

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE AGROPECUARIA



**“ARVENSES Y BENEFICIOS AGROECOLÓGICOS EN PASTURAS DE SAN LUIS DE
AGUALONGO, OTAVALO.”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR/A:

Jhadyra Anahí Chagna Aguirre

DIRECTOR/A:

Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

Ibarra, 2024

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE AGROPECUARIA

**“ARVENSES Y BENEFICIOS AGROECOLÓGICOS EN PASTURAS DE
SAN LUIS DE AGUALONGO, OTAVALO”**

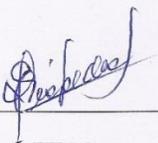
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERO/A AGROPECUARIO/A

APROBADO:

Lic. Ima Sánchez, MSc.

DIRECTOR



FIRMA

Ing. Doris Chalampunte, PhD

MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100477268-5	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chagna Aguirre Jhadyra Anahí	
DIRECCIÓN:	Antonio Ante, barrio La Merced de San Roque, Pasaje San Martín y San Cristóbal.	
EMAIL:	jachagnaa@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:	S/N	TELÉFONO MÓVIL: 0992086225

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Arvenses y beneficios agroecológicos en pasturas de San Luis de Agualongo, Otavalo
AUTOR (ES):	Chagna Aguirre Jhadyra Anahí
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	04/01/2024
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Lic. Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de enero de 2024

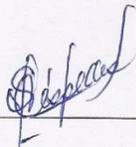
EL AUTOR:

Jhadyra Anahí Chagna Aguirre

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jhadyra Anahí Chagna Aguirre, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 04 días del mes de enero de 2024



Lic. Ima Sánchez, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 04 días del mes de enero del 2024

Nombres y Apellidos: Jhadyra Anahí Chagna Aguirre

“Arvenses y beneficios agroecológicos en pasturas de San Luis de Agualongo, Otavalo.”/Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 04 días del mes de enero del 2024. 89 páginas.

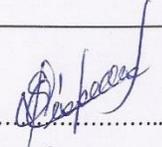
DIRECTOR (A): Lic. Ima Sánchez, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue:

Identificar plantas arvenses y sus beneficios agroecológicos en pasturas de San Luis de Agualongo, Otavalo.

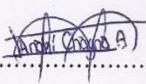
Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Determinar la diversidad de arvenses presentes en el lugar de investigación.
- Estimar la riqueza, abundancia y composición de flora arvense asociada a las pasturas del área de estudio para la determinación del índice de biodiversidad de las especies.
- Analizar los beneficios agroecológicos de las plantas arvenses dentro del agroecosistema en estudio.



Ima Sumac Sánchez de Céspedes, MSc.

Directora de Trabajo de Grado



Jhadyra Anahí Chagna Aguirre

Autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a mi Dios, por darme la sabiduría y fuerza necesaria para cumplir todos mis anhelos, a mis padres y hermano por brindarme su apoyo incondicional, amor, consejos y ayuda. A mis abuelitos quienes me guiaron por el camino del bien, enseñándome valores y principios. Mi carácter y coraje se los debo a ellos.

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte y a la Carrera de Agropecuaria, en especial a mi directora Lic. Ima Sánchez, MSc. y a mi asesora Ing. Doris Chalampunte, PhD. por impartirme sus conocimientos durante esta investigación, así como también a la doctora Ing. Julia Prado, PhD. por todo su apoyo durante todo mi trabajo de titulación.

Finalmente agradezco a todas las personas que formaron parte de mi trayectoria universitaria, a mis amigos por brindarme su cariño y consejos en momentos difíciles.

¡Infinitas gracias!

Jhadyra Anahí Chagna

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico con todo mi corazón a mi hijo, Stephan Vinueza, por todo el cariño y amor brindado. Por ser mi motor durante las etapas difíciles de mi vida y mi inspiración para salir adelante.

Dedico este trabajo a todas las personas que de buena voluntad supieron brindarme sus consejos y apoyo para nunca rendirme, en especial a mi compañero de vida Paúl, quien me guió hacia esta aventura la cual ha sido la mejor de mi vida.

Anahí Chagna

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	12
ÍNDICE DE ANEXOS.....	12
RESUMEN	13
CAPÍTULO I	15
INTRODUCCIÓN	15
1.1 ANTECEDENTES.....	15
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 Objetivo general.....	18
1.4.2 Objetivos específicos.....	18
1.5 HIPÓTESIS O PREGUNTAS DIRECTRICES.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Pasturas en el Ecuador.....	19
2.1.1. Superficie de pastos cultivados y no cultivados en el país	19
2.1.2. Uso de los pastos en Ecuador.....	21
2.1.3. Pasturas en la Provincia de Imbabura.....	22
2.1.4. Sistemas silvopastoriles	22
2.2. Arvenses	23
2.2.1. Grupos de arveses presentes en pasturas	24
2.2.2. Ciclo y hábito vegetativo de las arvenses	25
2.2.3. Efectos de las arvenses dentro de los cultivos	26
2.2.4. Aspectos positivos de las arvenses	27
2.2.5. Importancia agroecológica de las arvenses dentro de los sistemas silvopastoriles.....	28
2.3. Servicios ecosistémicos	28

2.4. Índice de biodiversidad.....	29
2.4.1. Índice de Shannon- Wiener.....	30
CAPÍTULO III.....	31
MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
3.1.1. Ubicación política.....	32
3.1.2. Ubicación geográfica.....	32
3.1.3. Características climáticas.....	32
3.2 MATERIALES	32
3.3 MÉTODOS	33
3.3.1 Características del experimento	33
3.3.2 Análisis estadístico	35
3.3.3 Indicadores a evaluarse.....	36
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	37
3.4.1 Establecimiento del ensayo.....	37
3.4.2 Muestreo con cuadrantes	38
3.4.3 Identificación de arvenses.....	38
CAPÍTULO IV	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1 Riqueza de especies.....	40
4.2 Índice de Valor de Importancia (IVI).....	41
4.3 Dinámica de arvenses por familia y por meses	44
Familia Asteraceae	44
Familia Fabaceae	45
Familia Poaceae	46
4.4 Forma biológica	46
4.5 Estado fenológico.....	48
4.6 Análisis de diversidad.....	49
4.7 Análisis de diversidad Shannon-Wiener.....	54
4.8 Beneficios agroecológicos por familia	55

CAPÍTULO V.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1 Conclusiones	63
5.2 Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS.....	64
ANEXOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Superficie con labor agropecuaria 2021 (%).....	20
Figura 2 Porcentaje de cobertura de pastos en la superficie plantada en Ecuador en 2021	21
Figura 3 Aptitud de las superficies ganaderas para producir pastos a nivel nacional	22
Figura 4 Mapa de ubicación geográfica del área de estudio	31
Figura 5 Ubicación de las unidades muestrales en pasturas de San Luis de Agualongo.....	34
Figura 6 Cuadrante para el muestreo de arvenses en pasturas de San Luis de Agualongo	38
Figura 7 Número de especies por familia encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo	40
Figura 8 Número de individuos de la familia Asteraceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses	44
Figura 9 Número de individuos de la familia Fabaceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses	45
Figura 10 Número de individuos de la familia Poaceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses	46
Figura 11 Formas biológicas por familia de las especies encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo (%).....	47
Figura 12 Porcentaje de formas biológicas encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo.....	48
Figura 13 Análisis de componentes principales (estado fenológico) por familia encontrada en pasturas de San Luis de Agualongo	49
Figura 14 Agrupamiento de la diversidad de arvenses presentes en pasturas de San Luis de Agualongo.	50
Figura 15 Especies de arvenses del grupo 1 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo	51
Figura 16 Especies de arvenses del grupo 2 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo	52
Figura 17 Especies de arvenses del grupo 3 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo	53

Figura 18 Alturas promedio por grupos de arvenses conglomeradas	54
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Servicio según región, por uso agropecuario en Ecuador (hectáreas)	20
Tabla 2 Materiales, equipos y herramientas utilizados para la identificación de arvenses en pasturas de San Luis de Agualongo	32
Tabla 3 Índice de Valor de Importancia de las especies de arvenses encontradas en un sistema de pastura en San Luis de Agualongo (%)	42
Tabla 4 Análisis estadístico de datos cualitativos: forma biológica	47
Tabla 5 Beneficios agroecológicos de las familias de arvenses identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Formato para registro de arvenses	80
Anexo B Número de individuos de arvenses por familia identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses.....	81

ARVENSES Y BENEFICIOS AGROECOLÓGICOS EN PASTURAS DE SAN LUIS DE AGUALONGO, OTAVALO

Chagna Aguirre Jhadyra Anahí

Universidad Técnica del Norte

jachagnaa@utn.edu.ec

RESUMEN

Las arvenses cumplen diversas funciones agroecológicas como indicadoras ambientales o conservadoras de recursos naturales. Sin embargo, el uso de herbicidas implementados en los sistemas productivos, impide el desarrollo de las mismas, provocando pérdida de biodiversidad. Con esta incertidumbre surge la necesidad de identificar arvenses en pasturas, con el fin de evaluar la diversidad existente e investigar los usos agroecológicos de las plantas que puedan ser útiles dentro de los agroecosistemas. La investigación se efectuó en San Luis de Agualongo, en un área de 2.5 hectáreas. Se realizaron mensualmente 65 muestreos aleatorios, con cuadrantes de 4 m², durante seis meses, considerando la altura y estados fenológicos (vegetativo y floración). Las arvenses identificadas fueron clasificadas por familias y formas biológicas basadas en el sistema Raunkiær. Los resultados indican que existe una riqueza de 55 especies arvenses, siendo las familias Asteraceae y Poaceae las de mayor diversidad. También, se evaluó el Índice de Valor de Importancia (IVI) el cual fue mayor para *Trifolium repens* L. (28.611%) y *Digitaria* sp. (10.972%), lo que indica la capacidad de adaptación y regeneración que tienen estas plantas dentro del hábitat. Además, el índice de diversidad de Shannon-Wiener determinó que el pastizal es considerado de diversidad media ($H' = 2.29$). Se dedujo que las arvenses tienen capacidad de adaptación y permanencia en el medio y son capaces de contribuir a mejorar la calidad ambiental de los ecosistemas y preservar la biodiversidad, por lo que es importante conocer sus usos para incluirlas dentro de los sistemas agrícolas.

Palabras clave: diversidad, planta arvense, Índice de Valor de Importancia, índice de Shannon-Wiener.

WEEDS AND AGROECOLOGICAL BENEFITS IN PASTURES OF SAN LUIS DE AGUALONGO, OTAVALO

Chagna Aguirre Jhadyra Anahí

Técnica del Norte University

jachagnaa@utn.edu.ec

ABSTRACT

Weeds fulfill various agroecological functions such as environmental indicators, preservers of natural resources or increases of genetic material. However, the use of herbicides implemented in current production systems prevents their development, causing loss of biodiversity. With this uncertainty arises the need to identify weeds in pastures, in order to assess the existing diversity and investigate the agroecological uses of plants that may be useful within agricultural systems. The research was carried out in San Luis de Agualongo, in an area of approximately 2.5 ha, using random quadrats of 4 m², evaluating 65 sampling sites. Data were collected monthly during the months of October-March, considering abundance, frequency, dominance, average heights, and phenological stage (vegetative and flowering) in each quadrant. In addition, the weeds were identified and classified by families and biological forms. The results indicate that there is a richness of 55 species, the Asteraceae and Poaceae families being the most predominant. The Importance Value Index (IVI) was higher for *Trifolium repens* L. and *Digitaria* sp., indicating the adaptation capacity of these species to the environment. In addition, the diversity index (based on Shannon-Wiener) of the grassland is considered medium ($H'=2.29$). Weeds have the capacity to adapt and remain in the environment and can conserve biodiversity, so it is important to know their uses to include them within agricultural systems.

