

MALEZAS ASOCIADAS AL CULTIVO ORGÁNICO DE ALOE (*ALOE VERA* VAR. *BARBADENSIS*) EN LOS YUNGAS DE LA PAZ, BOLIVIA

Félix Espejo Quispe^{1*}, Ana Ailén Federico² y Cristian Malavert³

¹ Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, Posgrado, Bolivia

² Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas Vinculadas a la Agricultura (IFEVA), Argentina

³ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Argentina

* E-mail: msc.ing.espejo@gmail.com

Recibido: 13/08/2024
Aceptado: 13/05/2025

RESUMEN

Los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa), del departamento de La Paz, son los principales productores de aloe orgánico o sábila (*Aloe vera* var. *barbadensis*) de Bolivia. El rendimiento y la calidad industrial de las hojas son afectados por la presencia de malezas cuando su abundancia en las parcelas de cultivo es alta. Un manejo adecuado de malezas requiere conocer las especies que componen la comunidad y saber cómo los productores realizan el manejo de malezas. Los objetivos de este estudio fueron: (i) identificar la comunidad de especies maleza asociadas al cultivo de aloe orgánico en condiciones de los Yungas en los municipios de Caranavi y Coroico y (ii) conocer los métodos de control de malezas aplicados en zonas de producción orgánica de aloe a partir de encuestas a productores locales. En cada localidad se relevó en una plantación las especies maleza presentes en parcelas de cultivo de aloe orgánico. Para identificar las especies se utilizaron manuales de clasificación, claves dicotómicas y taxonómicas y revisión bibliográfica. Se encontraron 75 especies pertenecientes a 20 familias botánicas; 27 especies Poaceae (36%) y 10 especies Asteraceae (13,3%). La plantación de Coroico presentó un menor número de especies (*i.e.* 22 monocotiledóneas, 24 dicotiledóneas y una pteridofita) que la de Caranavi (*i.e.* 29 monocotiledóneas, 29 dicotiledóneas y una pteridofita). Según las encuestas, las malezas en ambos municipios se controlan manualmente. Estos resultados constituyen una base para mejorar las estrategias de manejo de malezas en sistemas orgánicos de aloe, respetando los principios agroecológicos y adaptándolas al contexto local.

Palabras clave: comunidad, manejo de malezas, riqueza de especies, sábila, tropical.

WEEDS ASSOCIATED WITH ORGANIC CULTIVATION OF ALOE (*ALOE VERA* VAR. *BARBADENSIS*) IN THE YUNGAS OF LA PAZ, BOLIVIA

ABSTRACT

The municipalities of Caranavi (Santa Fe) and Coroico (Incapampa), in the department of La Paz, are the main producers of organic *Aloe vera* (*Aloe vera* var. *barbadensis*) in Bolivia. The yield and industrial quality of the leaves are affected by the presence of weeds when their abundance in the crop plots is high. Adequate weed management requires knowledge of the species that comprise the community and how producers manage them. The objectives of this study were: (i) to identify the weed species community associated with organic aloe cultivation under Yungas conditions in the municipalities of Caranavi and Coroico and (ii) to understand the weed control methods applied in organic aloe production areas based on surveys of local producers. In each locality, weed species present in organic aloe cultivation plots were surveyed on a plantation. Classification manuals, dichotomous and taxonomic keys, and a bibliographic review were used to identify the species. A total of 75 species belonging to 20 botanical families were found: 27 Poaceae species (36%) and 10 Asteraceae species (13,3%). The Coroico plantation had a lower number of species (*i.e.*, 22 monocots, 24 dicots, and one pteridophyte) than the Caranavi plantation (*i.e.*, 29 monocots, 29 dicots, and one pteridophyte). According to the surveys, weeds in both municipalities are controlled manually. These results constitute a basis for improving weed management strategies in organic aloe systems, respecting agroecological principles and adapting them to the local context.

Key words: community, weed management, species richness, aloe, tropical.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, se cultivan un total de 42 mil ha de aloe o sábila, de las cuales en América se reportan 19 mil ha (Artunduaga *et al.*, 2021). Existen aproximadamente 360 especies conocidas de aloe, de la familia Asphodelaceae, pero las cultivadas comercialmente a nivel mundial son menos de 10, siendo la más importante el *Aloe vera* (L.) Burm. F. El aloe posee componentes bioactivos con propiedades medicinales, curativas, que pueden aprovecharse para uso cosmético y como complemento alimentario (Azad *et al.*, 2020; Ponnarasi *et al.*, 2020). También es usada en la elaboración de jugos con gel de aloe, yogurt, helados, suplementos alimenticios, pomadas, cremas, productos para el cabello y jabones (Ávila y Díaz, 2002).

En Bolivia, la producción orgánica de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) es económicamente viable, ya que el mercado mundial importador ha crecido en los últimos años, principalmente Europa y Asia, siendo los principales países exportadores Tailandia (35%), México (30%) y República Dominicana (18%) (Bahmani *et al.*, 2016). Presenta dos zonas de producción de aloe, el Valle y los Yungas. Los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) del departamento de La Paz, son los principales productores de aloe orgánico. En Bolivia, aunque no existe un dato actual sobre la superficie cultivada de aloe, hasta el año 2013 existía una extensión registrada de 34 ha (Espejo, 2023).

En los Yungas de La Paz, la alta incidencia y el control inadecuado de las especies que se comportan como maleza reducen los rendimientos en volumen y calidad, dificultan la cosecha y pueden incluso causar la muerte total de las plantas de aloe. Las poblaciones de malezas en las zonas tropicales y subtropicales, donde se encuentran los municipios de Caranavi y Coroico del departamento de la Paz, Bolivia, son abundantes, principalmente en los cultivos agrícolas (Díaz-Díaz y Blanco-Valdés, 2022). El origen de las especies malezas, también conocidas como malas hierbas, plantas invasoras y/o adventicias, puede ser nativo o exótico (Alvarado-Huamán *et al.*, 2023, Vargas-Batis *et al.*, 2023). La presencia de las malezas en los lotes de producción interfiere en el crecimiento de los cultivos y puede generar pérdidas superiores al 25% del rendimiento (Barreto *et al.*, 2016; Naranjo *et al.*, 2020). También el exceso de sombra y humedad provocado por las malezas favorece la aparición de especies fúngicas, afectando la calidad de las hojas de aloe empleadas para la alimentación, cosmética y derivados (Espejo y Pozo, 2023). Las

malezas también son hospedantes de plagas y enfermedades y favorecen el crecimiento de hongos fitopatógenos, dado que las esporas se desarrollan con mayor frecuencia en las condiciones mencionadas (Jiménez y Malagón, 2016; Alvarado-Huamán *et al.*, 2023).

La problemática de las malezas presentes en los cultivos de aloe impulsa a pensar las estrategias de control y manejo a aplicar para reducir sus efectos adversos. En este sentido, un manejo inadecuado de las malezas podría afectar la totalidad de la producción agrícola (Celis *et al.*, 2009). Tradicionalmente, el control de malezas en el cultivo de aloe se realiza por varios métodos: (i) manual, (ii) mecánico, (iii) químico, (iv) quemar o (v) la combinación de estos (Sanginés *et al.*, 2014). Según las normas de producción orgánica, en el cultivo de aloe no se permite el uso de herbicidas de origen sintético (Espejo y Pozo, 2023). Por este motivo, el proceso de desmalezado o deshierbe se debe realizar de forma manual utilizando diferentes herramientas (*i.e.* picota, azadón, machete, etc.) en conjunto con otras prácticas agronómicas permitidas en la producción orgánica.

Para realizar un manejo de malezas en una parcela con cultivo de interés agrícola de forma agroecológica, un primer paso es identificar las especies que conforman la comunidad, conocer el ciclo biológico y su comportamiento ecológico (Quintero-Pertúz *et al.*, 2020). Con esta información es posible clasificar a las malezas y establecer el momento del año en que estas aparecen en los lotes. Un segundo paso consiste en evaluar el grado de afectación de los lotes y realizar una propuesta de control y/o manejo de malezas (Guzmán-Mendoza *et al.*, 2022). Es importante destacar que las malezas son afectadas por la repetición anual de las prácticas culturales en los lotes de cultivo y que responden a las variaciones ambientales y de manejo, entre otros factores.

