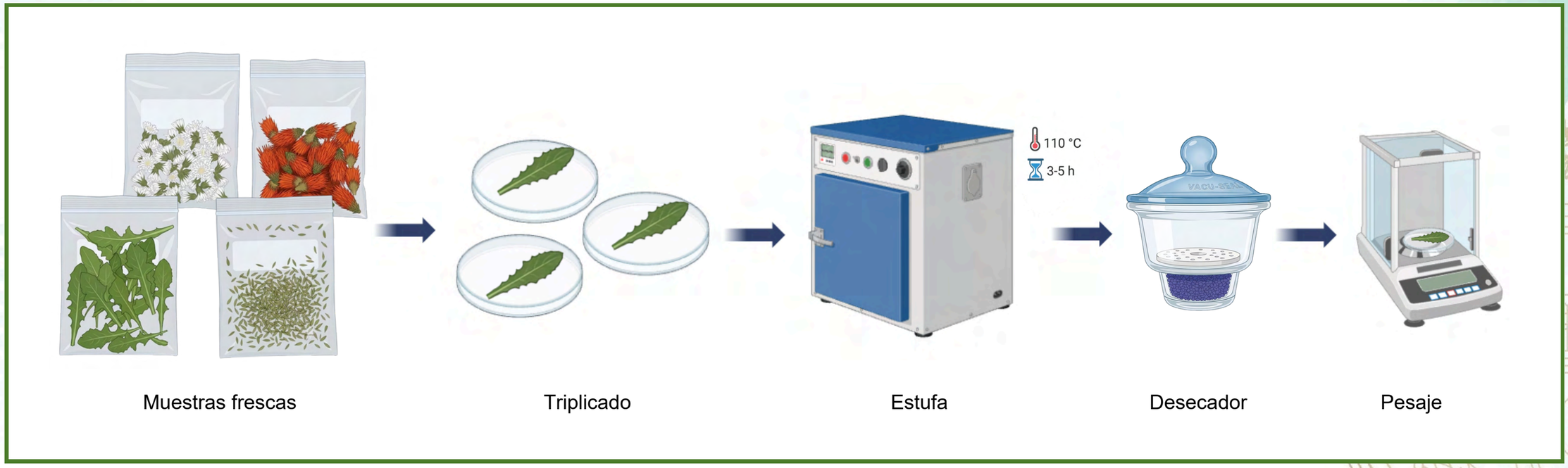


Figura 15. Determinación del porcentaje de humedad en flores y hojas del páramo andino.

Análisis de cenizas



Figura 16. Determinación del porcentaje de ceniza en flores y hojas del páramo andino

Análisis acidez titulable

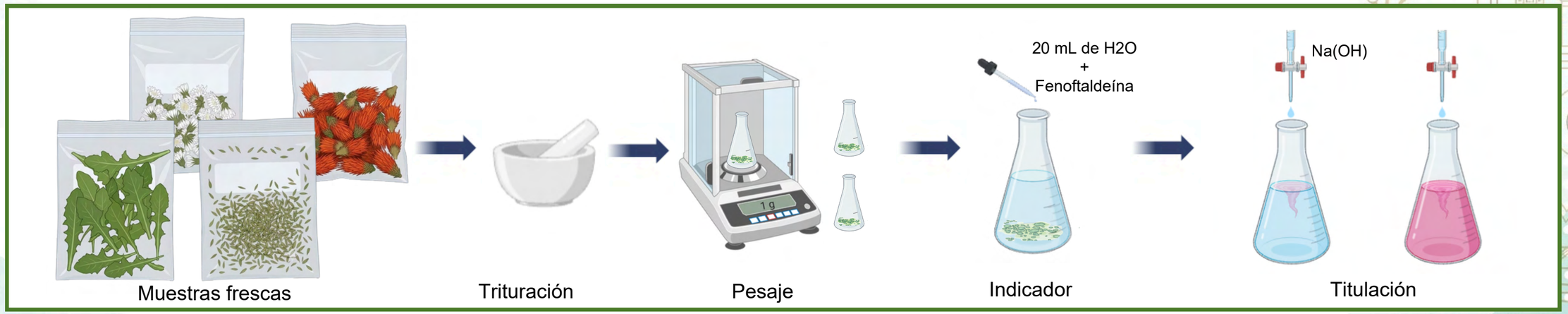


Figura 17. Determinación del porcentaje de acidez titulable en flores y hojas del páramo andino

Análisis pH



Figura 18. Determinación del pH en flores y hojas del páramo andinoramo andino

Análisis Sólidos Solubles (°BRIX)



Figura 19. Determinación de Sólidos Solubles (°BRIX) en flores y hojas del páramo andino