Keywords: diversity, weed plant, Importance Value Index, Shannon-Wiener index.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

La agrobiodiversidad es la fuente más importante para la alimentación y la agricultura, ya que abarca todos los componentes de la diversidad biológica que incluyen toda forma de vida como animales, plantas, microorganismos, hongos e inclusive la diversidad genética. Estos componentes son necesarios para mantener las funciones, estructuras y procesos de los ecosistemas agrarios (Bravo, 2014).

Cada uno de estos componentes cumplen un rol fundamental que ayuda a mantener el equilibrio entre las especies. Las arvenses son uno de los componentes que ha existido desde el comienzo de la agricultura (Blanco-Valdés, 2016). De acuerdo con Aguirre-Mendoza et al. (2019), las arvenses no tienen una definición validada y han sido consideradas por muchos años como una molestia para el crecimiento de los cultivos de valor.

Con el tiempo, el grupo de plantas arvenses ha dejado de ser un problema y pasaron a ser un recurso que se debe preservar. Esto debido al rol importante que tienen dentro del entorno ecológico y porque conservan los mecanismos homeostáticos de los agroecosistemas (Del Toro et al., 2018). En efecto, las arvenses pueden contribuir a la conservación del suelo, aumentar la biodiversidad, crear estabilidad, actuar como reservorio genético, ayudar al equilibrio edáfico y de la entomofauna, entre otras utilidades. Es así que, este grupo de plantas está relacionada con la diversidad de cada ecosistema que gira en torno a las interacciones entre otras especies vegetales que pueden o no ser de interés agronómico (Blanco-Valdes, 2016).

En el caso de pastizales, Canizalez et al. (2010) mencionan que, en fincas ganaderas con buen manejo de pasturas, hay una mayor diversidad de arvenses y un menor grado de enmalezamiento. Esto ofrece una dieta más diversificada, con un menor porcentaje de hierbas indeseables para los animales. Asimismo, Quevedo (2015) demostró que la alimentación de mezclas forrajeras con arvenses influye de forma positiva en la conversión alimenticia del animal.

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La necesidad de abastecer a la creciente sociedad de agua, alimentos, materias primas de construcción, combustibles y más, ha conducido a convertir el 25% del planeta en terrenos para cultivos. Esta necesidad ha incitado a transformar los terrenos en todo tipo de sistemas de cultivo que provocan la extinción anual de aproximadamente 100 especies (Balvanera y Cotler, 2009).

Según Montaña (2021), cada año se deforesta en promedio 94 353 hectáreas de bosque en Ecuador. Más del 80% de la superficie deforestada es destinada para sistemas de pastizales y el resto para otro uso agrícola (División de Producción y Sanidad Animal, 2011). Estos datos exponen que la pérdida de diversidad genética de las especies se debe en gran parte a la agricultura. Por consiguiente, las malas prácticas agrícolas han sido consideradas como la causante de la desaparición y fragmentación de los hábitats en los últimos años (Tellería, 2013).

Arquinzones (2022) menciona que, la revolución verde condujo a la pérdida de biodiversidad por el uso de productos químicos, los cuales provocaron desequilibrios ecológicos y erosión genética de las plantas. Según Blanco-Valdes (2016), el mercado mundial de productos químicos agrícolas moviliza más de 16 mil millones de dólares al año, siendo los herbicidas los productos que más se comercializan con un 60% de esta cifra.

A los impactos de la revolución verde hay que añadir la implementación de extensos campos de monocultivos. En estos campos se presenta una baja biodiversidad de flora y fauna, se afecta la variabilidad genética de las especies, se aumenta la resistencia a plagas y se destruye la estructura del suelo (Nicholls et al., 2015).

Por otro lado, las arvenses en pasturas, al ser denominadas malezas, han sido erradicadas a lo largo de la historia sin conocer su influencia o utilización. Una pastura repleta de malezas implica mayores gastos y menos ingresos para el productor. Sin embargo, cada parte de suelo desnudo podría traer consigo su pérdida irreversible (Bolaños, 2020). A esto hay que sumar la pérdida de los servicios ambientales y las pocas investigaciones de la flora arvenses a escala de finca (Canizalez, 2010). Tal es el caso del estudio de Lyons y Schwartz (2001), cuya investigación a

pequeña escala, da a conocer cómo distintos procesos eco-fisiológicos intervienen en una comunidad de pasturas para disminuir la abundancia de malezas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realizó en base a la erosión de la diversidad genética de la flora arvense presente en los pastizales. En pasturas, estas plantas juegan un papel importante dentro de los sistemas agrícolas ya que mejoran los servicios ecosistémicos. La influencia de esta vegetación en la organización y funcionamiento de los agroecosistemas y su arquitectura radical, pueden mejorar las condiciones del suelo como la aireación, estructura, cantidad nutrientes, humedad, entre otras (Sarandón y Flores, 2014).

También, las arvenses pueden ser de utilidad como plantas biocidas, medicinales, fuente de cultivos nuevos y algunas para la alimentación de animales y humanos. Es por ello que se ve la necesidad de incorporar las apropiadas disciplinas científicas y sistemas de manejo de arvenses que tengan menos impacto en el ambiente (Blanco-Valdes, 2016).

Asimismo, las arvenses tienen un fuerte impacto en la interacción con la entomofauna. Los insectos benéficos tienen la oportunidad de encontrar dentro de las arvenses un lugar de refugio para dormancia y reproducción y un sitio dónde encontrar presas para su alimentación (Díaz- Díaz y Blanco-Valdés, 2022).

Es así como por sus características únicas y aprovechables, las arvenses son importantes desde el punto de vista agroecológico y de diversidad biológica. Puesto que son un recurso que propicia al mejoramiento de las prácticas agrícolas enfocadas de forma ecológica a la conservación de la biodiversidad y del medio (Solano y Guzmán, 2020).

De las 30 familias botánicas que contienen las peores arvenses, cinco de ellas (Poáceas, Solanáceas, Convolvuláceas, Euforbiáceas y Fabáceas), conforman el 75% del alimento mundial (Blanco-Valdes, 2016). Es por esto que es fundamental la correcta identificación de arvenses presentes en el pastizal. De esta manera la información encontrada puede servir para establecer un programa útil de control de malezas desde un punto de vista de conservación y preservación de los ecosistemas.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Identificar plantas arvenses y sus beneficios agroecológicos en pasturas de San Luis de Agualongo, Otavalo.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la diversidad de arvenses presentes en el lugar de investigación.
- Estimar la riqueza, abundancia y composición de flora arvense asociada a las pasturas del área de estudio para la determinación del índice de biodiversidad de las especies.
- Analizar los beneficios agroecológicos de las plantas arvenses dentro del agroecosistema en estudio.

1.5 PREGUNTAS DIRECTRICES

- ¿Cuánta diversidad de arvenses se encuentra presente en el lugar de investigación?
- ¿Cuánta riqueza, abundancia y composición de flora arvense asociada a las pasturas existe en el área de estudio para la determinación del índice de biodiversidad de las especies?
- ¿Cuáles son los beneficios agroecológicos de las plantas arvenses dentro del agroecosistema en estudio?.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Pasturas en el Ecuador

Se estima que el 26% de la superficie terrestre a nivel mundial y el 70% de la superficie agrícola del mundo está cubierta por praderas que contribuyen a la subsistencia y desarrollo de más de 800 millones de personas. Estos espacios conforman una fuente importante para la alimentación de cualquier tipo de ganado, un hábitat de especies silvestres, un lugar de protección del medio ambiente y un sitio para la conservación in situ de recursos fitogenéticos que pueden ayudar a ampliar la diversidad de un agroecosistema (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2018).

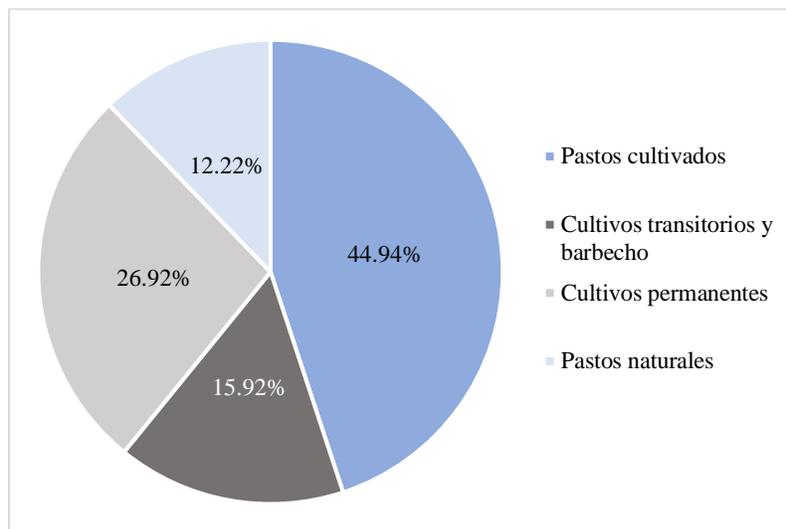
El rápido aumento de la población, junto con los efectos del cambio climático, ha aumentado la presión sobre los pastizales del mundo, en particular en ambientes áridos y semiáridos (León et al., 2018). Como menciona Sierra (2013), en Ecuador, las áreas de pastizales y cultivos fueron extendiéndose mientras las zonas destinadas para uso forestal fueron en decremento de forma considerable. Esto representó que cerca de 19 000 km² de bosques nativos fueran deforestados durante este periodo, implementándose en el 99% de estas áreas, actividades destinadas para el uso agrícola o pecuario.

2.1.1. Superficie de pastos cultivados y no cultivados en el país

En Ecuador, la superficie destinada al sector agropecuario está representada por cultivos permanentes, transitorios, pastos cultivados y pasturas naturales. El área que figuran estos cultivos fue de 5.29 millones de hectáreas en el año 2021, mientras que 7.03 millones de hectáreas constaban como el total de la superficie que no es utilizada para uso agrícola o pecuario. En la Figura 1 se detallan los porcentajes de la superficie de cada cultivo dedicado a labores agropecuarias según informa el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2022).

Figura 1

Superficie con labor agropecuaria 2021 (%)



Fuente: INEC (2022).

Con respecto a los pastos cultivados en 2021, estos ocuparon una superficie nacional de 2.38 millones de hectáreas, con un incremento del 14.93% con relación al año 2020. De esta superficie, el 31.49% se encuentra en la región Sierra, el 51.51% en región Costa y el 17% en la región Amazónica (Orbe y Cuichán, 2022).