En Bolivia se han realizado estudios importantes de reconocimiento de malezas asociados a cultivos de aloe en condiciones de valle, es decir, en condiciones climáticas diferentes a las de yungas planteadas en el presente estudio (Espejo y Pozo, 2023). Sin embargo, en climas tropicales y subtropicales, no existe este tipo de reportes. COPROFAM (2022) menciona que el gobierno nacional creará el programa nacional de aloe, por lo que es necesario realizar investigaciones, preferentemente sobre las especies maleza asociadas al cultivo y su impacto en la producción.

Los objetivos de este trabajo fueron: (i) identificar la comunidad de especies de malezas asociadas al cultivo de aloe orgánico (*A. vera* var. *barbadensis*) en

condiciones de Yungas en los municipios de Caranavi y Coroico en el departamento de La Paz, Bolivia y (ii) conocer los métodos de control de malezas aplicados en zonas de producción orgánica de aloe.

MÉTODOLOGÍA

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en dos municipios: (i) Caranavi (comunidad de Santa Fe) y (ii) Coroico (comunidad de Incapampa) (Figura 1). Estos municipios forman parte del departamento de La Paz de Bolivia (Figura 1). El municipio de Caranavi, ubicado a una latitud 15°15'16" S, longitud 68°37'00" O y altitud 600 m s. n. m., posee un clima subtropical, con un rango de las temperaturas de 20 °C a 32 °C y con precipitaciones que varían desde 1000 mm año⁻¹ a 2500 mm año⁻¹ (Figura 2) (Condori-Luna *et al.*, 2018; Luna, 2020; Machaca y Aparicio, 2022). El municipio Coroico se localiza a una latitud de 16°08'00" S, longitud 67°46'00" O y a 123 km de la ciudad de La Paz, a una altitud de 1500 m s. n. m. (Huarachi y Aparicio, 2020; Nova *et al.*, 2022). Su clima es tropical, con una temperatura promedio anual de 20 °C y una precipitación promedio de 1350 mm año⁻¹ (Figura 2) (Villca, 2017; Torrejón, 2018).

Diseño experimental

Se seleccionaron dos parcelas con plantas de aloe bajo producción orgánica, una ubicada en el municipio de Caranavi y otra en el municipio de Coroico (Figura 1). Ambas parcelas de aloe orgánico se encuentran en producción desde hace más de nueve años. El área total de cada parcela fue de 0,50 ha (70 m x 71,5 m), dividida en 0,25 ha (subparcelas de 50 m x 50 m), con una distancia de plantación de 100 cm entre hileras y 80 cm entre plantas. Los relevamientos se realizaron en los meses de enero a marzo del 2023 (verano), coincidiendo con el período lluvioso en el cual emergen con mayor frecuencia las malezas.

Identificación de malezas

Ambas parcelas se recorrieron en su totalidad. Se registraron todas las especies encontradas y se les asignó un valor de la escala de abundancia/cobertura de Braun-Blanquet (1979). Se calcularon los índices de riqueza de especies y equitatividad. La riqueza de especies se expresó como el número total de especies registradas por unidad de muestreo. El índice de Shannon se calculó a partir de la ecuación 1.

$$H_{\text{Shannon}} = - \sum p_i \times \log_b(p_i)$$

[Ecuación 1]

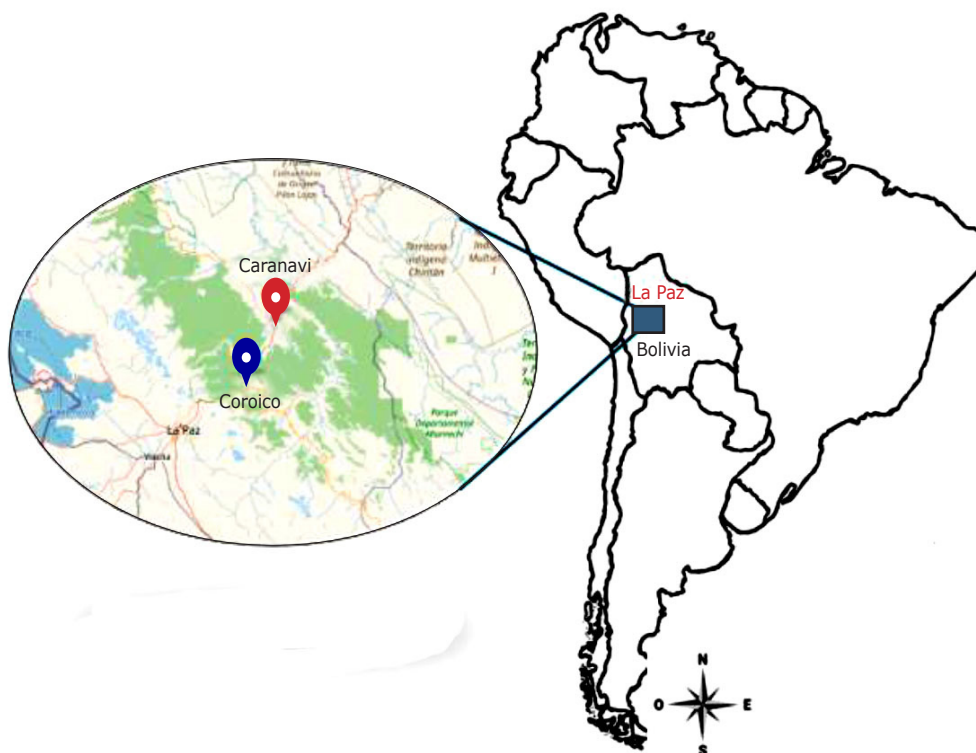


Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia.

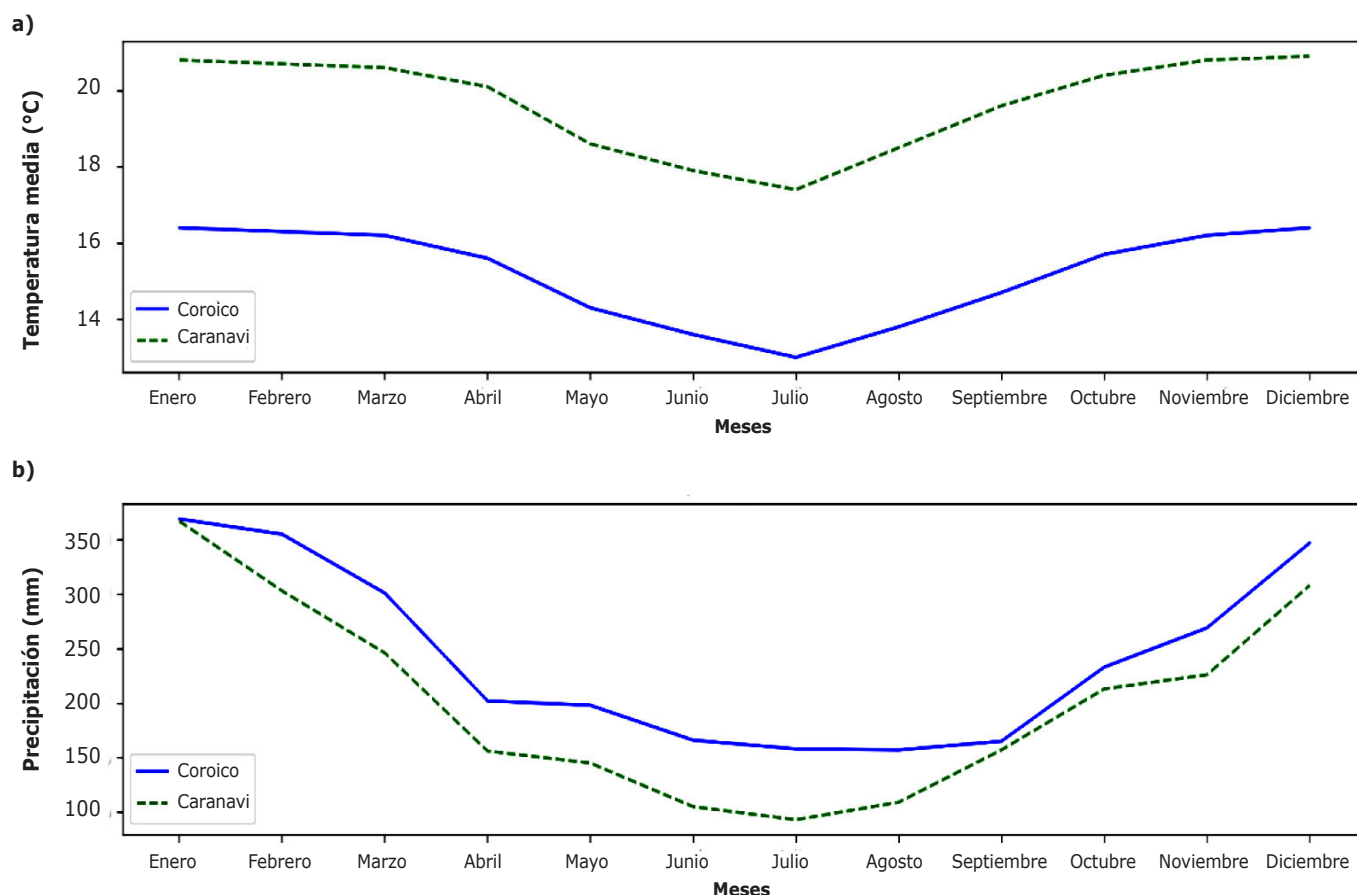


Figura 2. Condiciones climáticas históricas de (a) temperatura media y (b) precipitaciones para el período 1991-2021 de los municipios de Coroico (Santa Fe) y Caranavi (Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia. Fuente: <https://es.climate-data.org/>

donde, p_i es la abundancia proporcional de una especie dada (Lou y González-Oreja, 2012).