Cuantificación fenoles totales

Extracción

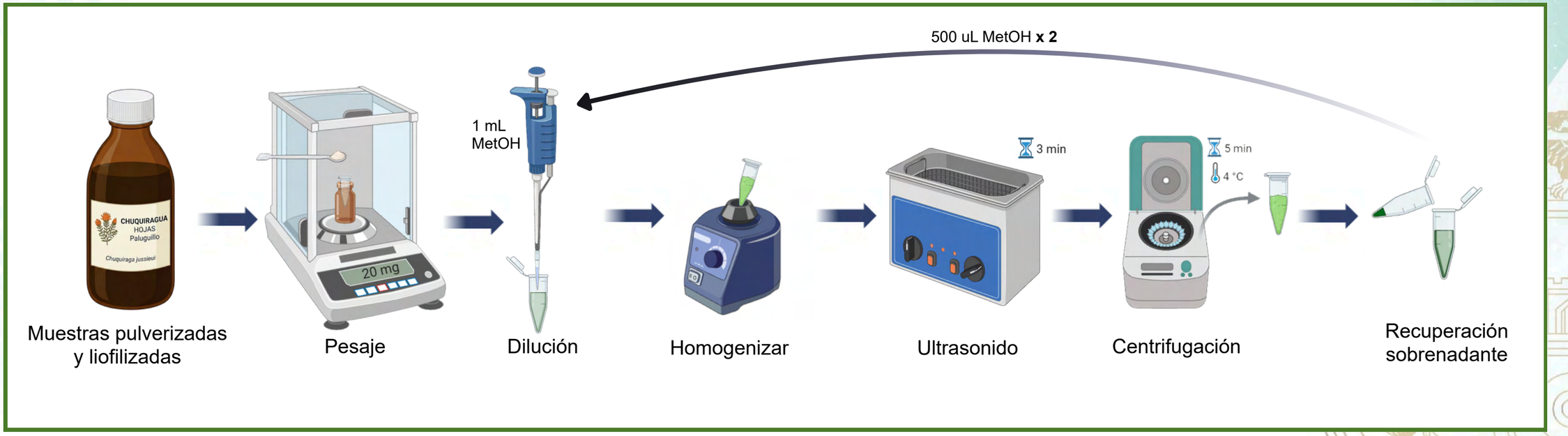


Figura 20. Extracción de Fenoles de flores y hojas del páramo andino

Cuantificación fenoles totales

Lectura en microplaca

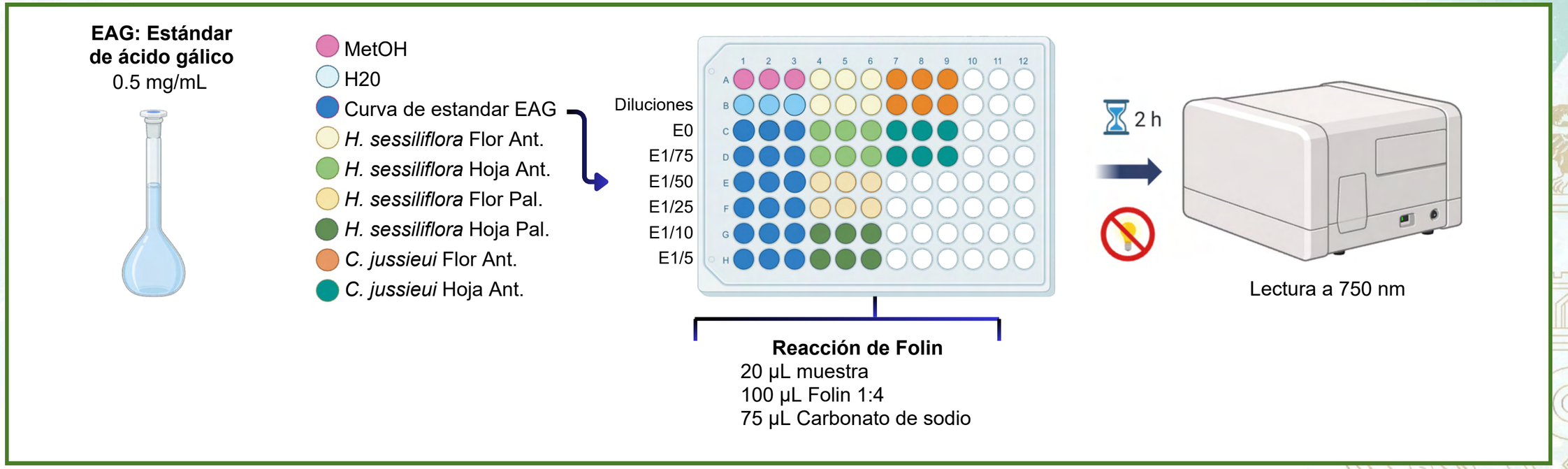


Figura 21. Cuantificación de fenoles totales en flores y hojas del páramo andino

Cuantificación carotenoides totales

Extracción

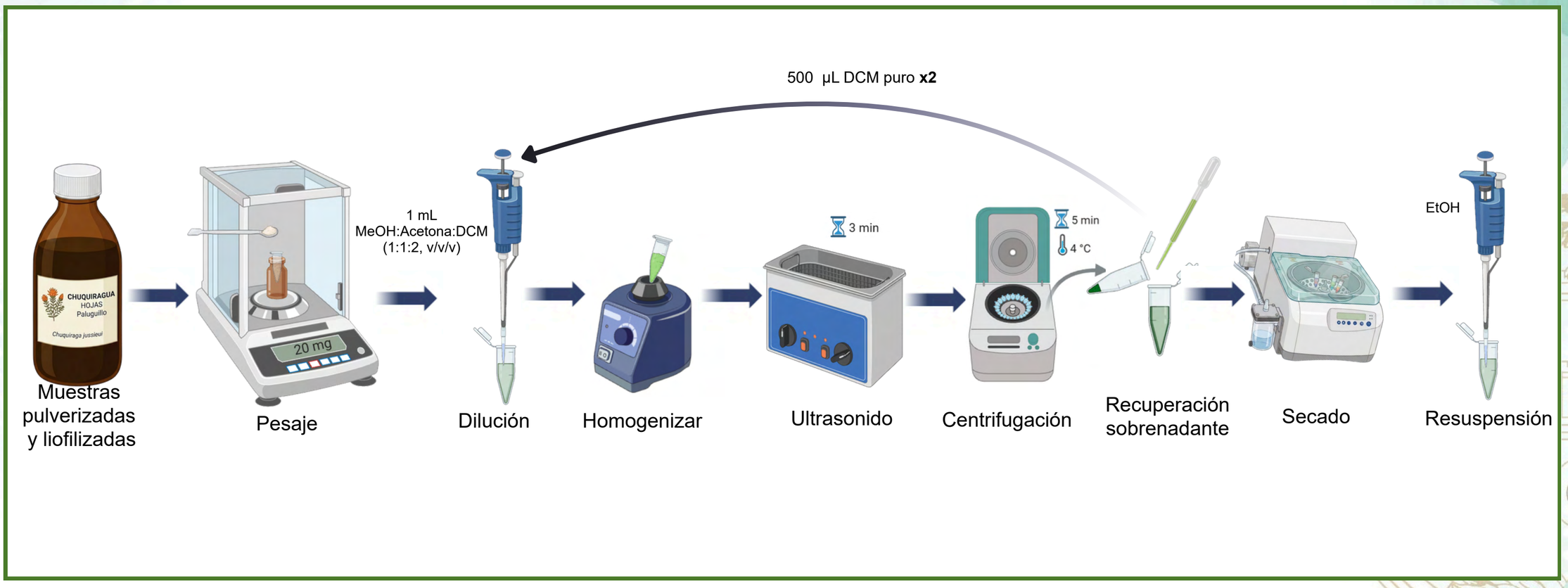


Figura 22. Extracción de carotenoides de flores y hojas del páramo andino, dónde DCM: Diclorometano

Cuantificación carotenoides totales

Lectura en microplaca

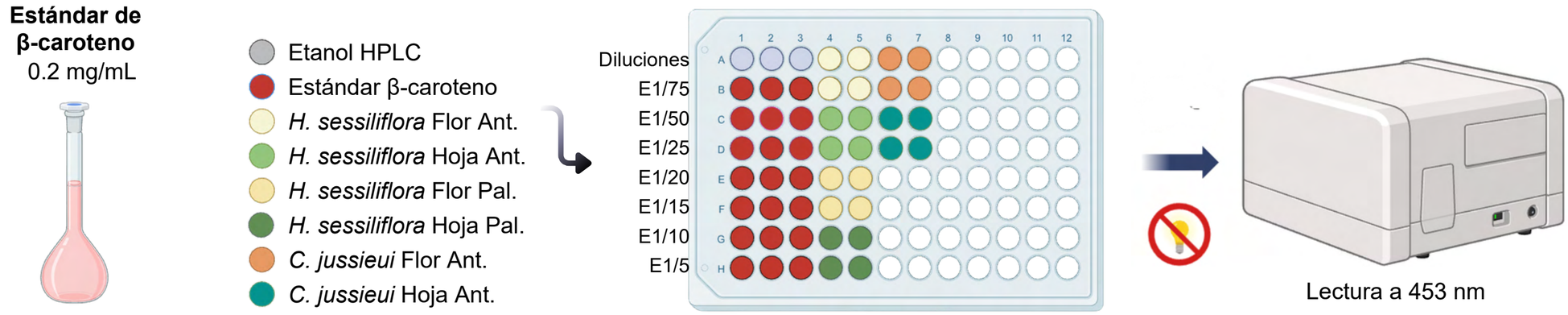


Figura 23. Cuantificación de carotenoides totales en flores y hojas del páramo andino

CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

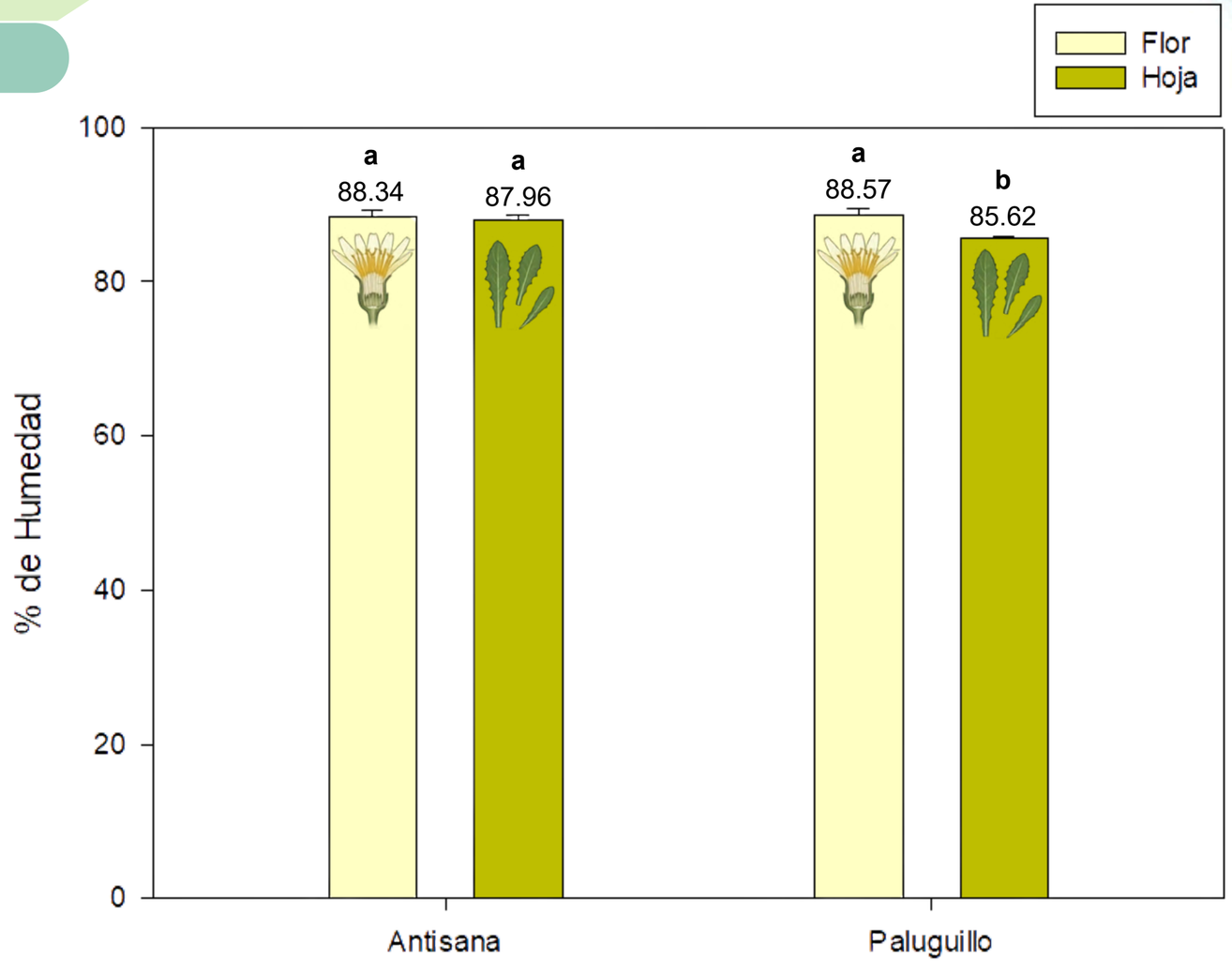
Resultados

Humedad

Retención hídrica homogénea

Crecimiento pegado al suelo





↓ exposición directa al viento



Figura 24. Valores promedio de porcentaje de humedad en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