Por otro lado, la superficie de pastos naturales concentra un total de 646 139 hectáreas en 2021, con una disminución del 25.85% con respecto al año anterior. De esta superficie, el 71.66% corresponde a la región Sierra, el 21.28% a la región Costa y el 7.06% a la región Amazónica (Orbe y Cuichán, 2022). En la Tabla 1 se detalla la superficie de pastos cultivados y naturales durante el año 2021 en cada región del país.

Tabla 1

Servicio según región, por uso agropecuario en Ecuador (hectáreas)

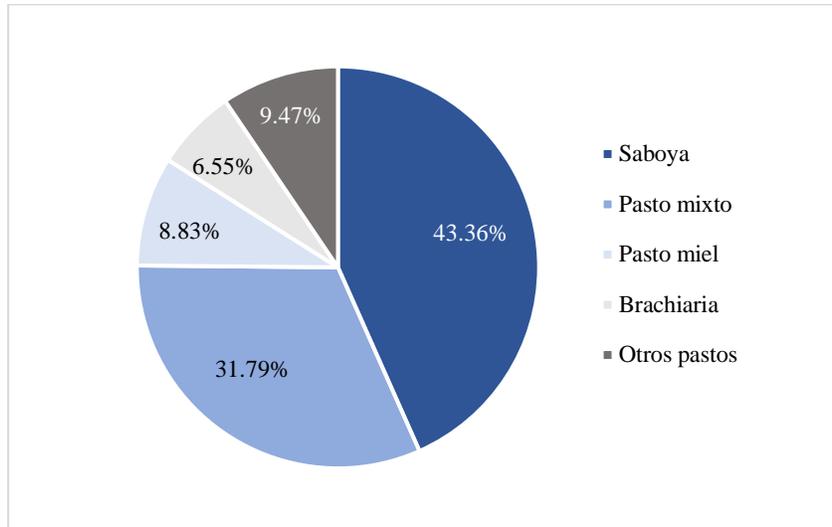
Regiones	Pastos Cultivados (ha)	Pastos Naturales (ha)
Sierra	748 448.00	463 019.00
Costa	1 124 124.00	137 521.00
Amazonía	403 979.00	45 599.00
Total	2 376 551.00	646 139.00

Fuente: Orbe y Cuichán (2022).

Orbe y Cuichán (2022) mencionan que dentro de los pastos cultivados se tiene a la Saboya (*Panicum maximum* Jacq.) que representa un 43.36% de la producción total, seguida de pasto mixto, otros pastos, pasto miel (*Paspalum dilatatum* Poir.) y brachiaria (*Brachiaria* sp.) (Figura 2).

Figura 2

Porcentaje de cobertura de pastos en la superficie plantada en Ecuador en 2021



Fuente: Orbe y Cuichán (2022).

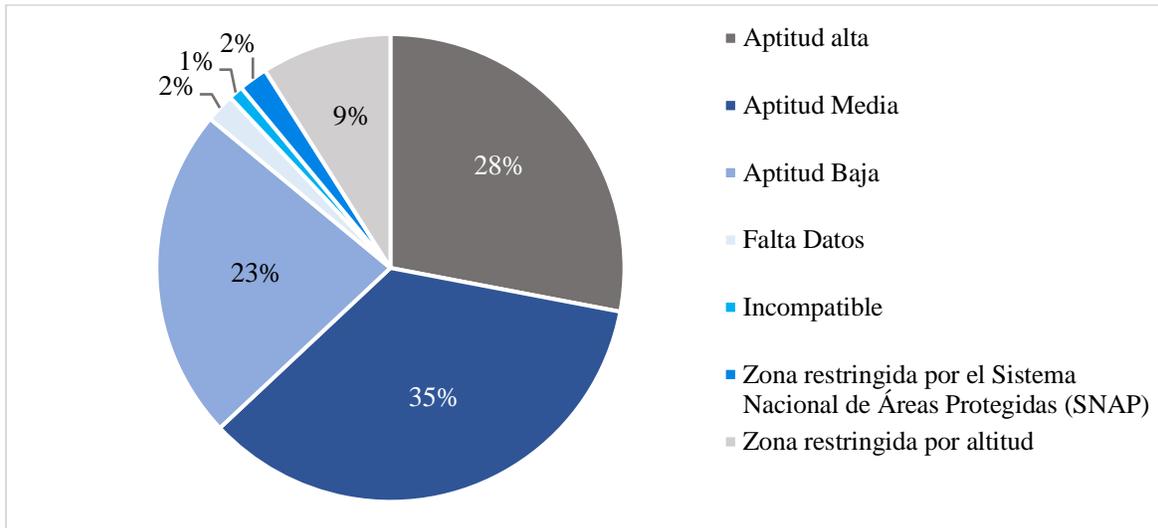
2.1.2. Uso de los pastos en Ecuador

El sector pecuario es una base imprescindible para el desarrollo social y económico del país. Por tanto, contribuye con el PIB (Producto Interno Bruto), satisface a la población las demandas de alimentos esenciales como carne y leche y es una fuente de trabajo importante debido a la cantidad de mano de obra e ingreso que genera (León et al., 2018).

Como se puede observar en la Figura 3, en el país, más de 4.2 millones de hectáreas están relacionadas a la actividad ganadera. De esta superficie, 1.2 millones de hectáreas son aptas para producir pastos, 1.3 millones de hectáreas tienen una aptitud media de producción, 976 mil de hectáreas tienen aptitud baja, 543 mil están ubicadas dentro de zonas restringidas y 135 mil hectáreas son incompatibles con la producción de pastos o no tienen categoría (Rivera y Ávila, 2019).

Figura 3

Aptitud de las superficies ganaderas para producir pastos a nivel nacional



Fuente: Rivera y Ávila (2019).

2.1.3. Pasturas en la Provincia de Imbabura

El 47% de las áreas dedicadas a la ganadería en la región Sierra están ocupadas por pastos. Dentro de la provincia de Imbabura cerca de 13 000 ha tienen una aptitud alta para el uso de pastos, mientras que 24 000 ha poseen una aptitud media. Estos datos corresponden a un 3% y 5% de la superficie de la provincia, respectivamente. Estos sistemas de pasturas se encuentran distribuidos en la parte central y occidental de la provincia (Rivera y Ávila, 2019).

Por el contrario, el 47% de los suelos presentan una aptitud baja para el uso de pastos, esto es aproximadamente 40 mil hectáreas (8% del total de la superficie de la provincia), distribuidos en la parte norte y centro. Esta limitación se debe a las pendientes donde se asientan las actividades ganaderas y de cultivo de pastos, además de la profundidad de los suelos y el drenaje de estos (Rivera y Ávila, 2019).

2.1.4. Sistemas silvopastoriles

La combinación de árboles y arbustos con los pastos y animales ha dado lugar a distintos tipos de sistemas silvopastoriles como: bancos de proteína, pasturas en callejones, árboles no forrajeros dispersos en potreros, cercas vivas y cortinas rompevientos. Su aplicación dependerá de la

localización, topografía, disponibilidad de recursos económicos para cubrir gastos de las actividades agrícolas a implementar, entre otros (Valarezo, 2012). A continuación, se detalla cada sistema silvopastoril antes mencionado:

- **Bancos de proteína:** especies leñosas perennes o las especies forrajeras herbáceas se cultivan en bloques compactos y de alta densidad con biomasa de buena calidad nutritiva. El porcentaje de proteína cruda del follaje debe ser mayor al 15 % y debe tener más del 70 % de energía digerible para considerarse un banco energético proteico (Pezo e Ibrahim, 1999).
- **Pasturas en callejones:** implementación de hileras con especies leñosas perennes con crecimiento rápido preferentemente, con pastos en los callejones cuyo sistema de manejo puede ser de pastoreo/ramoneo o bajo corte (Valarezo, 2012).
- **Cercas vivas:** líneas de especies leñosas (una o más especies) que actúan como una especie de protección para restringir el paso de personas y animales a una propiedad. Se asocia por lo general a cultivos agrícolas, pasturas y viviendas (Simbaña y Tayupanta, 2014). Este tipo de sistema silvopastoril se utiliza principalmente para delimitar linderos o potreros; además contribuye al control de la erosión del suelo (Murgueitio et al., 2009).
- **Árboles y arbustos dispersos en potreros:** este tipo de sistema silvopastoril puede darse de forma natural. La combinación de leñosas perennes con pasturas y animales pueden formar parte de una cultura productiva, orientarse hacia beneficios económicos, sociales o ecológicos, o simplemente con el propósito de dar sombra y alimento a los animales (Simbaña y Tayupanta, 2014).

2.2. Generalidades de las arvenses

Las arvenses o vulgarmente conocidas como “malas hierbas o malezas”, son consideradas un componente integral dentro de un ecosistema agrícola. Durante muchos años atrás fueron excluidas al tratarlas a como plantas indeseables, pero en la actualidad han ido ganando territorio importante dentro de los sistemas agrícolas (Blanco-Valdes, 2016).

Esto se debe principalmente, al impacto en la composición y forma de interacción de la entomofauna en los cultivos. De la misma forma, las arvenses otorgan beneficios al ecosistema ya que pueden actuar como medio de protección de plagas y enfermedades para los cultivos o usarse para conservación de suelos, mejoramiento genético y/o como medio de alimentación o medicina (Blanco-Valdes, 2016).

2.2.1. Grupos de arvenses presentes en pasturas

Según Aguilar y Nieuwenhuys (2009), las arvenses pueden ser clasificadas en las siguientes categorías:

Arvenses de hoja ancha. - dentro de este grupo se puede clasificar a las arvenses de hoja ancha anuales y perennes:

- **Arvenses anuales.** - son plantas herbáceas que nacen de semillas pequeñas y pueden ser dispersadas mediante el viento, por escorrentía o por animales. Este tipo de plantas por lo general prefieren suelos bien drenados, sitios abiertos y muchas de ellas requieren un manejo corto ya que pueden completar su ciclo vital en un lapso de 60 días después de iniciar los periodos lluviosos.
- **Arvenses perennes.** – plantas generalmente leñosas con baja producción de semillas grandes en comparación al anterior grupo. Estas plantas pueden llegar a ser arbustivas cuando crecen de forma libre, tienen propagación vegetativa y las semillas pueden caer de la planta madre hacia el suelo o pueden dispersarse mediante animales silvestres o por el mismo ganado.

Arvenses gramíneas no consumidas.- estas plantas producen semillas livianas con alto grado de germinación y pueden ser distribuidas mediante el viento, escorrentías o animales. Además, ciertas especies pueden propagarse agresivamente y los periodos de producción de sus semillas varían en dependencia del período y de la especie.

Arvenses ciperáceas.- el tipo de propagación de este tipo de plantas varía según la especie pues muchas de ellas producen sus semillas casi todo el año y otras se dispersan mediante la formación de bulbos en las raíces o a través de rizomas. La forma de sus tallos es triangular con hojas angostas y lisas cubiertas por lo general con cera que dificulta la penetración de los herbicidas. Muchas

especies de esta categoría se inclinan hacia condiciones húmedas o con mal drenaje para su crecimiento y sirven como alimento para el ganado.

Helechos.- este tipo de plantas se propagan mediante esporas o rizomas, pues no producen semillas. Muchas de las especies de helechos prefieren lugares soleados y con un buen drenaje para su desarrollo en suelos ácidos o alcalinos. Estas plantas tienden a crecer nuevamente después de ser cortadas y no son consumidas por el ganado.