La equitatividad se calculó como el cociente entre el índice de Shannon observado y su valor máximo posible ($H'/H'_{\text{máx}}$). Este cociente refleja cuán equitativamente se distribuyen los individuos entre las especies presentes (Lou y González-Oreja, 2012). La metodología de relevamiento en este trabajo fue el método fitosociológico clásico (Braun-Blanquet 1979). Este tipo de muestreo permite confeccionar una amplia lista de especies y también estimar la frecuencia y el porte promedio de las malezas (Matteucci y Colma, 1982). Durante el relevamiento, se generó una lista de especies con sus nombres científicos y comunes. Las especies que no se reconocieron en el momento fueron fotografiadas y recolectadas en una bolsa de papel debidamente etiquetada para su posterior identificación mediante la evaluación cualitativa (Zamorano *et al.*, 2008; Cepeda *et al.*, 2021). La identificación de malezas se realizó en base a claves dicotómicas y descripciones botánicas (Wilches *et al.*, 2021). Se consultaron páginas web de carácter científico, nacionales e

internacionales (e.g. <https://tropicos.org/home>), para lograr una correcta identificación de la especie y establecer la clasificación del ciclo de vida (i.e. anuales o perennes).

Encuesta a los productores de aloe

En la segunda quincena del mes de marzo del 2023, se realizaron encuestas a los productores de aloe orgánico y miembros de familia para Caranavi (tres personas) y Coroico (tres personas). Para obtener información, se hicieron preguntas abiertas sobre dos ejes temáticos: (i) las prácticas agronómicas de manejo orgánico para el control de malezas en el cultivo de aloe y (ii) las prácticas agronómicas de conservación del suelo (Cuadro 1).

Análisis de los datos

Con los datos obtenidos se efectuaron los cálculos de frecuencia de aparición a través del programa informático Microsoft® Office Excel 2007. Para el análisis y diseño de algunos gráficos se usó el programa estadístico Graphpad Prism 8 (versión 8.0.0).

Cuadro 1. Preguntas realizadas en las encuestas a los productores de cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) del departamento La Paz, Bolivia.

Datos iniciales				
¿La parcela es propia o alquilada?	Denominación local de malezas	¿Son importantes las malezas en el cultivo de aloe? ¿Cuáles?	¿Qué provoca las malezas en exceso en la parcela de aloe?	¿Posee certificación orgánica su parcela?
Prácticas agronómicas de manejo orgánico para el control de malezas en el cultivo de aloe				
¿Cómo realiza el control de malezas?	¿Se realizan prácticas preventivas de control de malezas?	¿Utiliza productos químicos para control de malezas?	¿Dónde se disponen los restos de malezas procedentes del deshierbe?	
Principales prácticas agronómicas para la conservación de suelos				
Manejo de nivel en "A" o agronivel	Barreras vivas o muertas	Cobertura muerta	Asociación y/o intercalado de cultivos	Abonado
Aplicación de fertilizantes orgánicos	Manejo de residuos inorgánicos			

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de malezas asociadas con el cultivo de aloe orgánico

En el relevamiento llevado a cabo en los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) se encontraron un total de 75 especies malezas agrupadas en 20 familias botánicas, de las cuales 38 especies son dicotiledóneas, 35 monocotiledóneas y dos especies de pteridófitas (Cuadro 2; Figura 3). La familia botánica con mayor número de especies fue Poaceae, con 27 especies que representan el 36% de las especies relevadas; Asteraceae, con 10 especies (13,3%); Fabaceae y Cyperaceae, con seis especies (8%); Malvaceae, con cuatro especies (5,3%); Amaranthaceae, con tres especies (4%); Apiaceae, Cucurbitaceae, Euphorbiaceae, Hypolepydaceae, Lamiaceae, con dos especies cada una (2,7%) (Figura 3). Las nueve familias restantes aportaron un valor de 1,3% (una especie por familia). Estos resultados resaltan la diversidad botánica de las malezas asociadas al cultivo orgánico de aloe, lo que subraya la importancia de generar una estrategia integral de manejo de malezas que sea, a su vez, específica para cada especie o grupo de especies. Estos resultados podrían estar asociados a que, en los Yungas de La Paz, existe gran diversidad de especies vegetales en respuesta a sus diferentes condiciones climáticas y topográficas (Figura 2) (Pérez y Chipana, 2022; Rodríguez, 2023).

La familia de malezas más diversa en las dos parcelas relevadas fue Poaceae. Estudios realizados a una altitud de 3884 m s. n. m. de Bolivia, en condiciones climáticas diferentes al presente estudio, se obtuvieron resultados similares con el mayor número de especies de la familia Poaceae (Pérez y Chipana, 2022). A escala

mundial, Castro-Cepero *et al.* (2019) mencionan más de 11 mil especies pertenecientes a la familia Poaceae. Estas especies se encuentran prácticamente en todos los ecosistemas, excepto en la Antártida (Sánchez-Ken, 2019). La mayoría de las especies pertenecientes a la familia Poaceae son hospedantes de plagas y enfermedades y potenciales competidoras con los cultivos (Ariza y Almanza-Merchán, 2012).

De las especies catalogadas como malezas más importantes en cultivos agrícolas a nivel mundial se encontraron: *Amaranthus hybridus* L., *Portulaca oleracea* L., *Cyperus rotundus* L., *Cyperus esculentus* L., *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton y *Sorghum halepense* (L.) Pers. Estas especies identificadas en los relevamientos se encuentran entre las 18 malezas más importantes del mundo (Casimero *et al.*, 2023; Espejo y Pozo, 2023). Es decir, por su grado de nocividad y tolerancia a efectos adversos, son malezas difíciles de controlar (Ortiz, 2022).

En el municipio de Caranavi el relevamiento exhibió la mayor diversidad de especies de malezas, con un total de 59 especies y 18 familias (Cuadro 2), lo que concuerda con Barreto *et al.* (2016), quienes resaltan que el número de especies maleza es mayor en zonas tropicales. Además, según Condori-Luna *et al.* (2018), en la época de lluvia (verano), la precipitación anual alcanza los 2500 mm año⁻¹. Con respecto al municipio de Coroico se relevaron 47 especies y 15 familias (Figura 3). Según Torrejón (2018), la precipitación anual alcanza a 1350 mm año⁻¹. Estos resultados podrían estar en concordancia con el clima y la zona, ya que las dos parcelas de aloe ubicadas en el municipio de Caranavi y Coroico se encuentran en distintos lugares explorando

Cuadro 2. Especies maleza asociadas al cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (CAR; Santa Fe) y Coroico (COR; Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia.