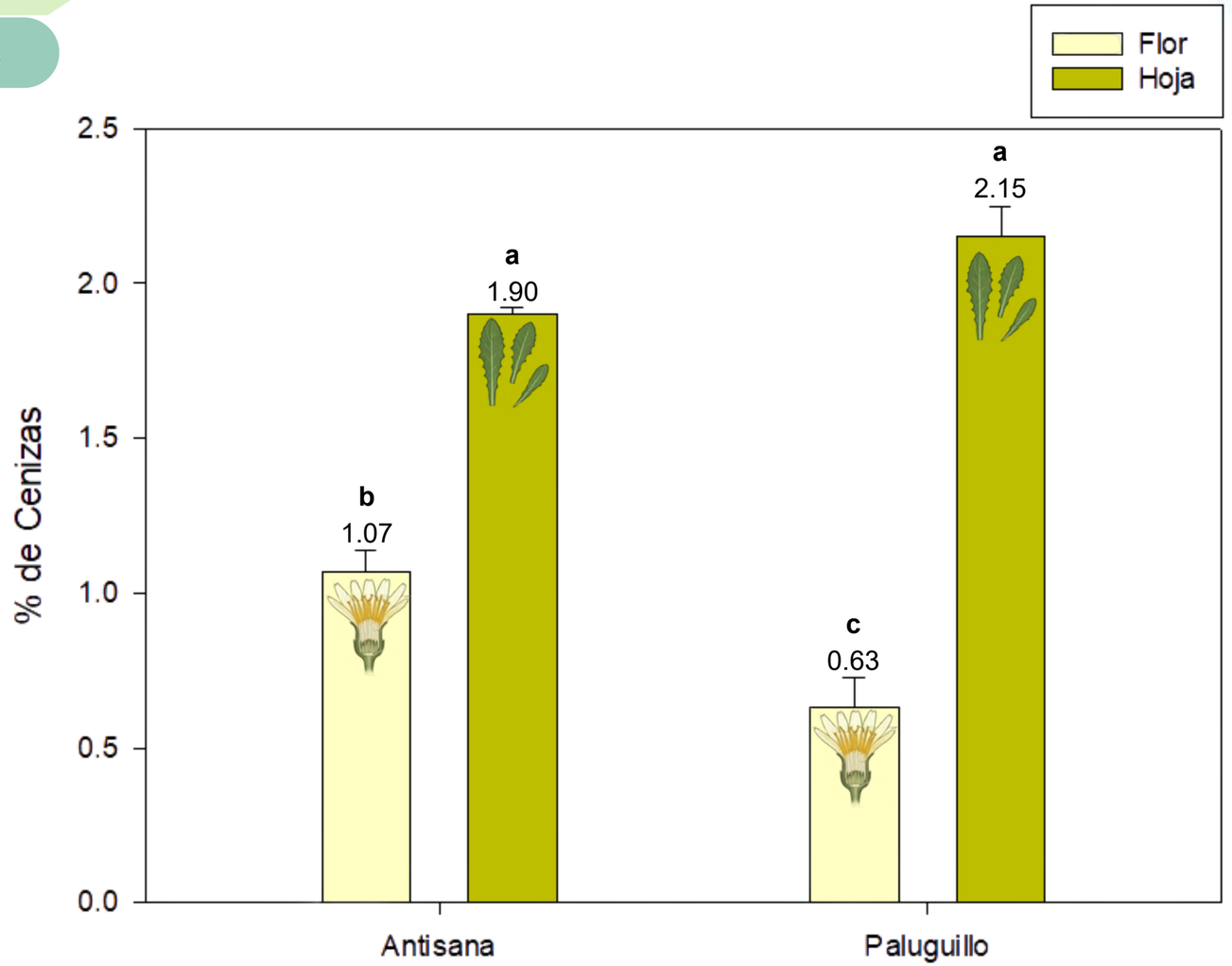
(Rada et al., 2019)

Resultados

Porcentaje de cenizas

Rol fotosintético y transpiratorio





Heterogeneidad de los suelos andinos

Disponibilidad de fósforo

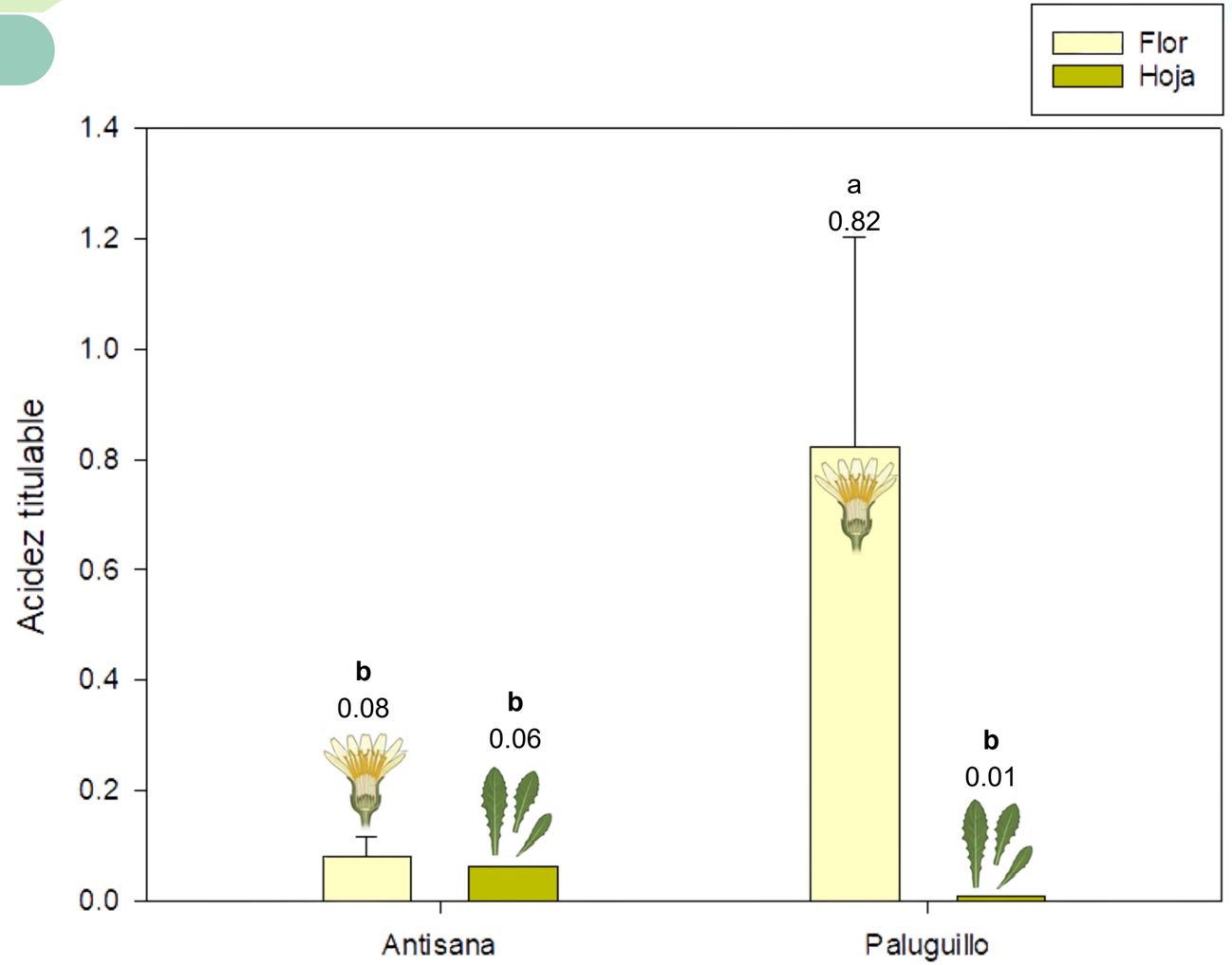


Figura 25. Valores promedio de porcentaje de de cenizas en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

(Li et al., 2025; Zhang et al., 2025)