2.2.2. Ciclo y hábito vegetativo de las arvenses

Las arvenses tienen una similitud en requerimientos vitales con el cultivo en un campo cultivado por años. De acuerdo con su ciclo vital, las arvenses pueden ser de tipo anual, bianual y perenne. Por otro lado, por su consistencia, se pueden clasificar en herbáceas, semileñosas y leñosas, mientras que por hábitat de crecimiento pueden ser postradas, trepadoras, erectas, epífitas, parasitarias y acuáticas. En base a Aguirre-Mendoza et al. (2019), se describe la clasificación de arvenses por hábito de crecimiento:

- **Anuales:** arvenses que cumplen su ciclo de vida en tan solo año, fructifican y producen semillas una solo vez, por intensidad de laboreo se adaptan a los cultivos anuales.
- **Bianuales:** plantas que necesitan más de un año para completar su ciclo, pues en el primer año desarrollan su parte vegetativa y acumulan reservas en las raíces para que el siguiente año produzcan tallo floral con semillas y finalmente mueran. La fructificación y producción de semillas en este tipo de plantas es igual que en las arvenses anuales.
- **Perennes:** este tipo de arvenses viven más de dos años, fructifican varias veces durante el ciclo de vida, por intensidad de laboreo se adaptan a los cultivos perennes.
- **Epífitas:** crecen adheridas sobre otras plantas que sirven como soporte sin ocasionar daños, diferenciándose de una planta parasitaria. Estas plantas son capaces de sobrellevar situaciones extremas como la sequía o la adquisición de

nutrientes sin tomarlo del hospedero, para esto se ayuda de mecanismos, interacciones mutualísticas o de características morfoanatómicas (Granados-Sánchez et al., 2003).

- **Parasitarias:** plantas que, a diferencia de las arvenses epífitas, obtienen beneficios de su hospedero como agua o nutrientes.
- **Arvenses acuáticas:** este tipo de malezas suelen ser muy competitivas en cuanto al consumo de cantidades elevadas de agua, es por eso que resultan ser un problema en cultivos como el arroz.

2.2.3. Efectos de las arvenses dentro de los cultivos

Los efectos que tienen las arvenses sobre los cultivos de interés se deben principalmente a la competencia que surge entre ellos por obtener agua, nutrientes, luz, espacio y CO₂. En base a Aguirre-Mendoza et al. (2019), los efectos señalados anteriormente se describen a continuación.

- **Competencia por agua.-** En lugares deficientes de agua, las arvenses suelen ser más eficientes en su uso, permitiéndole desarrollarse mejor. Esta competencia tiende a aumentar en lugares con mayor cobertura vegetal lo que puede ocasionar pérdidas por evaporación o absorción hídrica.
- **Competencia por nutrientes.-** Las arvenses compiten con los cultivos por los nutrientes esenciales como lo son nitrógeno, fósforo y potasio. La fertilización apoya a que las plantas, tanto arvenses como cultivos, tengan un mejor crecimiento en su parte subterránea y aérea, permitiendo que las raíces de estas se extiendan verticalmente por el suelo.
- **Competencia por luz.-** las arvenses pueden impedir el paso de luz hacia cultivos como el maíz o el fréjol durante fases tempranas debido a su rápido crecimiento. Este impedimento puede ocasionar una baja absorción de la energía necesaria para la fotosíntesis y bajo rendimiento.

- **Competencia por espacio.-** esta competencia hace referencia tanto a nivel aéreo como subterráneo. Existen arvenses que germinan y crecen más rápido que el cultivo principal produciendo poca profundización y extensión radicular y plantas pequeñas.
- **Competencia por CO₂.-** La falta de CO₂ puede repercutir de forma negativa en el crecimiento de los cultivos. Pues, la producción vegetativa y reproductiva son influenciadas por la asimilación del carbono durante la fotosíntesis. A su vez, el dióxido de carbono se encuentra relacionado con la luz, temperatura, O₂ y la fotorespiración.

2.2.4. Aspectos positivos de las arvenses

Blanco-Valdes (2016) y Gómez (2016) mencionan que, para obtener una valoración adecuada de las arvenses, se deben considerar no solo los aspectos negativos, sino examinar de forma integral los beneficios que pueden tener, dentro de los cuales se pueden resaltar:

- Brindan alimento y refugio a la fauna silvestre como insectos benéficos.
- Por su arquitectura, pueden servir como ornamento para embellecer el paisaje.
- Contribuyen a la conservación del suelo, reduciendo la erosión, añadiendo materia orgánica, como plantas de cobertura.
- Sirven como indicadores de parámetros como humedad, acidez, fertilidad del suelo, presencia de metales pesados, entre otros.
- Extraen nutrientes que se encuentran en el subsuelo.
- Algunas producen alelopatía con exudaciones y/o excreciones radicales que afectan negativamente a fitoparásitos. Otras pueden ser hospederas primarias de estos organismos, sirviéndoles como una alternativa de segundo orden.
- Pueden ser melíferas y/o poliníferas.
- Algunas funcionan como estimuladoras del crecimiento.
- Arvenses de la familia de las gramíneas y leguminosas sirven como fuente de alimento para los humano y animales.
- Algunas se utilizan como plantas medicinales.
- Incrementan la cantidad de material genético.

- Ayudan a la estabilidad del agroecosistema.
- Algunas son fijadoras de nitrógeno.
- Utilizadas como materia prima para elaborar fertilizantes orgánicos.

2.2.5. Importancia agroecológica de las arvenses dentro de los sistemas silvopastoriles

El enfoque de la agroecología considera como unidades fundamentales de estudio a todos los ecosistemas agrícolas y sus componentes como los procesos biológicos, los ciclos minerales, las transformaciones de energía y las relaciones socioeconómicas (Blanco-Valdes, 2016).

El apogeo de la denominada revolución verde fue la causa principal del deterioro de los agroecosistemas. Esto debido al uso de productos químicos, semillas modificadas y la implementación de sistemas de producción enfocadas al monocultivo. En consecuencia, provocan desequilibrios ecológicos, la erosión genética de las plantas, erosión del suelo, deterioro a largo plazo de la diversidad, resistencia a plagas (Blanco-Valdes, 2016).

Desde el punto de vista de la Ecología, las arvenses pueden encontrarse como pioneras de la sucesión secundaria ecológica. Esto se debe a que, en el agroecosistema, su impacto negativo es la competencia con las plantas cultivadas por recursos limitados y las alelopatías; las alteraciones en la recolección y adaptación de granos y la disminución de la calidad del forraje (Patro, 2010).

2.3. Servicios ecosistémicos

Se denomina servicios ecosistémicos a los beneficios directos e indirectos que proporcionan los ecosistemas a la población humana, cuyo enfoque puede ser divulgado dependiendo de tres propósitos. En primer lugar, se basa en identificar una amplia gama de beneficios para destacar los servicios desapercibidos (Avendaño-Leadem et al., 2020). Es por ello que según Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005), se han clasificado en cuatro componentes relacionados con el tipo de beneficio que proporcionan:

1. **Servicio de aprovisionamiento.**- servicios que preservan la producción de recursos que son consumidos por los humanos como alimentos, agua , fibras, recursos genéticos y otros bienes.

2. **Servicios de regulación.**- procesos ecológicos que regulan a los ecosistemas y ayudan a mitigar impactos ambientales como por ejemplo la regulación climática o de enfermedades, polinización, purificación de agua.
3. **Servicios culturales.**- proporcionan beneficios que son intangibles y de importancia para el bienestar psicológico y físico de la sociedad. Por ejemplo, los valores espirituales, inspirativos, estéticos, recreativos y turísticos; la herencia cultural y la identidad de sitio.
4. **Servicios de soporte.**- importantes para obtener otros servicios ecosistémicos. Dentro de estos se encuentra la formación de suelos y el reciclaje de nutrientes. Hay clasificaciones recientes que no considera este servicio porque conforman procesos ecológicos básicos que no dan productos finales como los demás (Haines-Young y Potschin, 2018).

En segundo lugar, el enfoque de estos beneficios ayuda a crear conciencia de la dependencia que los seres humanos tienen a los ecosistemas y que la alteración de ella junto con la pérdida de biodiversidad es negativa para la sociedad. Por último, en tercer lugar, asegura la compensación, monetaria o no, mediante procesos políticos (Avendaño-Leadem et al., 2020).

2.4. Índice de biodiversidad

La biodiversidad o también denominada diversidad biológica comprende toda forma de vida que existe en el planeta ya sean animales, plantas, hongos o microorganismos, los genes que contienen y el ecosistema donde crecen (Estrella et al., 2005). Existen tres tipos de diversidad: estándar, de diferenciación y de inventario (Gurevitch et al., 2009).

Dentro de la diversidad de inventarios, Barbour et al. (1998) mencionan que el índice de diversidad recopila la variedad de especies presentes en una población específica, en términos de especies encontradas y el equilibrio que existe en el número de individuos de cada una de las especies presentes. Moreno (2001) diferencia los métodos para medir la biodiversidad a nivel de especie clasificándolos en dos grupos:

1. Métodos basados en la cuantificación de la cantidad de especies.- también se denomina como método de riqueza específica, pues es el más sencillo para medir la biodiversidad ya que solo toma en cuenta el número de especies encontradas.

2. Métodos basados en la estructura de cada especie.- consideran la distribución del valor de importancia y toman en cuenta parámetros poblaciones como abundancia relativa, cobertura, biomasa, etc. Se pueden clasificar según los índices de dominancia o equidad de la comunidad. Carmona (2013) indica que los índices más conocidos para medir la diversidad están basados en la equidad y aunque existen muchos índices de diversidad, hay que tomar en cuenta que el uso de cualquiera aporta una visión parcial sobre la distribución de las especies.

2.4.1. Índice de Shannon- Wiener

El índice de Shannon Wiener es el más utilizado que manifiesta la heterogeneidad dentro de la comunidad basándose en el número de especies y su abundancia relativa, mide el grado de incertidumbre y se asocia a la selección de una especie de un individuo en la comunidad (Pla, 2006). En concreto, si en una comunidad es muy homogénea, habrá una especie predominante de las otras, cuyo grado de incertidumbre será más bajo en comparación a si las demás especies fueran igualmente abundantes (Moreno, 2001).

El índice de Shannon Wiener se expresa de la siguiente forma como indica la Ecuación (1):

$$H' = -\sum pi * \ln(pi) \quad (1)$$

H' es utilizado para áreas que han pasado por grandes cambios de manejo ya que comienzan a aparecer especies distintas debido a que el ambiente es distinto; en caso de que el índice sea alto representaría mayor sustentabilidad (Concenço et al., 2013).