Malezas dicotiledóneas					
Número	Familia	Especie	Nombre común	Ciclo de vida	Lugar de reporte
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus dubius</i> Mart. Ex Thell	Bledo	Anual	CAR-COR
2		<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Bledo	Anual	CAR-COR
3		<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Bledo con espinas	Anual	CAR-COR
4	Apiaceae	<i>Eryngium horridum</i> Malme	Cerrucheta fina	Perenne	COR
5	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	(Pega pega), Amor seco	Anual	CAR-COR
6		<i>Chaptalia sinuata</i> (Less.) Baker		Perenne	CAR-COR
7		<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Lechuguilla roja	Anual	CAR-COR
8		<i>Erechtites hieraciifolius</i> (L.) Raf. Ex DC.	K'ora (Aymara)	Anual	COR
9		<i>Erigeron bonariensis</i> L.		Anual	COR
10		<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	Quilquiña	Anual	COR
11		<i>Pseudelephantopus spiralis</i> (Less.) Cronquist	Colchón	Perenne	CAR-COR
12		<i>Sigesbeckia serrata</i> DC.		Anual	CAR-COR
13		<i>Solidago microglossa</i> DC.	Romero amarillo, vara de oro	Perenne	COR
14		<i>Sonchus oleraceus</i> L.		Anual	COR
15	Balsaminaceae	<i>Impatiens walleriana</i> Hook. f.	Jasminillo	Perenne	COR
16	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Bejuco, campanilla	Anual	CAR
17	Cucurbitaceae	<i>Melothria guadalupensis</i> (Spreng.) Cogn.	Meloncito, sandía silvestre	Anual	CAR
18		<i>Momordica charantia</i> L.	Melón amargo	Anual	CAR
19	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Lechosa	Anual	CAR-COR
20		<i>Euphorbia hirta</i> L.	Hierba de sapo	Anual	CAR-COR
21	Fabaceae	<i>Aeschynomene indica</i> L.		Anual	CAR
22		<i>Desmodium incanum</i> (Sw.) DC.	Pega pega	Perenne	CAR
23		<i>Desmodium tortuosum</i> (Sw.) DC.	Pega pega	Perenne	CAR
24		<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormilona	Perenne	CAR
25		<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Mucuna	Anual	CAR
26		<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb.) Benth.	Kudzú	Perenne	CAR
27		<i>Sesbania sesban</i> (L.) Merr.	Sesbania	Perenne	CAR-COR
28	Geraniaceae	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	K'ora (Aymara)	Anual	CAR-COR
29	Lamiaceae	<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Botoncillo	Anual	CAR
30		<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Botón de cadete, molinillo	Anual	COR
31	Malvaceae	<i>Sida acuta</i> Burm. f.	Malva, escoba	Anual	CAR-COR
32		<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla, malva de escoba	Perenne	CAR
33		<i>Sida urens</i> L.	Malva	Perenne	CAR-COR
34		<i>Triumfetta lappula</i> L.	Colo Muni, cadiño	Perenne	CAR
35	Papaveraceae	<i>Bocconia integrifolia</i> Bonpl.	Boconia, Amakari	Perenne	CAR
36	Piperaceae	<i>Piper angustifolium</i> Lam.	Mático	Perenne	COR
37	Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Verdolaga	Anual	CAR
38	Verbenaceae	<i>Priva lappulacea</i> (L.) Pers.	Pega pega, Cadiño de bolsa	Perenne	CAR-COR
Malezas monocotiledóneas					
39	Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.	Siempre viva, arrastradora	Perenne	CAR-COR
40	Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Coquillo amarillo	Perenne	CAR-COR
41		<i>Cyperus laxus</i> Lam.		Perenne	CAR
42		<i>Cyperus odoratus</i> L.		Perenne	CAR
43		<i>Cyperus rotundus</i> L.	Coquillo	Perenne	CAR-COR
44		<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.		Perenne	CAR
45		<i>Scleria gaertneri</i> Raddi	Cortadora	Perenne	CAR
46	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea dodecaneura</i> Vell.		Anual	CAR
47	Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	Cola de zorra	Perenne	COR
48		<i>Cenchrus ciliaris</i> L.	Zacate buffel	Perenne	CAR
49		<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Ojo de hormiga	Anual	COR
50		<i>Cenchrus purpureus</i> (Schumach.) Morrone	Pasto elefante	Perenne	CAR

51		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Pata de perdiz	Perenne	CAR-COR
52		<i>Dichanthium annulatum</i> (Forssk.) Stapf		Perenne	COR
53		<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	Pasto gateador	Anual	CAR-COR
54		<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Pasto cuaresma	Anual	CAR-COR
55		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	Pata de ganso	Anual	CAR
56		<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv.	Charo, chuchío	Perenne	CAR
57		<i>Leptochloa fusca</i> (L.) Kunth	K'ora (Aymara)	Anual	COR
58		<i>Leptochloa mucronata</i> (Michx.) Kunth	Plumilla	Anual	CAR-COR
59		<i>Panicum fasciculatum</i> Sw.	Rabo de mula, pasto guineo	Perenne	CAR
60		<i>Panicum laxum</i> Sw.		Perenne	CAR-COR
61		<i>Panicum maximum</i> Jacq.	Zacate guinea	Perenne	CAR-COR
62		<i>Panicum repens</i> L.	Panizo	Anual	CAR
63		<i>Paspalum candidum</i> (Humb. & Bonpl. ex Flügge) Kunth		Perenne	CAR-COR
64		<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.	Gramma de agua	Perenne	CAR-COR
65		<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Horqueta, grama dulce	Perenne	CAR-COR
66		<i>Paspalum paniculatum</i> L.		Perenne	CAR-COR
67		<i>Paspalum plicatulum</i> Michx.	Hierba de caballo, cortadera	Perenne	CAR-COR
68		<i>Paspalum virgatum</i> L.	Zacatón	Perenne	CAR-COR
69		<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Pasto elefante	Perenne	CAR
70		<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Arrocillo, Paja peluda	Anual	CAR
71		<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	Paja colorada, rabo de zorra	Perenne	COR
72		<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguelen	Cepillo de botellas	Perenne	COR
73		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Pasto Jonhson	Perenne	CAR-COR
Malezas pteridófitas					
74	Hypolepydaceae	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Helecho común, chusi chusi	Perenne	COR
75		<i>Christella hispidula</i> (Decne.) Holttum	Helecho	Perenne	CAR

diferentes condiciones ambientales (Echávez *et al.*, 2022).

Del total de estas especies maleza identificadas, 31 se encuentran en ambos municipios, representando 10 familias. La presencia de especies dicotiledóneas (50,7%) fue un poco más elevada que la de especies monocotiledóneas (46,7%) y también se encontraron dos malezas pteridofitas (2,7%) (Figura 4a). En cuanto a su ciclo de vida, 41,3% de las plantas son anuales y el 58,7% perennes (Figura 4b). Dentro de las dicotiledóneas 22 especies son anuales y 16 perennes, mientras que, de las 35 especies monocotiledóneas, nueve son anuales y 26 perennes. Además, se relevaron dos especies perennes de pteridófitas.

Composición de especies de malezas por municipio

En el municipio de Caranavi, las dicotiledóneas predominaron con 13 familias y 29 especies, destacándose la familia Fabaceae con siete especies y Asteraceae con cinco especies (Figura 3). En el grupo de las monocotiledóneas se reportaron tres familias, destacándose con 21 especies la familia Poaceae, seis especies Cyperaceae y una especie Commelinaceae (Figura 4). Estos

resultados coinciden con estudios realizados en Nor Yungas de La Paz, en el cultivo de la coca (*Erythroxylum coca* Lam.) donde se identificó un mayor número de especies de la familia Poaceae (Tiñini, 2020). En zonas tropicales y subtropicales, Huallpa (2016) menciona una mayor abundancia de especies leguminosas leñosas y herbáceas.

El índice de Shannon fue de 1,43 con una equitatividad de 0,80 y la especie que presentó el mayor índice de frecuencia fue *R. cochinchinensis* (90%). Esta especie se caracteriza por presentar una alta tasa de producción de semillas (*i.e.* una sola planta puede producir aproximadamente 2200 semillas) y es considerada una de las malezas invasoras de alto impacto y agresividad (Ortiz, 2022). Esta especie, según Echávez *et al.* (2022), se encuentra entre las 18 malezas invasoras más importantes del mundo. Su presencia en los cultivos orgánicos de aloe es una preocupación para el productor ya que afecta la calidad comercial de las hojas (Espejo y Pozo, 2023): las hojas crecen delgadas, tienden a inclinarse hacia el suelo y favorece la aparición de manchas foliares. Esos resultados sugieren que la habilidad competitiva de la maleza frente al cultivo del aloe es alta,