Resultados

Acidez titulable



Incremento altitudinal en el páramo

Acumulación de suelos más ácidos



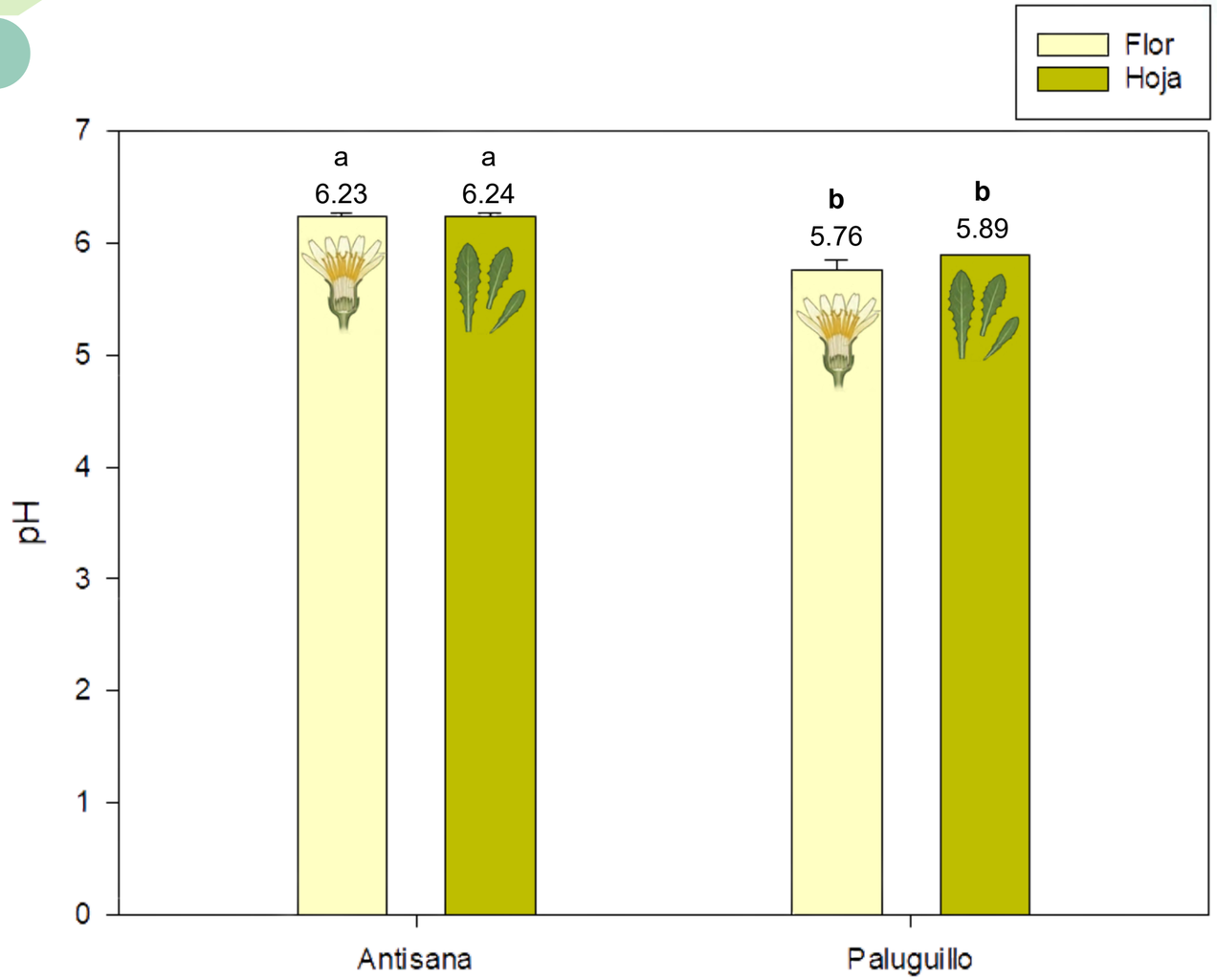


Figura 26. Valores promedio de acidez titulable en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

(Gu et al., 2024)

Resultados

pH



pH tisular en sistemas alpinos está fuertemente influenciado por

- pH del suelo
- Humedad





Figura 27. Valores promedio de pH en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

(Zhao et al., 2024)

Resultados

Solidos solubles (°Brix)

Obedece a un mecanismo de ajuste osmótico



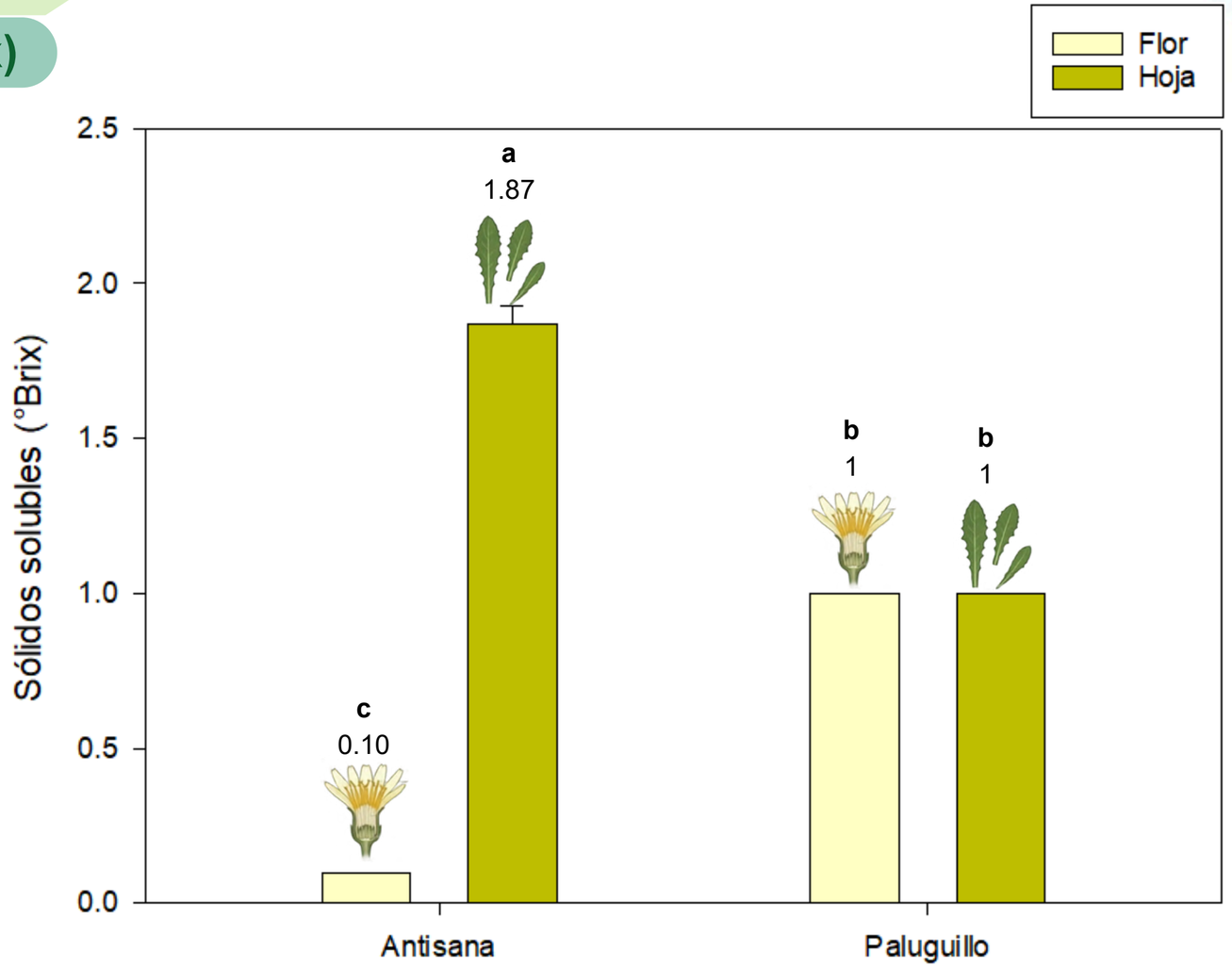




Figura 28. Valores promedio de sólidos solubles en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

(Sierra-Almeida et al., 2020)