CAPÍTULO III

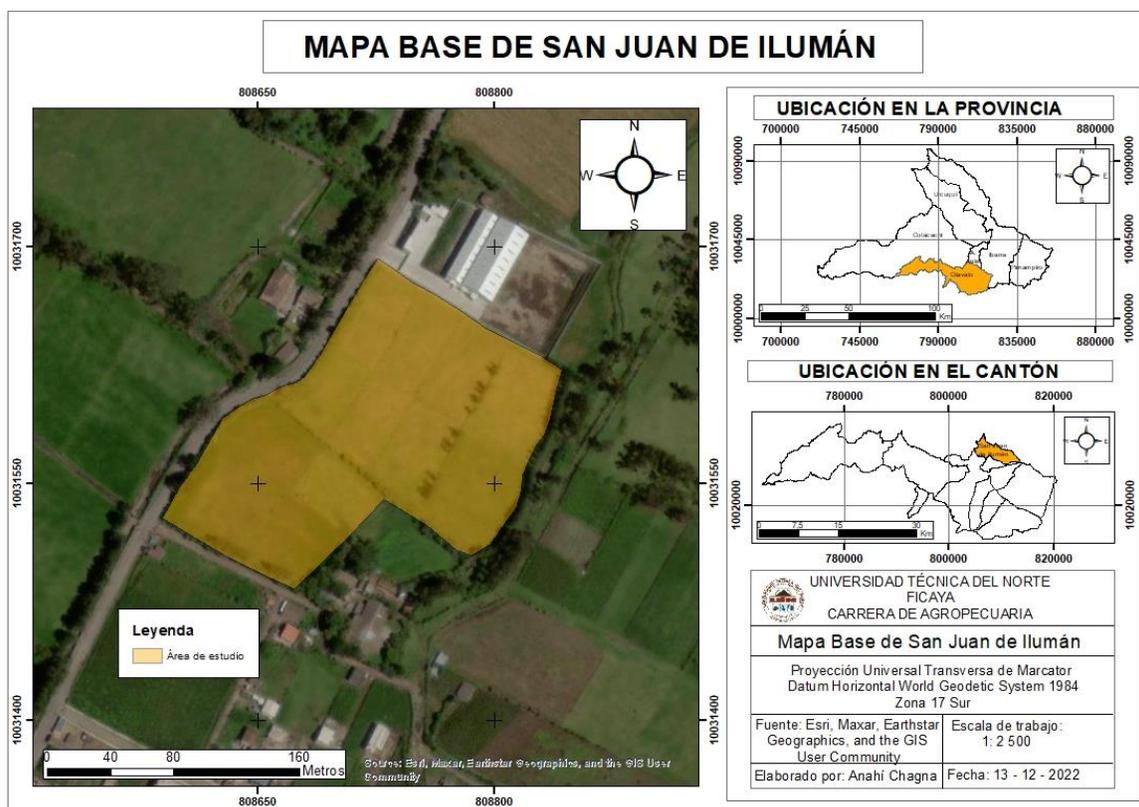
MARCO METODOLÓGICO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

San Juan de Ilumán es una de las 12 parroquias del Cantón Otavalo, perteneciente a la provincia de Imbabura, ubicada al norte del cantón y bajo las faldas del volcán Taita Imbabura. El área de investigación es un terreno de 2.5 ha destinadas al pastoreo de ganado con un sistema rotacional y un manejo orgánico de pasturas como kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst.), rye grass perenne (*Lolium perenne* L.) y alfalfa (*Medicago sativa* L.). A continuación, se muestra la ubicación del ensayo (Figura 4):

Figura 4

Mapa de ubicación geográfica del área de estudio



3.1.1. Ubicación política

Provincia: Imbabura

Cantón: Otavalo

Parroquia Rural: San Juan de Ilumán

Comunidad: San Luis de Agualongo

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente el área de investigación tiene las siguientes coordenadas:

Latitud: 0° 17' 07.7136" Norte

Longitud: 78° 13' 34.0334" Oeste

Altitud: 2663 m s. n. m.

3.1.3. Características climáticas

Humedad relativa: 76%

Temperatura: 14°C en promedio

Precipitación: 900 a 1200 mm

3.2 MATERIALES

La siguiente tabla (Tabla 2) muestra los distintos materiales, equipos y herramientas de campo que permitieron que la investigación sea ordenada:

Tabla 2

Materiales, equipos y herramientas utilizados para la identificación de arvenses en pasturas de San Luis de Agualongo

Materiales	Equipos	Herramientas
Libreta de campo	GPS de mano	Piola
Etiquetas	Cámara fotográfica	Estacas
		Cuadrante de 4 m ²

3.3 MÉTODOS

La identificación de arvenses se realizó mediante un muestreo aleatorio estratificado, empleando el método de cuadrantes de 4 m². El área del cuadrante se determinó de acuerdo a las formas de vida presentes en el área de investigación y a la abundancia de las especies. Pues, como mencionan Mostacedo y Fredericksen (2000), para realizar un muestreo de especies herbáceas o plántulas arbóreas se necesitaría un cuadrante de 1 m²; pero si se refiere a arbustos, el tamaño debe ser de 4 m².

Los datos se recolectaron durante seis meses de forma mensual. Durante la recolección se tomó en cuenta el estado fenológico de las arvenses (vegetativo y de floración) y su altura promedio en centímetros. Finalmente, se investigó de forma bibliográfica los usos agroecológicos de las familias de arvenses encontradas en el área de investigación.

3.3.1 Características del experimento

Población y muestra

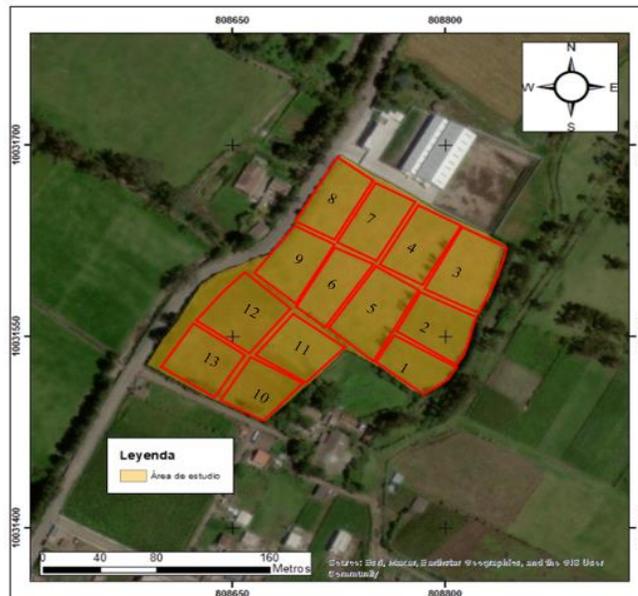
La investigación se realizó en un área de 2.5 ha destinadas al pastoreo de ganado. El terreno contó con un sistema rotacional y manejo orgánico de pasturas de *Pennisetum clandestinum* Hochst. (kikuyo), *Lolium perenne* L. (rye grass) y *Medicago sativa* L. (alfalfa). El estudio se realizó en un agroecosistema dinámico, donde el manejo de los lotes evaluados implicó periodos de consumo de los pastos y tiempos de descanso. Además, el área de estudio estaba dividido en 13 lotes de los cuáles se tomaron cinco muestras de cada uno con ayuda de un cuadrante de 4 m². Del total de lotes, tres de ellos se encontraban en etapa de renovación de pasturas.

Unidad muestral

De acuerdo con la metodología propuesta por Méndez et al. (2011), la toma de muestras de las plantas arvenses se debe realizar en forma de zig-zag dentro del área de cultivo. Sin embargo, debido a que el terreno se encuentra lotizado, se realizaron cinco muestreos por lote de forma aleatoria estratificada, obteniendo un total de 65 muestras. Las áreas de las 13 unidades muestrales se indican en la Figura 5 y estas fueron:

Figura 5

Ubicación de las unidades muestrales en pasturas de San Luis de Agualongo



- Unidad muestral 1: 785.5 m²
- Unidad muestral 2: 2638 m² de los cuales 1110.3 m² destinados al cultivo de alfalfa.
- Unidad muestral 3: 2644 m²
- Unidad muestral 4: 1900.5 m²
- Unidad muestral 5: 2092.5 m²
- Unidad muestral 6: 1555 m²
- Unidad muestral 7: 1777 m²
- Unidad muestral 8: 1471.5 m²
- Unidad muestral 9: 1341.7 m²
- Unidad muestral 10: 1917.9 m²
- Unidad muestral 11: 1921.5 m²

- Unidad muestral 12: 2459.3 m²
- Unidad muestral 13: 2455.2 m

3.3.2 Análisis estadístico

Para la investigación se utilizó el análisis estadístico para índices de diversidad de Shannon-Wiener (H'). Este análisis toma en cuenta la riqueza y abundancia dentro del área de investigación, relaciona el número de especies con la proporción de individuos y mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies (Moreno, 2001).

El índice de Shannon-Wiener se expresa en la Ecuación (2) (Shannon y Weaver, 1949):

$$H' = -\sum pi * \ln(pi) \quad (2)$$

Donde:

H = Diversidad de especies.

pi = Proporción del número de individuos de la especie i con respecto al número total de especies.

La Ecuación (3), expresa el cálculo de pi:

$$pi = \frac{\text{Cantidad de individuos de la especie}}{\text{Total de individuos de todas las especies}} \quad (3)$$

Con los datos obtenidos se ocuparon los programas informáticos Microsoft Excel para evaluar el Índice de Valor de Importancia (IVI) y de Shannon-Wiener e Infostat para el análisis de conglomerados.

El análisis de conglomerados es un método de clasificación que permite agrupar individuos u objetos que tienen características similares, agrupándolos en conjuntos homogéneos denominados conglomerados o clusters (Alaminos et al., 2015). En este caso, se utilizó una distancia de (Gower ($\sqrt{1-S}$)) y las especies fueron agrupadas tomando en cuenta el número de individuos, la altura promedio, el estado fenológico y la forma biológica.

Con respecto a la forma biológica, se utilizó el sistema Raunkiaer que es la forma más utilizada para categorizar a las especies en base a la posición de las yemas y la adaptación de las plantas en

estaciones más frías o secas a las que llama períodos desfavorables (Díaz et al., 2003). En cuanto al estado fenológico, se tomó en cuenta estado vegetativo y de floración.