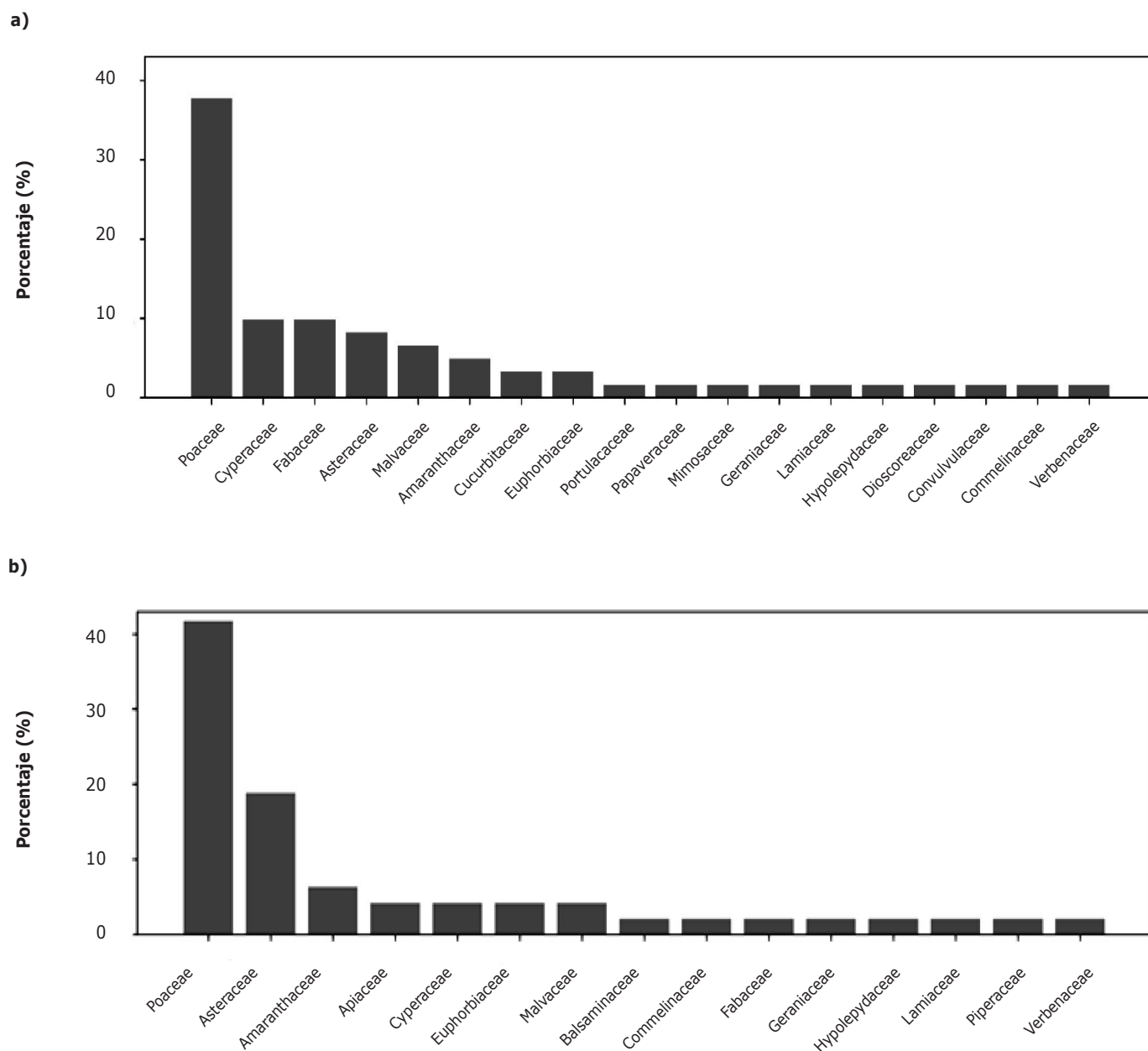


Figura 3. Porcentaje de especies maleza por familia relevadas en el cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (Santa Fe; (a) y Coroico (Incapampa; (b) del departamento de La Paz, Bolivia.

sino se controla a tiempo. Por otro lado, Aguilar *et al.* (2019) complementan que *R. cochinchinensis* no solo afecta al cultivo del aloe sino también a otros cultivos agrícolas.

Las especies clasificadas como medianamente frecuentes fueron: *Bidens pilosa* L. (70%), *Commelina diffusa* Burm. F. (68%) y *P. oleracea* L. (65%) (Figura 5). Estas tres especies representan un potencial daño para el cultivo de aloe por su alta capacidad de competencia y formas de propagación.

En el municipio de Coroico, se encontraron 24 especies

pertenecientes a 10 familias, destacándose la familia Asteraceae, con diez especies (Figura 5). En el grupo de las monocotiledóneas se reportaron 19 especies de la familia Poaceae, dos especies Cyperaceae y una especie Commelinaceae. Un estudio realizado en cultivo de aloe en Bolivia, a una altitud de 2910 m s. n. m., registró 12 especies de la familia Asteraceae (Espejo y Pozo, 2023). Sin embargo, la composición específica difiere notablemente debido a las diferencias en clima y altitud. El índice de Shannon estimado en el presente estudio fue de 1,31, con una equitatividad de 0,78. Las especies

clasificadas como malezas poco frecuentes fueron: *B. pilosa* (48%), *C. diffusa* (44%) y *D. sanguinalis* (40%) (Figura 5).

Encuesta al productor

En cuanto al primer eje de prácticas agronómicas realizadas en plantaciones de aloe orgánico en los municipios

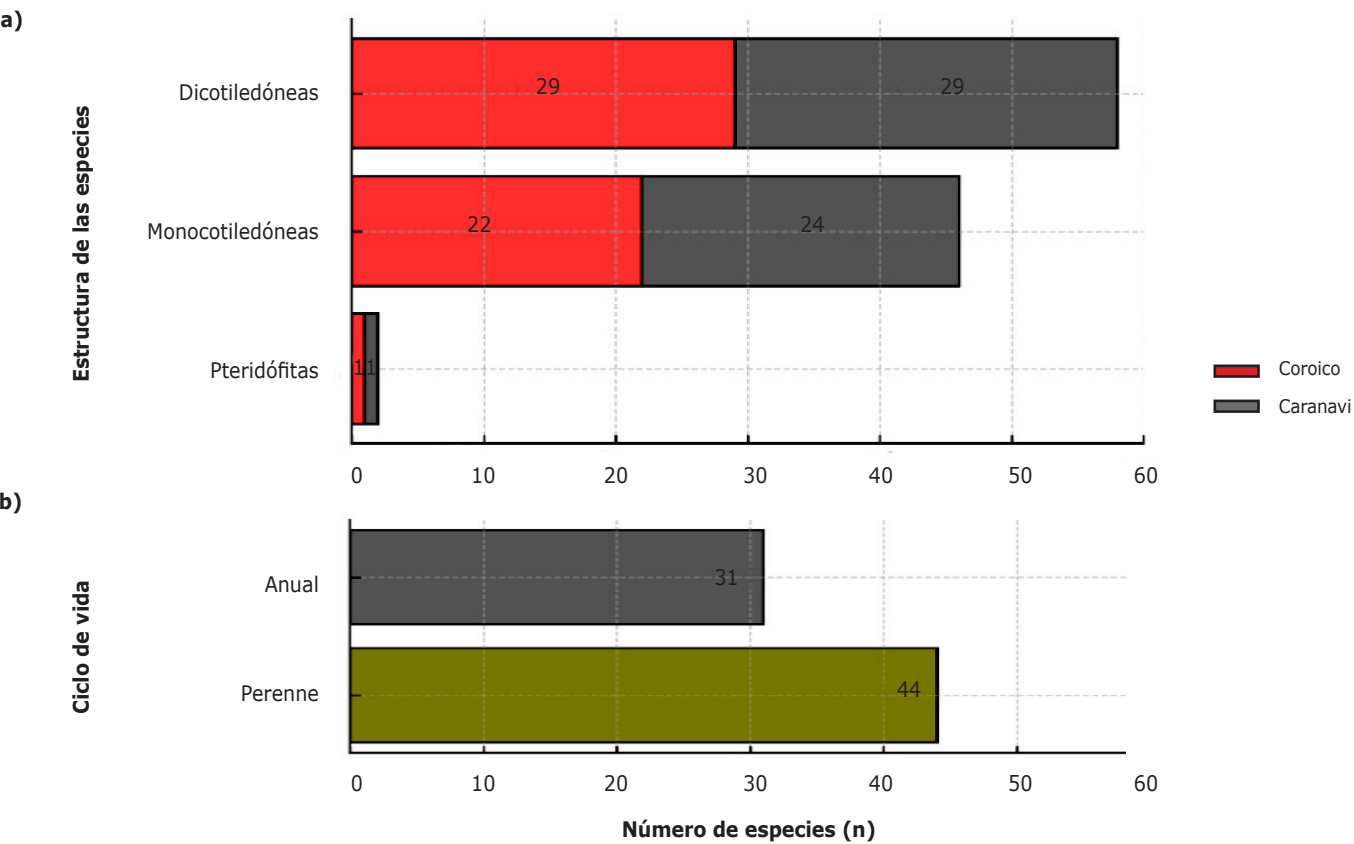


Figura 4. (a) Clasificación de la estructura de comunidad de malezas relevadas en el cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia. (b) Ciclo de vida de las diferentes especies malezas registradas en ambos municipios.