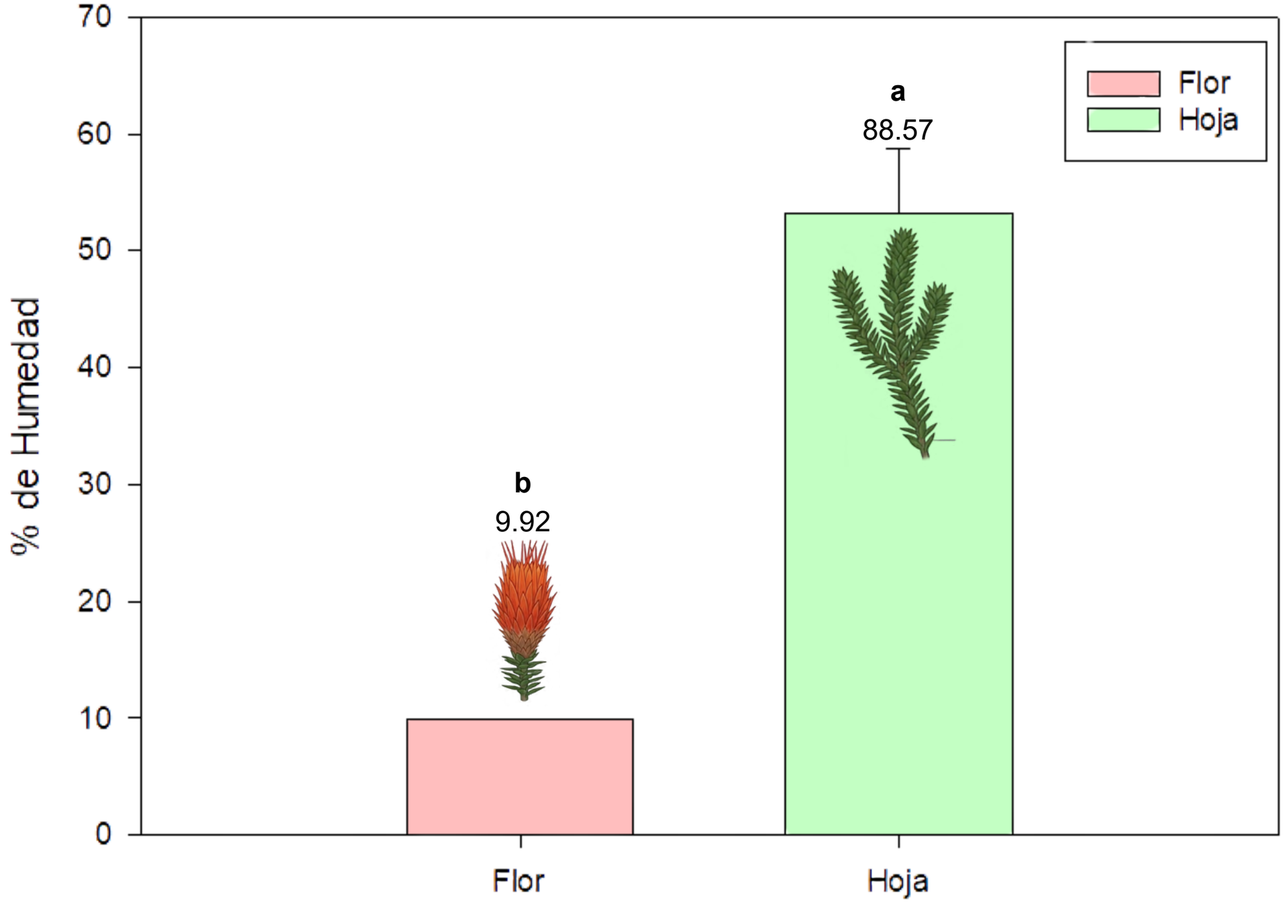
Resultados

Humedad

Plantas leñosas de páramo

agua lejos de los brotes florales





Moderada humedad foliar

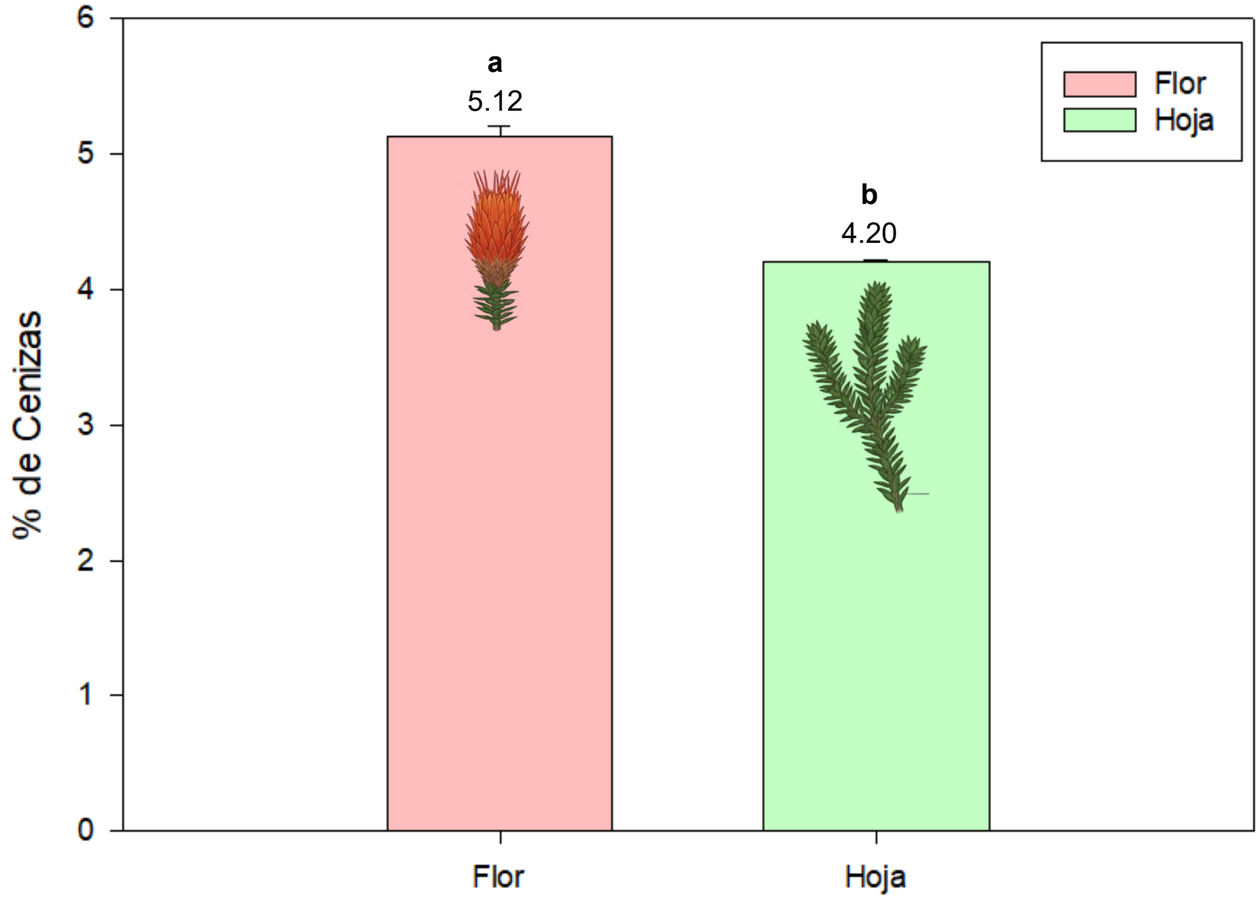
refleja la esclerofilia

Figura 29. Valores promedio de porcentaje de humedad en inflorescencias y hojas de *Chuquiraga jussieui*

(Binter & Doležal, 2025)

Resultados

Porcentaje de cenizas



Tanslocación activa de nutrientes inorgánicos hacia la inflorescencia



Figura 30. Valores promedio de porcentaje de de cenizas en inflorescencias y hojas de *Chuquiraga jussieui*

(García et al., 2023

Resultados

Acidez titulable



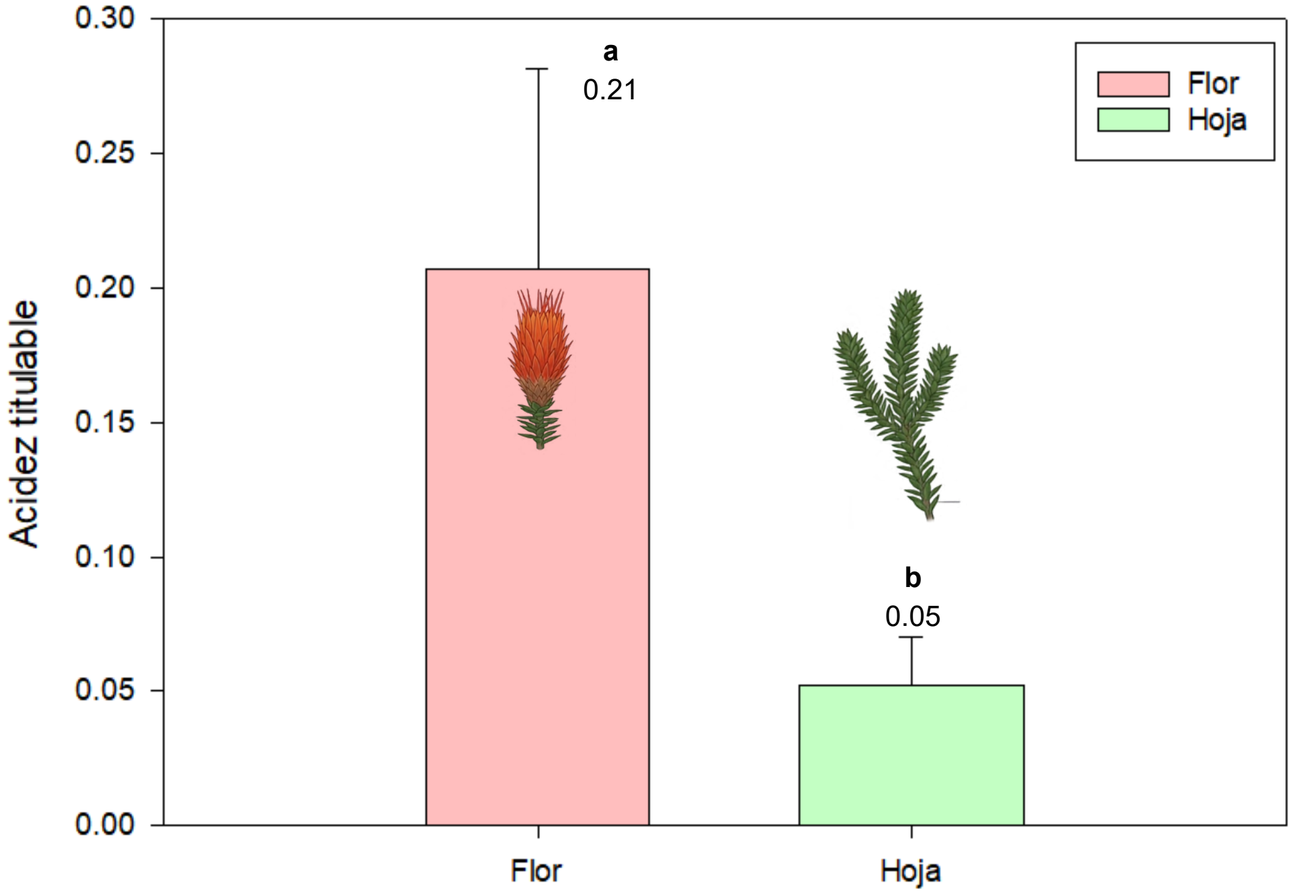


Figura 31. Valores promedio de acidez titulable en inflorescencias y hojas de *Chuquiraga jussieui*