3.3.3 Indicadores a evaluarse

Con base a la información obtenida en cada submuestreo, se determinaron los siguientes parámetros poblacionales:

- Riqueza: considerada como la cantidad de especies arvenses encontradas en el área de estudio.
- Densidad (De): la densidad o abundancia indica el número de plantas enraizadas presentes en cada cuadrante. Para ello se calculó el número de plantas presentes por especie con la Ecuación (4) (Gámez et al., 2014):

$$De = \frac{\text{Nº de plantas por especie}}{\text{Unidad de área (m2)}} \quad (4)$$

- Densidad *relativa* (Dr): se calcula a partir de las densidades obtenidas por especie (De) y la densidad total de las especies (suma de las densidades de todas las especies arvenses identificadas) con la Ecuación (5) (Gámez et al., 2014):

$$Dr = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad total}} \quad (5)$$

- Frecuencia (F): indica la probabilidad de encontrar una especie en cierta área, es decir, la proporción de los cuadrantes que contienen individuos de una especie determinada (Barbour et al., 1998). Se calcula considerando el número de muestras en la que aparece la especie en relación con el total de muestras determinadas con la Ecuación (6) (Gámez et al., 2014).

$$F = \frac{\text{Nº de muestras en la que aparece la especie} \cdot 100}{\text{Nº total de muestras}} \quad (6)$$

- Frecuencia *relativa* (Fr): se calcula a partir de las frecuencias obtenidas por especie (F) y la frecuencia total, que es la suma de las frecuencias obtenidas de todas las especies arvenses encontradas en el área de estudio, como expresa la Ecuación (7) (Gámez et al., 2014):

$$Fr = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia total}} \quad (7)$$

- Dominancia (Do): este indicador determina la especie de dosel superior que presenta mayor cobertura dentro del área de estudio, en comparación con otras especies (Barbour et al., 1998). Se calcula a partir de la cantidad de individuos por especie en relación con el número total de individuos de todas las especies como indica la Ecuación (8) (Gámez et al., 2014).

$$Do = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos de una especie} * 100}{N^{\circ} \text{ total de individuos de todas las especies}} \quad (8)$$

- Dominancia relativa (dr): se calcula a partir de la dominancia obtenida por especie (Do) y la dominancia total (suma de las dominancias obtenidas de todas las especies arvenses encontradas) como indica la Ecuación (9) (Gámez et al., 2014):

$$dr = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia total}} \quad (9)$$

- IVI (Índice de Valor de Importancia): asigna a cada especie un índice o categoría de importancia el cual depende de las relaciones con las otras especies que se encuentran en su entorno o a sus condiciones fitosociológicas. Para el cálculo del índice de valor se toma en cuenta los parámetros de densidad o abundancia, frecuencia y dominancia como indica la Ecuación (10). Por lo general, las especies más importantes serán aquellas cuyos parámetros mencionados son altos y representativos (Concenço et al., 2013).

$$IVI(\%) = \frac{(\text{densidad}(\%) + \text{frecuencia}(\%) + \text{dominancia}(\%))}{3} \quad (10)$$

3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Establecimiento del ensayo

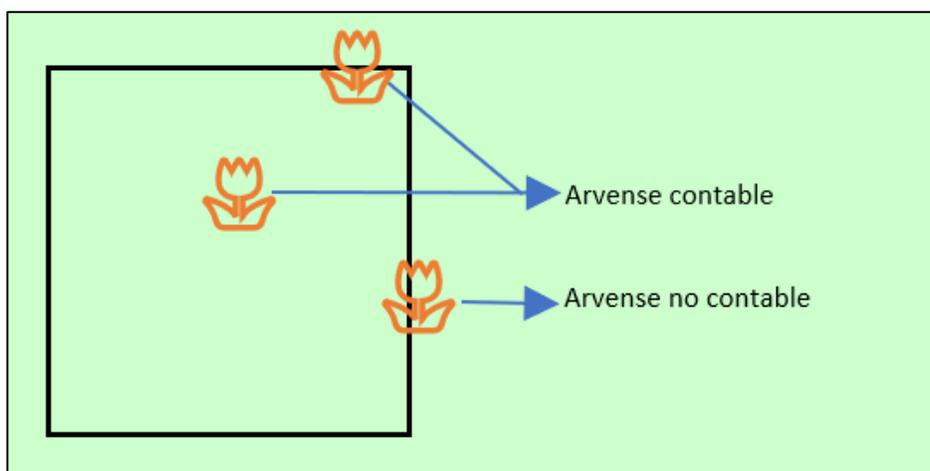
La identificación y delimitación del terreno se realizó con la finalidad de conocer el área total de estudio y las unidades muestrales del lugar. El terreno tiene un total de 13 lotes o unidades muestrales de los que se obtuvieron cinco muestras de cada uno de forma aleatoria durante los seis meses de investigación.

3.4.2 Muestreo con cuadrantes

Los muestreos se realizaron de forma aleatoria con ayuda de un cuadrante de 4 m². El conteo de las arvenses presentes en cada cuadrante se realizó como indica la Figura 6. Así mismo, durante la recolección de datos, se determinó el estado fenológico de las arvenses (vegetativo y floración) y las alturas promedio de cada especie. Los muestreos se efectuaron mensualmente desde el mes de octubre del 2022 hasta marzo del 2023.

Figura 6

Cuadrante para el muestreo de arvenses en pasturas de San Luis de Agualongo



3.4.3 Identificación de arvenses

Las arvenses fueron identificadas durante el muestreo. En caso de aquellas que no pudieron ser identificadas en campo, se recolectó una muestra en fundas etiquetadas para su correcta identificación con posterioridad en el laboratorio de Botánica de la Universidad Técnica del Norte. Para corroborar las especies identificadas se utilizaron bases de datos como The World Flora Online (<http://www.worldfloraonline.org/>), Google Lens (<https://lens.google/intl/es-419/>) y PlantNet (<https://identify.plantnet.org/es>).

Para que la investigación fuera más ordenada, se usó un formato guía para llevar registros de las arvenses encontradas por cada muestra (Anexo A). Adicionalmente, se elaboró un catálogo que ayudó a identificar rápidamente las especies que se iban encontrando conforme avanzaba la toma

de datos. Una vez culminada la toma de datos e identificadas las arvenses encontradas, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre sus beneficios agroecológicos.

CAPÍTULO IV

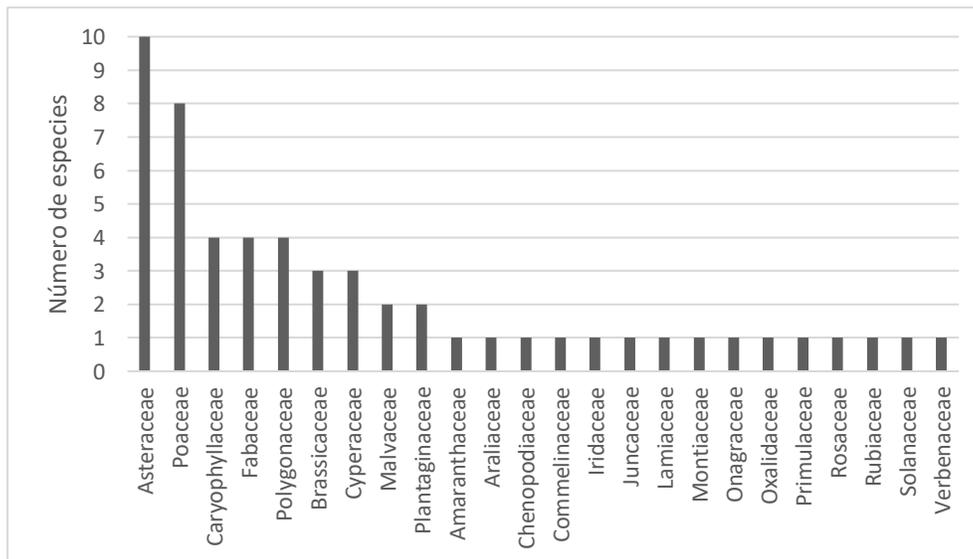
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Riqueza de especies

En la investigación en pasturas realizada en la parroquia de San Luis de Agualongo, se encontraron un total de 55 especies arvenses. Estas plantas estuvieron distribuidas en 24 familias botánicas. De las familias encontradas dentro del sistema silvopastoril, la familia Asteraceae fue la más predominante con un total de diez especies, seguida de la familia Poaceae con ocho especies. Las familias Caryophyllaceae, Fabaceae y Polygonaceae presentaron cuatro especies, seguido de las familias Brassicaceae y Cyperaceae con tres especies; y Malvaceae y Plantaginaceae con dos especies. Las demás familias encontradas estuvieron representadas por una sola especie (Figura 7).

Figura 7

Número de especies por familia encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo



Estos resultados concuerdan con los obtenidos por investigadores en otras zonas andinas de países vecinos como Perú y Colombia, quienes afirman que las familias Asteraceae y Poaceae son las más representativas y con mayor riqueza y abundancia (Cepeda et al., 2020; De la Cruz et al., 2020). De igual forma, Sardi et al. (2018) y Yaranga et al. (2018) concuerdan con los resultados

obtenidos, pues en sus investigaciones en pastizales, la familia Asteraceae y Poaceae fueron las de mayor riqueza y diversidad. Estas similitudes se respaldan ya que la flora de las zonas andinas pudo haber pasado por acontecimientos climáticos y/o históricos similares, es decir, ser del mismo origen y evolución; además de ser parte de lugares con condiciones ecológicas muy semejantes (Yarupaitán y Albán, 2003).

Cabe destacar que la familia Asteraceae es importante en procesos de colonización en áreas abiertas y en el establecimiento de hábitat durante los estados iniciales de sucesión. Esta familia interviene en el mejoramiento de las condiciones para que especies que requieren alta luminosidad se establezcan (Lozano, 2009). Además, según Rivero-Guerra (2020), esta familia concentra su diversidad en las zonas andinas de América del Sur, aumentando desde los 2000 a 3000 m s.n.m. Por otro lado, las especies encontradas pertenecientes a la familia Poaceae tienen características forrajeras que les proporciona una adaptación mayor formando poblaciones muy compactas y difíciles de erradicar (Solano y Guzmán, 2020).

4.2 Índice de Valor de Importancia (IVI)

La Tabla 3 indica que en la investigación se obtuvo un índice de valor de importancia (IVI) que oscila entre 0.036% a 28.611%. De las especies identificadas, *Trifolium repens* L. fue la de mayor IVI (28.611%); esto debido a su alto porcentaje de abundancia y dominancia que indican una mayor capacidad de adaptación. *Digitaria* sp. fue la segunda con mayor valor de IVI (10.972%). Las demás plantas presentaron valores inferiores a 7.5%. Por otro lado, las especies con menor IVI (0.036%) fueron *Baccharis latifolia* Pers, *Solanum nigrum* Acerbi ex Dunal, *Chenopodium murale* L. y *Sida rhombifolia* L.

T. repens L. se estableció de forma natural debido a su alta distribución en el área de estudio, ya que fue encontrada en casi todas las parcelas. Hay que tener en cuenta, como lo menciona Castro (2018), que esta es una especie perenne y colonizadora, resistente y persistente al sobrepastoreo. De igual forma, es utilizada como forraje para el ganado. Esta arvense se la encuentra en todos los pisos altitudinales, con una mayor abundancia a mayores altitudes (Oliva et al., 2019).

Con referencia a *Digitaria* sp., esta tuvo una frecuencia relativa mayor a *T. repens* L., pero su dominancia y abundancia fueron menores. Esta especie de gramínea es considerada como una amenaza porque es una especie de rápido crecimiento y se la puede encontrar fácilmente en zonas disturbadas y en los campos de cultivo de forma abundante (Singh, 2021).