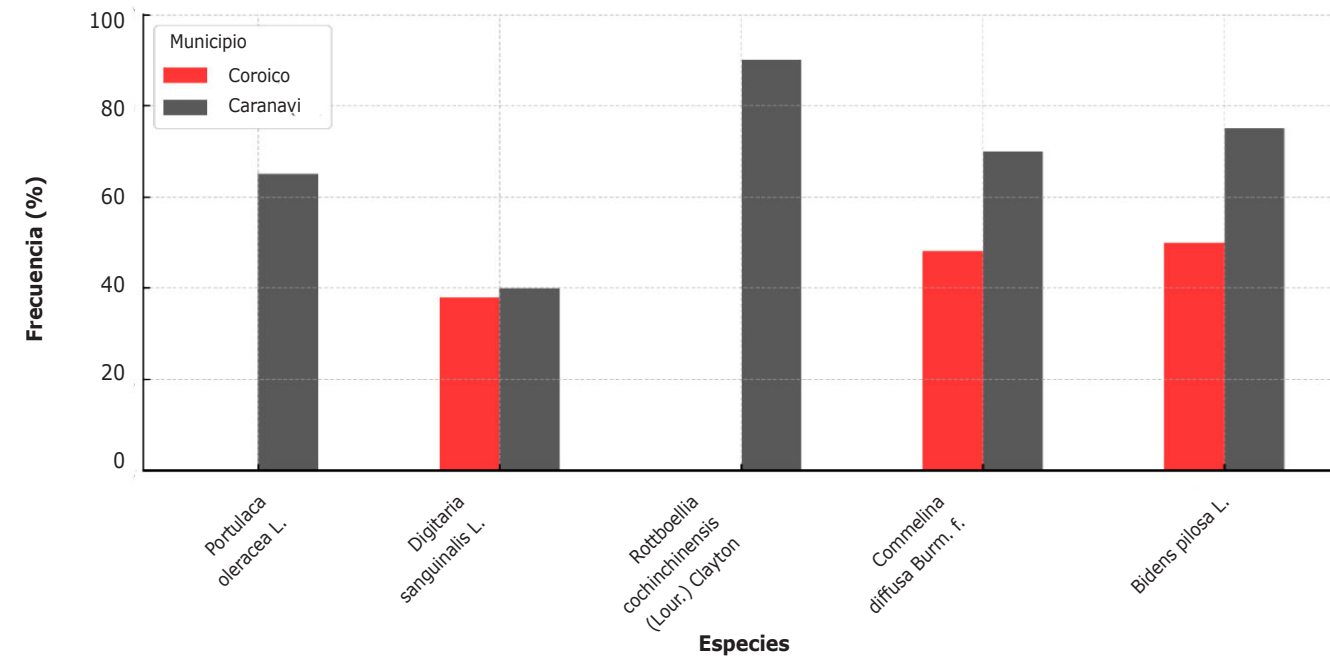


Figura 5. Frecuencia de aparición (%) de especies maleza en el cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia.

de Caranavi y Coroico, las encuestas indicaron que para el proceso de desmalezado o deshierbe se utiliza tecnología tradicional (*i.e.* picota y machete) (Cuadro 3). Esta

actividad se realiza con mayor frecuencia en época de lluvias (diciembre a marzo), ya que es el momento de aparición de especies de la familia de Poaceae, principalmente.

Cuadro 3. Encuesta a los productores para conocer sus prácticas agronómicas sobre las malezas en el cultivo orgánico de aloe (*Aloe vera* var. *barbadensis*) en los municipios de Caranavi (CAR; Santa Fe) y Coroico (COR; Incapampa) del departamento de La Paz, Bolivia

Datos iniciales	CAR	COR	Observaciones
¿La parcela es propia o alquilada?	Propia	Propia	Propietario y agricultor
Denominación local de malezas	Mala hierba	Mala hierba	
¿Son importantes las malezas en el cultivo de aloe? ¿Cuáles?	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton (arrocillo) y <i>Bidens pilosa</i> L. (pega pega o amor seco).	<i>B. pilosa</i> L. (pega pega o amor seco) y <i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	En ambas parcelas, las malezas son muy importantes. En especial el arroccillo y pega pega, como lo conocen los productores, o amor seco son una problemática de control.
¿Qué provoca las malezas en exceso en la parcela de aloe?	Hojas delgadas, manchas negras en hojas de aloe.	Manchas negras en hojas de aloe.	Este efecto sobre la calidad puede ser causado por exceso de humedad.
¿Posee certificación orgánica su parcela?	Sí	Sí	Certificadas como orgánico por la certificadora IMOCERT LTDA.
Prácticas agronómicas de manejo orgánico para el control de malezas en el cultivo de aloe			
¿Cómo realiza el control de malezas?	Picota, machete, azadón y motodesyerbadora.	Picota y machete.	Manual y mecánico (CAR) y manual (COR).
¿Se realizan prácticas preventivas de control de malezas?	Sí	Sí	En época de lluvia se dificulta tener un control eficaz de malezas en ambas parcelas.
¿Utiliza productos químicos para control de malezas?	No	No	Según normas de producción orgánica, no se permite la aplicación de herbicidas.
¿Dónde se disponen los restos de malezas procedentes del deshierbe?	En la misma parcela del cultivo de aloe.	En la misma parcela del cultivo de aloe.	Los restos de malezas se disponen como cobertura muerta sobre suelo en la misma parcela de aloe.
Principales prácticas agronómicas para la conservación de suelos			
Manejo de nivel en "A" o Agro-nivel	No, la parcela es superficie plana.	Sí, la parcela del cultivo de aloe se encuentra en pendiente.	
Barreras vivas o muertas	La parcela de aloe se encuentra rodeada de barreras vivas y barrera muerta.	La parcela de aloe se encuentra rodeada de barreras vivas.	Barrera viva: árboles frutales y forestales. Barrera muerta: malla galvanizada, alambre con púa.
Cobertura muerta	Se disponen sobre la superficie de la parcela de aloe restos de: hojas de plátano, de malezas y de maíz.	Se disponen sobre la superficie de parcela de aloe restos de: hojas de plátano, banano, cítricos, árboles frutales, frijol, arveja y restos de malezas.	
Asociación y/o intercalado de cultivos	Aloe intercalado con cítricos, banano, maíz y arroz.	Aloe asociado con: banano, plátano, cítricos, café, frijol, arveja y verduras.	
Abonado	Estiércol vacuno (descompuesto), cáscara de arroz.	Estiércol vacuno (descompuesto), cáscara de arroz.	Aplicación anual.
Aplicación de fertilizantes orgánicos	Aplicación de biol (abono orgánico líquido que se obtiene de los desechos orgánicos a través de la digestión anaeróbica), caldo de ceniza, caldo sulfocálcico y microorganismo de montaña (MM).	Aplicación de biol, caldo de ceniza, caldo sulfocálcico y microorganismo de montaña (MM).	Aplicación anual.
Manejo de residuos inorgánicos	Se recolectan residuos como: plásticos, botellas PET y se colocan en una fosa.	Se recolectan residuos como: plásticos, botellas PET y se colocan en una fosa.	Colindante a la parcela de aloe se dispone de una fosa (hueco) con el objetivo de recolectar y mantener la parcela libre de residuos plásticos (inorgánico).

La operación de desmalezado o deshierbe consiste en remover el suelo cuando las especies maleza tiene una altura aproximada entre 2 a 5 cm. En la comunidad de Santa Fe se suele utilizar también la variante y/o complemento del proceso de deshierbe, el azadón y la motodeshierbadora. En la producción orgánica, Quisbert (2020) menciona que el proceso de desmalezado o deshierbe se realiza utilizando azadón, motodeshierbadora, picota y machete. Según las encuestas, cuando las plantas de las especies malezas presentan un tamaño considerable, el desmalezado o deshierbe se realiza de manera manual, utilizando guantes para evitar heridas por parte del cultivo (Figura 6). Para el control y manejo de malezas no se aplican herbicidas químicos. Este tipo de prácticas tiene como beneficio que los restos vegetales provenientes del proceso de deshierbe forman una cobertura en el suelo que evita la germinación de las malezas y la descomposición de estos restos incrementa la cantidad de materia orgánica mejorando la disponibilidad de nutrientes (Jacobi *et al.*, 2018). Es crucial reconocer que las prácticas de control de malezas en el cultivo de aloe orgánico se enfrentan a restricciones impuestas por los estándares de producción orgánica. Esta limitación plantea desafíos adicionales para los productores, ya que el deshierbe manual puede ser intensivo en mano de obra y requerir un relevamiento constante para mantener el enmalezamiento bajo control. Otra práctica agronómica que realizan en ambas parcelas es

la plantación y/o siembra asociada e intercalada entre surcos con diferentes cultivos.