(Coba et al., 2022)

Resultados

pH



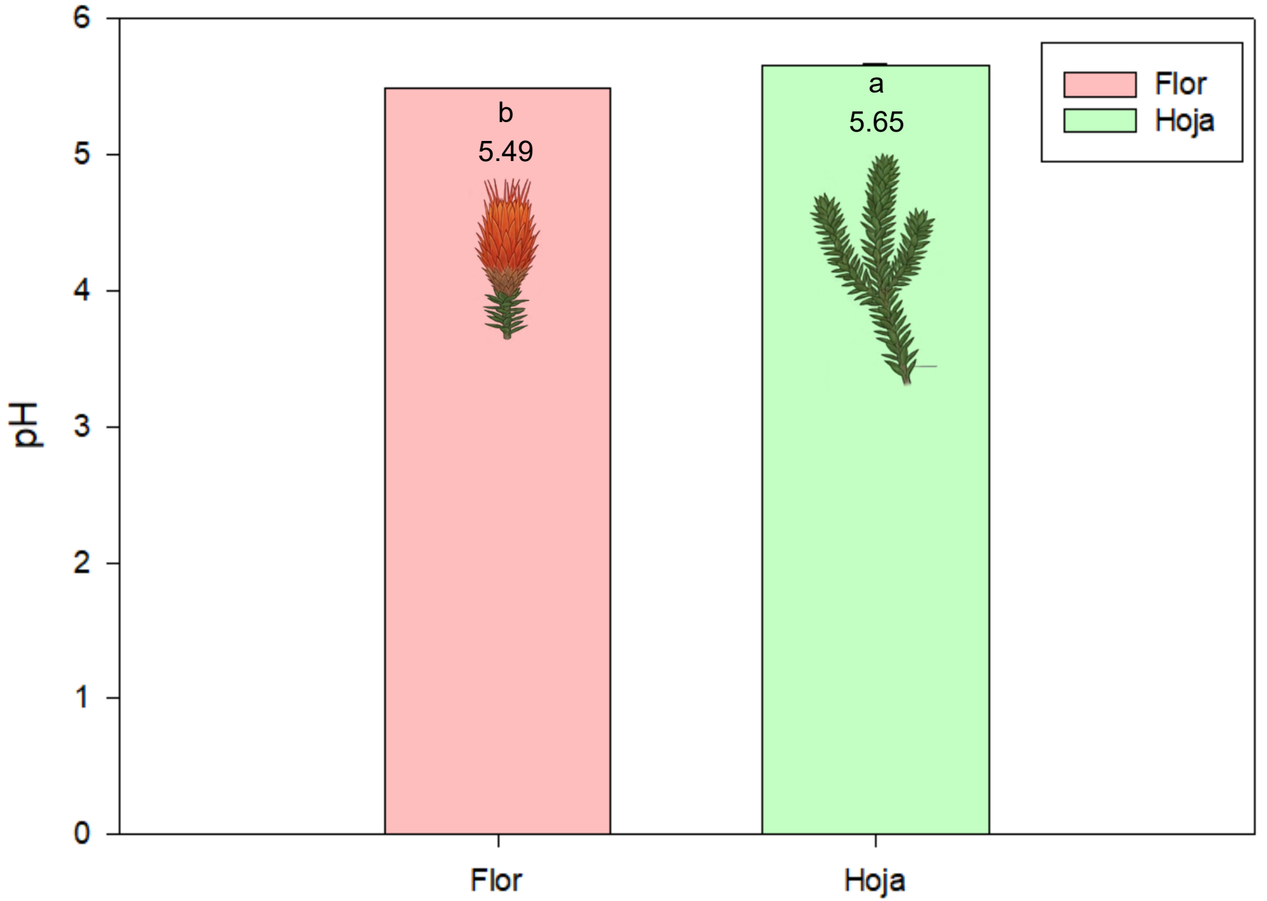


Figura 32. Valores promedio de pH en inflorescencias y hojas de *Chuquiraga jussieui*

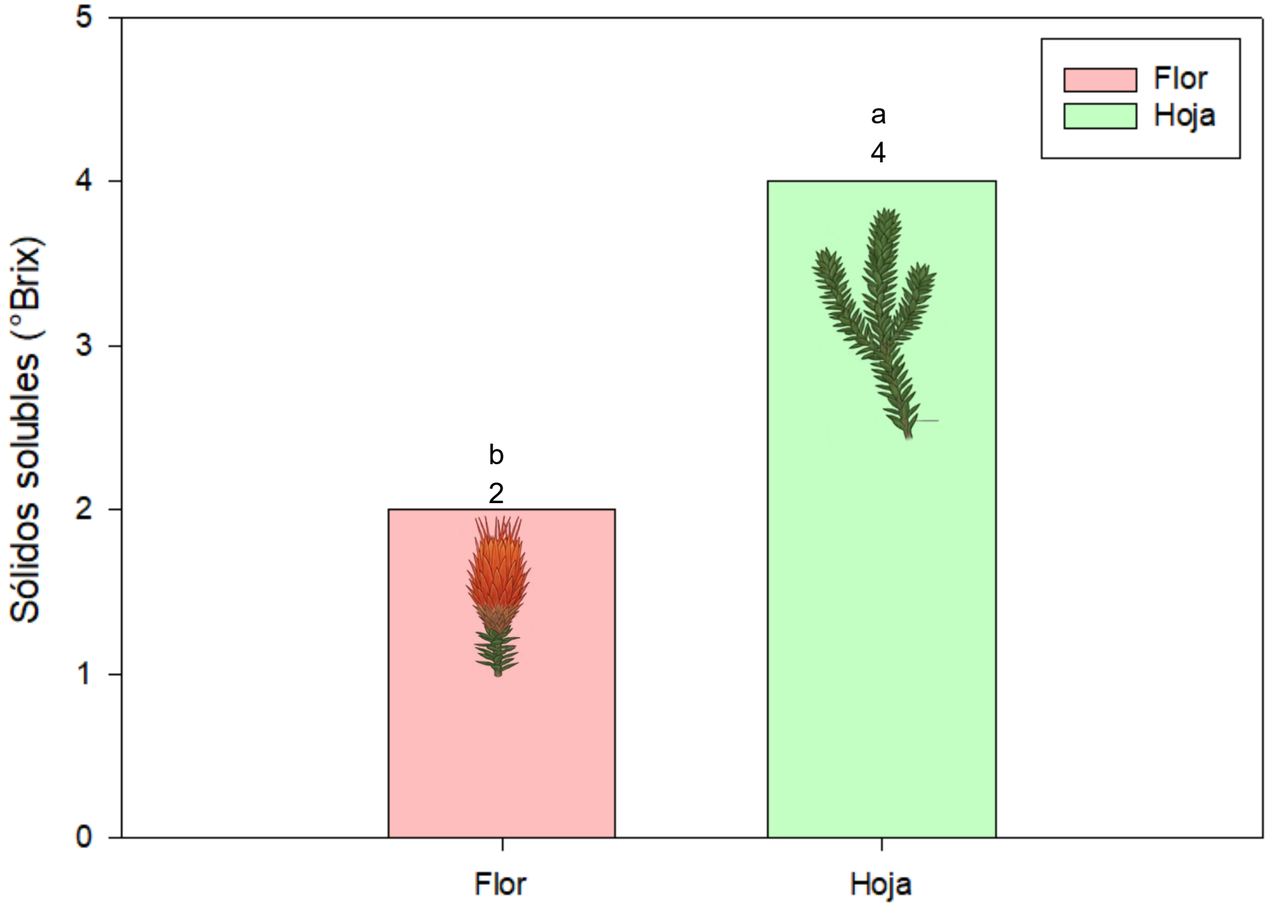
Intensa biosíntesis de pigmentos y metabolitos secundarios en la corola.

(Stintzing & Carle, 2004)

Resultados

Solidos solubles (°Brix)





Crioprotectores contra el daño citoplasmático

Figura 33. Valores promedio de sólidos solubles en inflorescencias y hojas de *Chuquiraga jussieui*

(Cavieres et al., 2021)

Resultados

Fenoles totales

Las Asteráceas usan estos flavonoides florales como un potente protector solar contra el daño del ADN por rayos UV-B.