Tabla 3

Índice de Valor de Importancia de las especies de arvenses encontradas en un sistema de pastura en San Luis de Agualongo (%)

Especies	Abundancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	Dominancia relativa (%)	IVI* (%)
<i>Trifolium repens</i> L.	39.556	6.723	39.556	28.611
<i>Digitaria</i> sp.	13.045	6.828	13.045	10.972
<i>Plantago lanceolata</i> L.	7.427	6.828	7.427	7.227
<i>Veronica persica</i> Poir.	7.165	3.992	7.165	6.107
<i>Holcus lanatus</i> L.	5.161	5.777	5.161	5.366
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	4.566	6.513	4.566	5.215
<i>Briza minor</i> L.	1.799	4.307	1.799	2.635
<i>Galinsoga</i> sp.	2.991	1.681	2.991	2.554
<i>Silene gallica</i> L.	2.688	2.206	2.688	2.527
<i>Oxalis corniculata</i> L.	2.023	3.466	2.023	2.504
<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) Miyabe	1.572	3.782	1.572	2.309
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop	2.611	1.576	2.611	2.266
<i>Raphanus</i> sp.	1.433	3.676	1.433	2.181
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber ex F.H.Wigg.	0.232	4.517	0.232	1.660
<i>Polygonum aviculare</i> L.	1.575	1.471	1.575	1.540
<i>Poa annua</i> L.	1.068	2.416	1.068	1.517
<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	1.333	1.681	1.333	1.449
<i>Cotula australis</i> Hook.f.	1.194	1.681	1.194	1.356
<i>Cerastium</i> sp	0.160	3.256	0.160	1.192
<i>Medicago lupulina</i> L.	0.164	3.151	0.164	1.160
<i>Paspalum candidum</i> (Flüggé) Kunth	0.411	1.681	0.411	0.834
<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich	0.237	1.996	0.237	0.823
<i>Juncus articulatus</i> L.	0.070	1.891	0.070	0.677
<i>Avena sativa</i> L.	0.047	1.891	0.047	0.662
<i>Sherardia arvensis</i> L.	0.325	0.945	0.325	0.532
<i>Anagallis arvensis</i> L.	0.055	1.471	0.055	0.527
<i>Fuertesimalva limensis</i> (L.) Fryxel	0.118	1.261	0.118	0.499

<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0.142	1.155	0.142	0.480
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	0.046	1.155	0.046	0.416
<i>Medicago polymorpha</i> L.	0.068	0.945	0.068	0.360
<i>Kyllinga brevifolia</i> Rottb.	0.040	0.945	0.040	0.342
<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng.	0.084	0.840	0.084	0.336
<i>Stellaria</i> sp.	0.059	0.840	0.059	0.320
<i>Cyperus strigosus</i> L.	0.034	0.840	0.034	0.303
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	0.050	0.735	0.050	0.279
<i>Verbena litoralis</i> Kunth	0.022	0.735	0.022	0.260
<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl	0.123	0.525	0.123	0.257
<i>Spergula</i> sp.	0.049	0.525	0.049	0.208
<i>Acmella uliginosa</i> (Sw.) Cass.	0.027	0.525	0.027	0.193
<i>Amaranthus</i> sp.	0.009	0.525	0.009	0.181
<i>Calandrinia menziesii</i> (Hook.) Torr. & A.Gray	0.030	0.420	0.030	0.160
<i>Rubus</i> sp.	0.012	0.420	0.012	0.148
<i>Lolium perenne</i> L.	0.086	0.210	0.086	0.127
<i>Bidens pilosa</i> L.	0.013	0.315	0.013	0.114
<i>Carex</i> sp.	0.009	0.315	0.009	0.111
<i>Gnaphalium</i> sp.	0.025	0.210	0.025	0.087
<i>Lamium</i> sp.	0.024	0.210	0.024	0.086
<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M.Johnst.	0.006	0.210	0.006	0.074
<i>Erigeron</i> sp.	0.006	0.105	0.006	0.039
<i>Dalea coerulea</i> (L.f.) Schinz & Thell.	0.003	0.105	0.003	0.037
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	0.003	0.105	0.003	0.037
<i>Baccharis latifolia</i> Pers	0.001	0.105	0.001	0.036
<i>Solanum nigrum</i> Acerbi ex Dunal	0.001	0.105	0.001	0.036
<i>Chenopodium murale</i> L.	0.001	0.105	0.001	0.036
<i>Sida rhombifolia</i> L.	0.001	0.105	0.001	0.036

*IVI: Índice de Valor de Importancia.

Con respecto a las especies con bajo IVI, según Aguirre-Mendoza et al. (2019), *S. rhombifolia* L. es una especie difícil de erradicar debido a la profundidad de sus raíces, *C. murale* L. es una planta agresiva que puede crecer en espacios perturbados y *B. latifolia* Pers tiene raíces leñosas y profundas que hacen complicada su eliminación. Por otro lado, *S. nigrum* Acerbi ex Dunal es una especie herbácea anual tóxica para el ganado y con una alta producción de semillas mayor a 100 mil en buenas condiciones climáticas (Venegas y Muñoz, 1984; Sans, 2001).

No obstante, el bajo IVI en estas especies pudo deberse a que fueron encontradas una sola vez durante toda la investigación y con un bajo número de individuos. Además, Fernández et al. (2022) afirma que el pastoreo produce ecosistemas con baja cobertura de especies arbustivas y plantas herbáceas erectas frente a plantas de crecimiento postrado. Esto puede ser porque cuando las plantas arbustivas están en su etapa inicial de crecimiento, tienden a ser llamativas para el consumo animal pudiendo favorecer la expansión de poáceas de fácil regeneración (Romero et al., 2016).

4.3 Dinámica de arvenses por familia y por meses

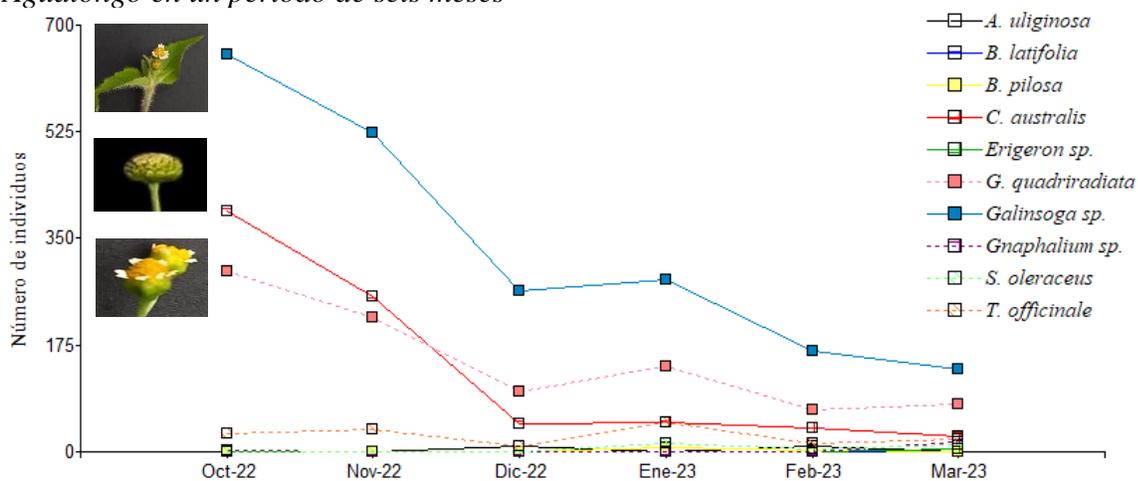
Para una mejor comprensión de los datos se agruparon las especies de arvenses por familia. A continuación, se detallan las familias con mayor diversidad y aquellas conformadas por las especies de importancia en la investigación; sin embargo, las dinámicas de las demás familias se encuentran adjuntas en el Anexo B.

Familia Asteraceae

Las especies pertenecientes a esta familia que se encontraron en el área de estudio fueron *Acmella uliginosa* (Sw.) Cass, *Baccharis latifolia* Pers, *Bidens pilosa* L., *Cotula australis* Hook.f., *Erigeron* sp., *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav., *Galinsoga* sp., *Gnaphalium* sp., *Sonchus oleraceus* L. y *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg. (Figura 8).

Figura 8

Número de individuos de la familia Asteraceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses



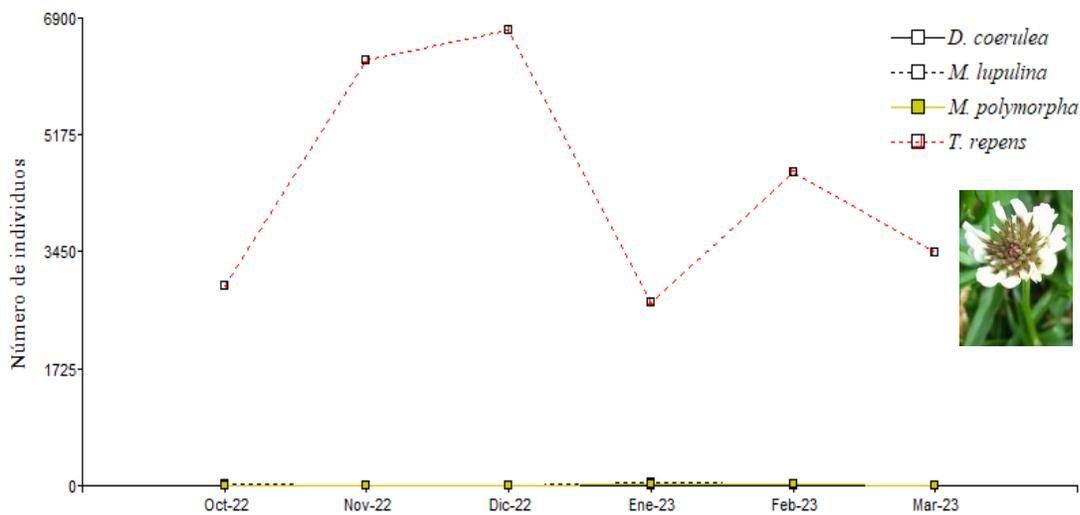
Dentro de la familia, las especies que más destacan por su abundancia fueron *Galinsoga* sp., *Cotula australis* Hook.f. y *Galinsoga quadriradiata* Ruiz & Pav. Estas fueron encontradas solo en los tres lotes renovados y presentan una dinámica similar, siendo los meses de descanso (octubre 2022, noviembre 2022 y enero 2023), donde presentan un mayor número de individuos. Durante los meses de octubre-noviembre 2022 las pasturas se encontraban en crecimiento por lo que no contó con la presencia de ganado. Sin embargo, el declive de abundancia en el segundo mes mencionado pudo deberse al periodo de sequía y a la falta de agua de riego que perduró hasta el mes de diciembre.

Familia Fabaceae

Las especies que fueron encontradas de esta familia fueron: *Dalea coerulea* (L.f.) Schinz & Thell., *Medicago polymorpha* L., *Medicago lupulina* L. y *Trifolium repens* L. Esta última fue la de mayor número de individuos y fue encontrada en toda el área de estudio. Sin embargo, es la especie de mayor importancia que presentó un elevado número de individuos en comparación al resto de especies, siendo los meses de descanso (noviembre 2022, diciembre 2022 y febrero 2023) los más abundantes (Figura 9).