En la producción orgánica se pueden realizar diferentes prácticas culturales, como las asociaciones y/o cultivos mixtos e intercalados (Cuadro 3). La siembra intercalada de cultivos de ciclo corto y largo se identificó como una práctica común entre los productores encuestados de ambas localidades, lo que sugiere un enfoque agroecológico para el manejo de malezas y la diversificación de cultivos. Este método no solo contribuye a reducir la competencia de malezas, sino que también promueve la biodiversidad y la estabilidad del sistema agrícola. En el municipio de Caranavi, en las parcelas con aloe orgánico se intercalan cultivos de ciclo corto, principalmente, plátano macho o postre (*Musa balbisiana* L.) y plátano (*Musa paradisiaca* L.). De manera dispersa, se siembra arroz (*Oryza sativa* L.), maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y en menor proporción, cítricos (*Citrus* spp.), coco (*Cocos nucifera* L.).

En la parcela de la comunidad de Incapampa en el municipio de Coroico, los productores encuestados realizan la siembra de las mismas especies de ciclo corto mencionadas anteriormente, complementando con otros cultivos como arveja (*Pisum sativum* L.), apio (*Apium graveolens* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y cebolla (*Allium cepa* L.), entre otras verduras y hortalizas. En referencia a cultivos de ciclo largo, en el municipio se asocia el



Figura 6. Cultivo de aloe en presencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton (a) y *Bidens pilosa* L. (b) en los municipios de Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa), respectivamente, departamento de La Paz, Bolivia.

cultivo de aloe de manera dispersa con café (*Coffea arabica* L.), guanábana (*Annona muricata* L.), papaya (*Carica papaya* L.), piña (*Ananas comosus* L.), palta (*Persea americana* Miller), cítricos, coco y sikili (*Inga* spp.) y en mayor proporción con banano y plátano macho o postre.

Sin embargo, a pesar de las prácticas agronómicas implementadas, las malezas siguen siendo un desafío significativo para los productores de aloe en los Yungas de La Paz. Entre los efectos negativos de las malezas, la competencia por recursos como agua, nutrientes y radiación solar puede afectar el crecimiento y el desarrollo de las plantas (Espejo y Pozo, 2023). Además, algunas especies pueden albergar plagas y enfermedades, aumentando el riesgo de daños y pérdidas del rendimiento. La presencia excesiva de malezas también dificulta las labores de mantenimiento y cosecha del aloe, lo que incrementa los costos de producción y reduce la calidad del cultivo a cosecha. En consecuencia, el control efectivo de las malezas es fundamental para garantizar el éxito y la productividad de los cultivos de aloe en la región de Yungas. Específicamente, la presencia de especies invasoras como *R. cochinchinensis* representa una preocupación importante debido a su rápida propagación y competencia con el cultivo de aloe. Esto destaca la necesidad de realizar investigaciones adicionales y estrategias de manejo que permitan abordar esta y otras especies problemáticas.

Estudios a nivel ecofisiológico, que determinen las condiciones ambientales óptimas de germinación de las malezas (i.e. temperatura, humedad, luz), permitirían predecir el momento en que emergen en el campo, así como el ensamblaje de la comunidad de malezas según el tipo de producción (Malavert *et al.*, 2021, 2022; Federico *et al.*, 2023). Eventualmente se podrían desarrollar modelos de emergencia para predecir la ventana de emergencia de las principales malezas en los cultivos de aloe orgánico. Por lo tanto, los resultados de este trabajo servirán de base para posteriores estudios orientados al manejo integrado de malezas problemáticas en el cultivo de aloe orgánico en condiciones de Yungas, en La Paz, Bolivia.

CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó un relevamiento de malezas en dos lotes con cultivo de aloe situados en Caranavi (Santa Fe) y Coroico (Incapampa), donde la producción orgánica de este cultivo es relevante para Bolivia. Los resultados obtenidos representan uno de los primeros intentos por clasificar e identificar la comunidad de malezas presentes en el cultivo de aloe orgánico en los sitios bajo análisis. Además, este trabajo proporciona información sobre las prácticas de control utilizadas por los productores orgánicos de aloe, principalmente manuales, y los desafíos enfrentados en los Yungas de La Paz, Bolivia.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, C. C., Díaz, M. J., Beltrán, C., Millán, M. G. y Campos, A. I. (2019). Distribución y densidad de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton en el estado de Morelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(7), 1693-1697. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i7.1497>
- Alvarado-Huamán, L., Castro-Cepero, V., Borjas-Ventura, R., Bello-Amez, S. y Julca-Otiniano, A. (2023). Estado del conocimiento sobre las malezas en el cultivo de café en selva central del Perú. *Revista Iberoamericana de Viticultura Agroindustria y Ruralidad*, 10(28), 181-194. <https://doi.org/10.35588/rivar.v10i28.5507>
- Ariza, C. A. y Almanza-Merchán, P. J. (2012). Identificación y clasificación en biotipos de las malezas asociadas con el cultivo de la palma de aceite. *Ciencia y Agricultura*, 9(2), 87-96. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/2819
- Artunduaga, A. K., Vargas, R. D. y Barrera, B. O. (2021). Conservación de las propiedades nutraceuticas del Aloe vera (*Aloe Barbadensis* Miller), mediante técnicas de secado. *Ingeniería y Región*, 25, 6-21. <https://doi.org/10.25054/22161325.2818>
- Ávila, L. y Díaz, J. (2002). Sondeo del mercado mundial de sábila (*Aloe vera*). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", 1-22. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13259>
- Azad, R., Hamza, A., Khatun, M. M., Nasrin, S., Tanny, T. y Das, K. C. (2020). *Disease First Report of Colletotrichum siamense Causing Leaf Spot in Aloe vera in Bangladesh*, 104(11). <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-20-0857-PDN>
- Bahmani, M., Shahinfard, N., Fasihzadeh, S., Mirhosseini, M. y Rafieian-Kopaei, M. (2016). Aloe vera: An update on its phytochemical, pharmaceutical and therapeutic properties. *Der Pharmacia Lettre*, 8(1), 206-213. <https://core.ac.uk/download/pdf/143840681.pdf>
- Barreto, B., Martínez, R., Zuaznábar, R., González, M., Ramírez, T., Dávila, M., Ortiz, H. y Aguirre, E. (2016). Identificación y cambios de frecuencia de las arvenses en áreas cañeras de Cuba. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 4(2), 75-83. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v4i2.73>
- Casimero, M., Abit, M., Ramírez, A., Dimaano, N., y Mendoza, J. (2023). Herbicide use history and weed management in Southeast Asia. *Advances in Weed Science*, 40, e020220054. <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:seventy-five013>
- Castro-Cepero, V., Alvarado-Huamán, L., Borjas-Ventura, R., Julca-Otiniano, A. y Luis-Tejada, S. J. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de "café" *Coffea arabica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Arnaldoa*, 26(3), 977-990. <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?>