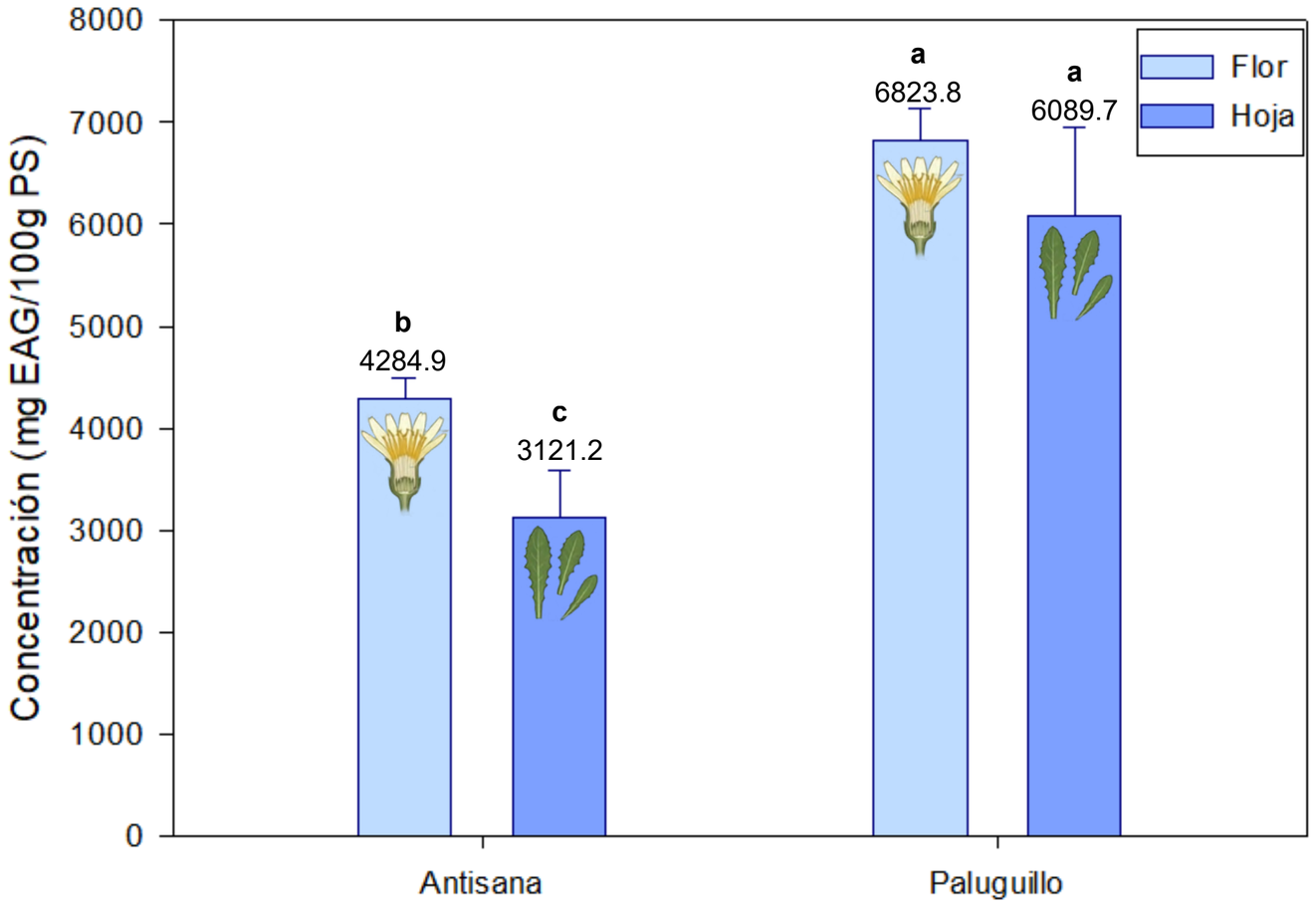




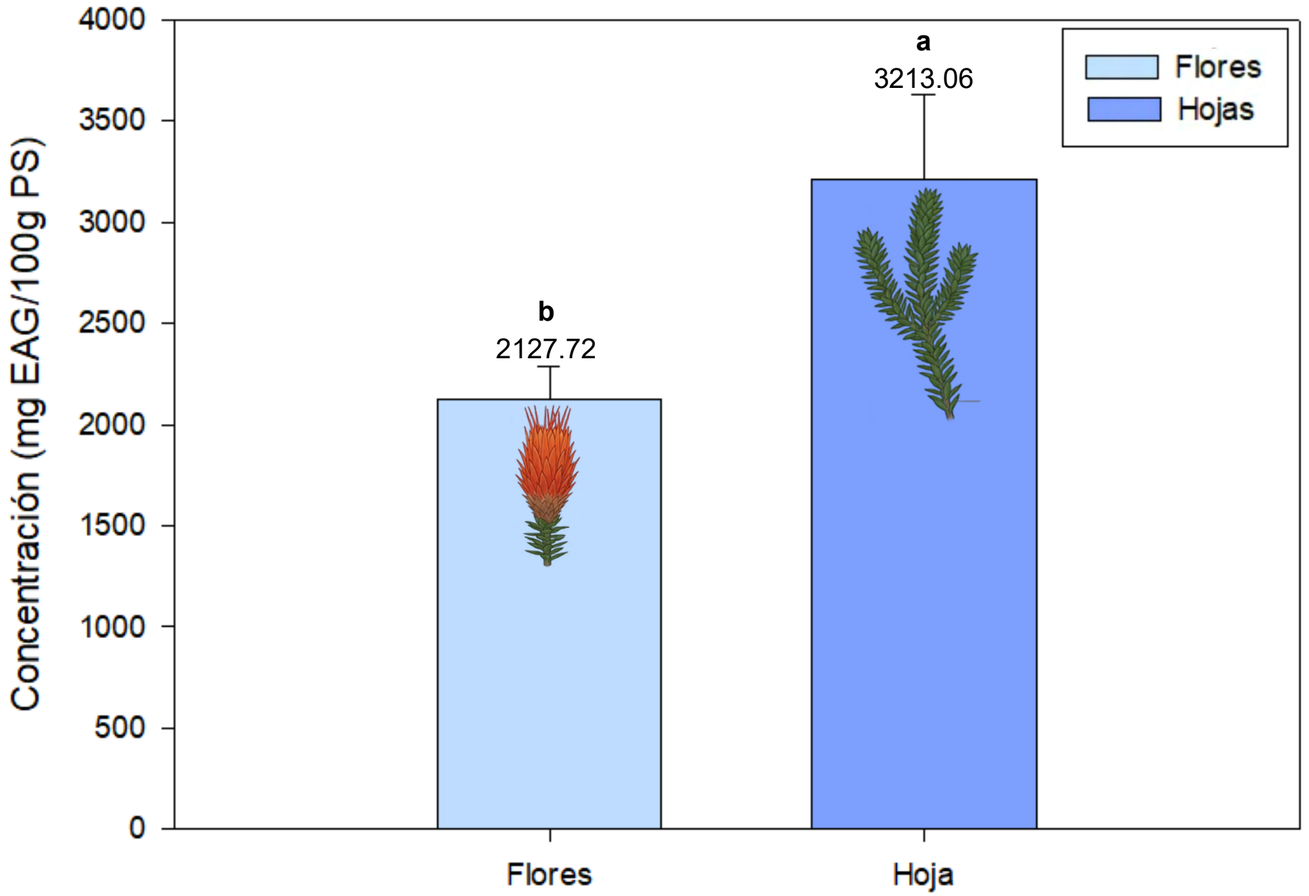
Figura 34. Valores promedio de fenoles totales en inflorescencias y hojas de *Hypochaeris sessiliflora*

(Zidorn, 2009; Rao & Zheng, 2025; Del Valle et al., 2020; Narbona et al., 2025)

Resultados

Fenoles totales





Fenoles complejos en sus hojas coriáceas para resistir los vientos helados.