- Celis, A, Mendoza, C. y Pachón, E. (2009). Revisión: Uso de extractos vegetales en el manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses. *Temas agrarios*, 14(1), 5-16. <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/>
- Cepeda, M., Castellanos, L. y Hernández, B. (2021). Caracterización ecológica de la flora de arvenses del alto y bajo Ricaurte (Boyacá). *Inge Cuc*, 17(1), 112-125. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.17.1.2021.09>
- Condori-Luna, I. J., Loza-Murguía, M. G., Mamani-Pati, F. y Soliz-Valdivia, H. (2018). Análisis multitemporal de la cobertura boscosa empleando la metodología de teledetección espacial y SIG en la subcuenca del río Coroico - provincia Caranavi en los años 1989-2014. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(1), 25-44. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2018.090100025>
- Confederación de Organizaciones de Productores Familiares del Mercosur Ampliado-COPROFAM. (2022). *Impulso a la producción y comercialización de sábila en el norte de La Paz. COPROFAM*. Bolivia. <https://coprofam.org/2022/01/11/impulso-a-la-produccion-y-comercializacion-de-sabila-en-el-norte-de-la-paz/>
- Díaz-Díaz, Y. y Blanco-Valdés, Y. (2022). Las arvenses como indicador microbiológico del suelo. *Cultivos Tropicales*, 43(1), 1 <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/>
- Echávez, K., Quintero-Pertuz, I. y Carbonó-Delahoz, E. (2022). Análisis del riesgo de invasión de malezas introducidas asociadas a cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 46(178), 154-164. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1520>
- Espejo, F. (2023). Recuperación de suelo abandonado ex cocal (*Erythroxylum coca* var. *coca*) mediante el manejo orgánico de sábila (*Aloe vera barbadensis* M.), en Nor Yungas de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(3), 29-38. <https://doi.org/10.53287/vsck1816ar39i>
- Espejo, F. y Pozo, E. (2023). Identificación de malezas asociadas al cultivo de la sábila (*Aloe vera barbadensis* M.), en el departamento de La Paz, Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(2), 7-14. <https://doi.org/10.53287/akmo-9760po36m>
- Federico, A. A., Pimet, E., Coffin, A., Ducourtieux, C., Queyrel, W., Rolhauser, A. G., Poggio, S. L., Guillemin, J. P. y Blouin, M. (2023). Ancient varieties can help control weed density while preserving weed diversity. *Biological Agriculture and Horticulture*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/01448765.2023.2270982>
- González, E. y Fuentes, M. (2022). Dinámica del Glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 127-144. <https://doi.org/10.20937/rica.54197>
- Guzmán-Mendoza, R., Hernández-Hernández, V., Salas-Araiza, M. y Núñez- Palenius, H. (2022). Diversidad de especies de plantas arvenses en tres monocultivos del Bajío, México. *Polibotánica*, 53, 69-85. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.5>
- Huallpa, L. (2016). *Evaluación germinativa del jacaranda (Jacaranda mimosifolia D. Don) bajo efecto de tres niveles de sombra y dos densidades de siembra* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10390>
- Huarachi, A. y Aparicio, J. (2020). Potencial económico agropecuario del municipio de Coroico, La Paz. *Revista Estudiantil Agro-Vet*, 4(2), 551-557. <http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?>
- Jacobi, J., Lohse, L. y Milz, J. (2018). El cultivo de la hoja de coca en sistemas agroforestales dinámicos en los Yungas de La Paz. *Rev. Acta Nova*, 8(4), 604-630. <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?>
- Jiménez, H. E. y Malagón, L. J. (2016). *Aloe vera*. Investigación fitopatológica del cultivo. Primera edición. Cundinamarca, Colombia. <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/3588>
- Lou, J. y González-Oreja, A. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana*, 56(2), 3-14. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Gonzalez-Oreja/publication/230634099_Midiendo_la_diversidad_biologica_mas_alla_del_indice_de_Shannon/links/09e4150a0c87396835000000/Midiendo-la-diversidad-biologica-mas-alla-del-indice-de-Shannon.pdf
- Luna, A. (2020). *Propuesta de implementación de una unidad estadística sobre las distintas unidades económicas y productivas en el municipio de Caranavi del departamento de La Paz* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Privada Cosmos. <https://repositorio.unitepc.edu.bo/>
- Machaca, N. y Aparicio, J. (2022). Análisis de datos productivos del café como un rubro potencial en el municipio de Caranavi, La Paz. *CIPyCOS*, 1(1), 42-47. <https://cipycos.umsa.bo/>
- Malavert, C., Batlla, D. y Benech-Arnold, R. L. (2021). Light sensitivity changes during dormancy induction in *Polygonum aviculare* L. seeds: development of a predictive model of annual changes in seed-bank light sensitivity in relation to soil temperature. *Weed Research*, 61(2), 115-125. <https://doi.org/10.1111/wre.12463>
- Malavert, C., Batlla, D. y Benech-Arnold, R. L. (2022). Modelling changing sensitivity to alternating temperatures during induction of secondary dormancy in buried *Polygonum aviculare* L. seeds to aid in managing seedbank behaviour. *Weed Research*, 62(3), 249-261. <https://doi.org/10.1111/wre.12533>
- Naranjo, S., Obrador, J., García, E., Valdez, A. y Domínguez, V. (2020). Arvenses en un suelo cultivado con caña de azúcar con fertilización mineral y abono verde. *Polibotánica*, 0(50), 119-135. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.50.9>
- Nova, M., Mamani, B. y Álvarez, J. (2022). Aplicación de activadores biológicos en dos tipos de compostaje para la degradación de residuos orgánicos, Carmen Pampa, Coroico-Bolivia. *Rev. Acta Nova*, 10(3), 263-282. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S1683-07892022000100263&script=sci_arttext
- Ortiz, A. (2022). Algunas malezas que afectan cultivos en Venezuela. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 80-132. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_agro/article/view/25604
- Pérez, J. L. y Chipana, G. (2022). Censo vegetativo de los campos nativos de pastoreo en la comunidad de Irpuma Irpa Grande, municipio de Viacha. *Revista Estudiantil En Producción, Transformación y Comercialización Agropecuaria*, 1(1), 21-27. <https://cipycos.umsa.bo/index.php/1/article/view/5>
- Ponnarasi, T., Sitadevi, K. y Prabakar, C. (2020). Commercial production of *Aloe vera*: Resource use efficiency Analysis. *Plant Archives*, 20(1), 32-34. [https://plantarchives.org/20-1/32-34%20\(5655\).pdf](https://plantarchives.org/20-1/32-34%20(5655).pdf)

- Quintero-Pertúz, I., Carbonó-Delahoz, E. y Jarma-Orozco, A. (2020). Weeds associated with banana crops in Magdalena department, Colombia. *Planta Daninha*, 38(e020217466), 1-9. <https://doi.org/10.1590/S0100-835820203801000>
- Quisbert, M. (2020). *Desarrollo de protocolos para el proceso de certificación en producción orgánica de café de CELCCAR R.L. 2019 (Prov. Caranavi-Dpto. de La Paz)* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26209?show=full>
- Rodríguez, Z. V. (2023). Análisis de los mecanismos legales para la protección de los Ecosistemas Forestales y Biodiversidad en el estado plurinacional de Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1529-1552. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6294
- Sánchez-Ken, J. G. (2019). Riqueza de especies, clasificación y listado de las gramíneas (*Poaceae*) de México. *Acta Botánica Mexicana*, e1379(126). <https://doi.org/10.21829/ABM126.2019.1379>
- Sanginés, L., Dávila, P., Solano, L. y Pérez-Gil, R. (2014). Arvenses de cafetal: identificación, evaluación química y comportamiento etológico de ovinos en pastoreo. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(3), 249-60. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?>
- Tiñini, F. (2020). *Evaluación del comportamiento de Eloria noyesi en los bordes del cultivo de coca (Erythroxylum coca) en la comunidad de San Agustín-Nor Yungas de La Paz* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/24897>
- Torrejón, R. (2018). *Gobierno Autónomo Municipal de Coroico* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/17179>
- Vargas-Batis, B., Segura-Reyes, O., Hechavarría-Bandera, C., Gutiérrez-Vázquez, M., Pacheco-Jiménez, Z. y Pupo-Blanco, Y. (2023). Riesgos y beneficios asociados a tres especies arvenses del género *Cleome*. *Revista Transdisciplinaria de Estudios Sociales y Tecnológicos*, 3(2), 74-82. <https://revista.excedinter.com/index.php/>
- Villca, W. (2017). *Cartografía De La Zonificación Agroecológica a Través De Evaluación Multicriterio", Aplicado Al Municipio De Coroico, La Paz* (tesis de maestría). <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/16121?show=full>
- Wilches, W., Pérez, U., Vergara, A., Vargas, R. y Rodríguez, S. (2021). Arvenses en la etapa inicial de desarrollo del cultivo de tabaco tipo Virginia (*Nicotiana tabacum*) en Campoalegre, Huila-Colombia. *Revista Centro Agrícola*, 48(4), 20-28. <http://cagricola.uclv.edu.cu/>
- Zamorano, C., López, H. y Alzate, G. (2008). Evaluación de la competencia de arvenses en el cultivo de arveja (*Pisum sativum*) en Fusagasugá, Cundinamarca (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 26(3), 443-450. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?>