Evitar la rotura celular

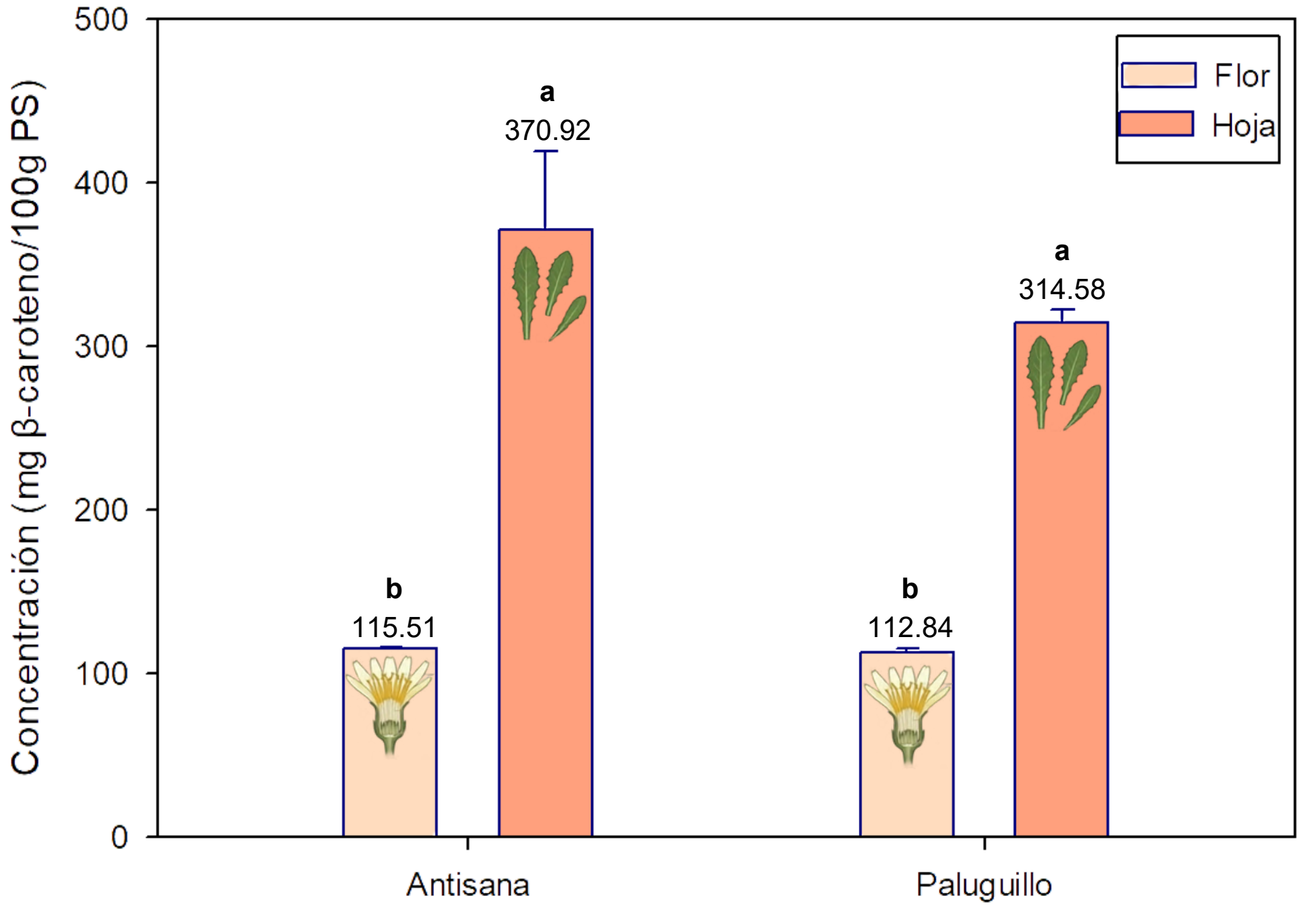
Desecación

Figura 35. Valores promedio de la concentración de compuestos fenólicos totales en *Chuquiraga jussieui*

(Guerrero Bonilla et al., 2020)

Resultados

Carotenoides totales







Disipar el exceso de luz y proteger los cloroplastos

Evitando que la intensa radiación de la alta montaña

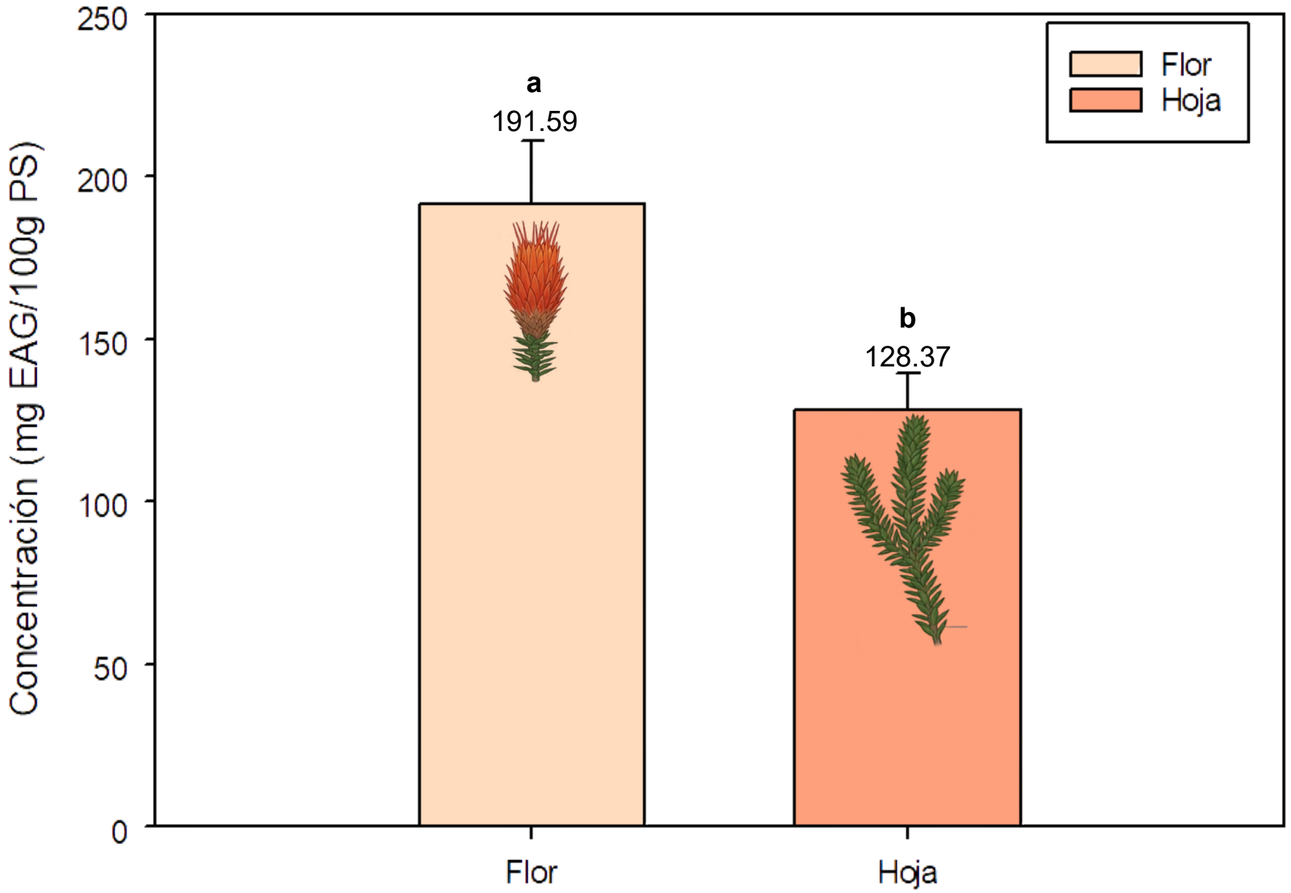
Figura 36. Valores promedio de la concentración de carotenoides totales en *Hypochaeris sessiliflora*

(Ali & Vyas, 2025; Streb et al., 1998)

Resultados

Lejos de una función fotosintética, la planta invierte en estos pigmentos lipofílicos para proteger sus células germinales del frío





Cromoplastos de la corola

Antioxidantes lipofílicos de reserva

Pigmentos vistosos de color naranja

Figura 37. Valores promedio de la concentración de carotenoides totales en *Chuquiraga jussieui*

(X. Liu et al., 2025; Narbona et al., 2025)

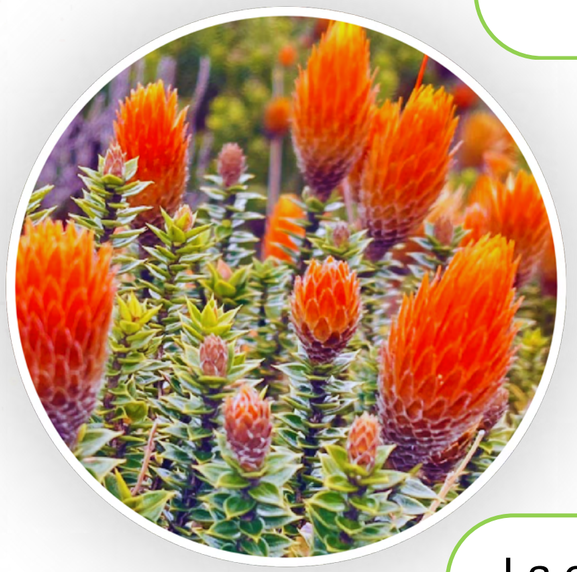
CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

Conclusiones

Se ejecutó una recolección estratégica de *H. sessiliflora* y *C. jussieui*, garantizando representatividad biológica sin generar impacto negativo en el ecosistema altoandino.



Las condiciones de estrés abiótico (altitud, radiación UV-B y temperatura extremas) actúan como los moduladores directos de la composición fitoquímica.

La cuantificación de fenoles y carotenoides demostró estrategias adaptativas claras, dependientes estrictamente de las condiciones ambientales y del rol ecológico de cada órgano vegetal.

CONTENIDO



- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados y Discusión
- Conclusiones
- Recomendaciones

Recomendaciones



Ejecutar muestreos comparativos en épocas seca y lluviosa para evaluar la fluctuación de metabolitos frente a la disponibilidad hídrica y el fotoperiodo.

Implementar Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC-MS) para identificar los compuestos específicos responsables de la capacidad antioxidante.

Realizar análisis fisicoquímicos detallados del suelo (pH, microelementos) para comprender los precursores de la alta acumulación fenólica observada.

Agradecimientos













Familia y amigos