Figura 9

Número de individuos de la familia Fabaceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses

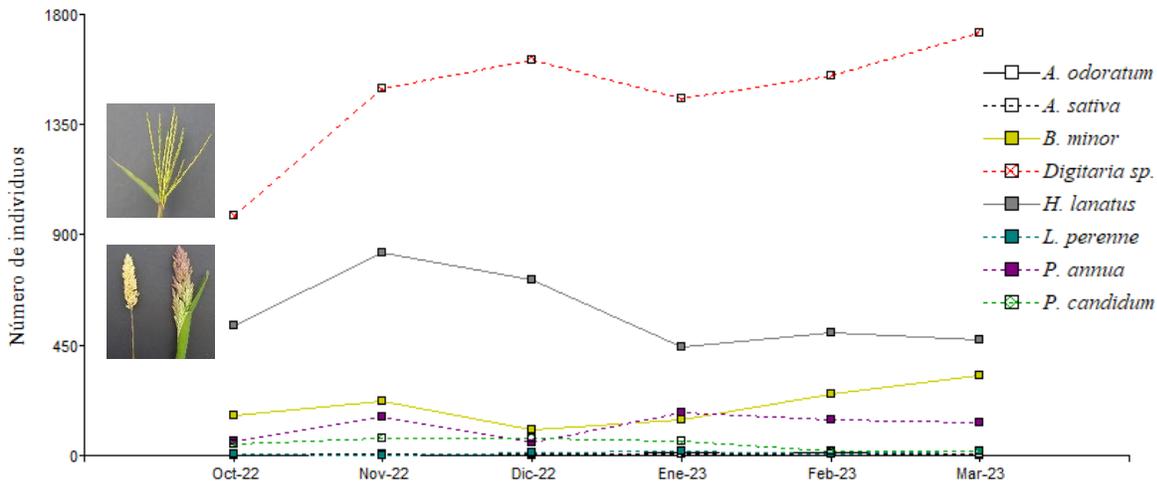


Familia Poaceae

Las especies pertenecientes a la familia Poaceae que se encontraron en la investigación fueron *Anthoxanthum odoratum* L., *Avena sativa* L., *Briza minor* L., *Digitaria* sp., *Holcus lanatus* L., *Lolium perenne* L., *Poa annua* L. y *Paspalum candidum* (Flüggé) Kunth. La especie más abundante dentro de esta familia fue *Digitaria* sp. que en los meses de descanso (noviembre 2022, diciembre 2022 y febrero 2023) tuvo el mayor número de individuos (Figura 10).

Figura 10

Número de individuos de la familia Poaceae identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses



4.4 Forma biológica

Las plantas arvenses encontradas en la investigación se agruparon en seis formas biológicas del sistema Raunkiaer: fanerófito, caméfito, hemicriptófito, criptófito, geófito y terófito. Los análisis de tablas de contingencia de datos cualitativos que se muestran en la Tabla 4, indican que no existe asociación ($g=115$; $\chi^2=0.0980$) entre las familias evaluadas con la forma biológica.

Este resultado puede deberse a que muchas de las familias estaban conformadas por una sola forma biológica. Este es el caso de Amaranthaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Iridaceae, Lamiaceae, Primulaceae, Rubiaceae y Solanaceae que solo tienen especies de forma terófito. Asimismo, las familias Araliaceae, Commelinaceae, Montiaceae, Onagraceae, Oxalidaceae y Verbenaceae están conformadas por especies con forma hemicriptófito.

Lo mismo ocurre con la familia Rosaceae con forma fanerófito y la Juncaceae con forma geófito. Las demás familias encontradas en la investigación están conformadas por especies con diferentes formas biológicas como se indica en la Figura 11.

Tabla 4

Análisis estadístico de datos cualitativos: forma biológica

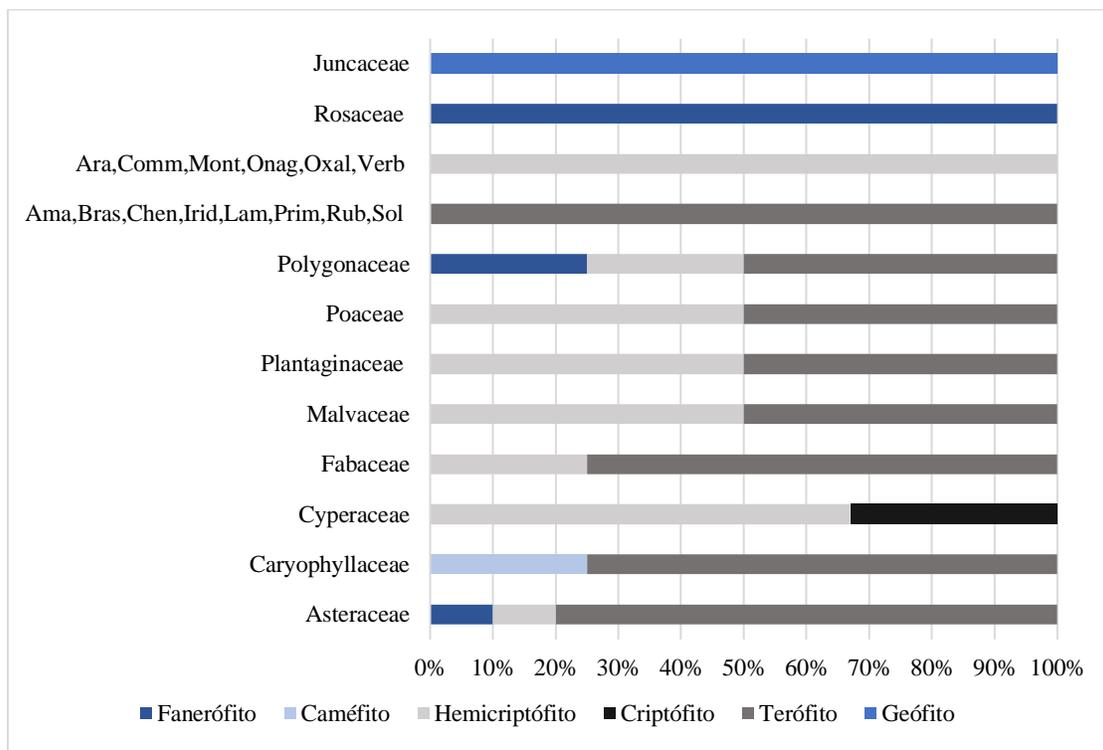
Estadístico	Valor	gl*	p*
Chi Cuadrado Pearson	135.00	115	0.0980
Chi Cuadrado MV-G2	65.53	115	0.9999

*gl= grados de libertad

*p= valor de probabilidad

Figura 11

Formas biológicas por familia de las especies encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo (%)

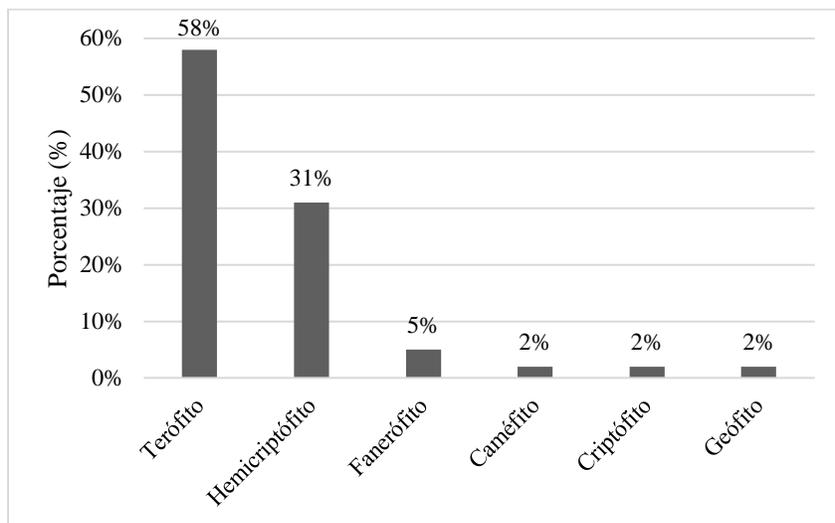


Nota: Ama= Amaranthaceae; Bras= Brassicaceae; Chen= Chenopodiaceae; Iri= Iridaceae; Lam= Lamiaceae; Prim= Primulaceae; Rub= Rubiaceae; Sol= Solanaceae; Ara= Araliaceae; Comm= Comelinaceae; Mont= Montiaceae; Onag= Onagraceae; Oxal= Oxalidaceae; Verb= Verbenaceae.

A nivel general, la forma biológica más abundante fue terófito con un 58% de las especies, seguida de hemicriptófito con un 31% y fanerófito con un 5% (Figura 12). Según Marañón (1991), un pasto está conformado mayoritariamente por plantas anuales. Esto se debe a que los terófitos cumplen el ciclo de vida durante la estación favorable y en la época desfavorable perduran sus semillas (Garófano, 2019).

Figura 12

Porcentaje de formas biológicas encontradas en pasturas de San Luis de Agualongo



4.5 Estado fenológico

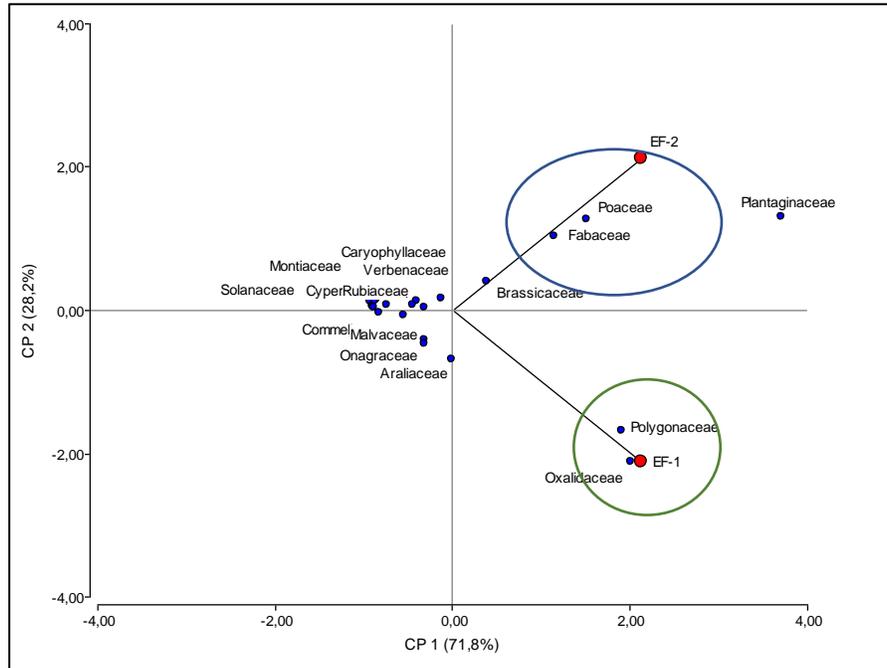
En el análisis de componentes principales (Figura 13) se presenta el estado fenológico vegetativo (EF-1) y de floración (EF-2). Se puede apreciar que las familias Poaceae, Brassicaceae y Fabaceae se encontraron en estado de floración durante la investigación. Por otro lado, las familias Polygonaceae y Oxalidaceae permanecieron en estado vegetativo. Las demás familias fueron esporádicas en los dos estados fenológicos durante la investigación.

Cabe destacar que las familias de las especies de mayor importancia dentro de la investigación, son aquellas que se encontraron en constante floración. Es decir que, estas contribuyen al paisajismo del lugar y al ser consideradas como poliníferas y nectaríferas por sus flores vistosas, se convierten en una fuente de atracción de insectos polinizadores y controladores biológicos (De

la Torre et al., 2008). Mientras que aquellas familias en constante estado vegetativo son una fuente de cobertura para evitar erosión y conservar el suelo (Blanco-Valdes, 2016).

Figura 13

Análisis de componentes principales (estado fenológico) por familia encontrada en pasturas de San Luis de Agualongo



Nota: EF-1= estado fenológico vegetativo; EF-2= estado fenológico de floración.

4.6 Análisis de diversidad

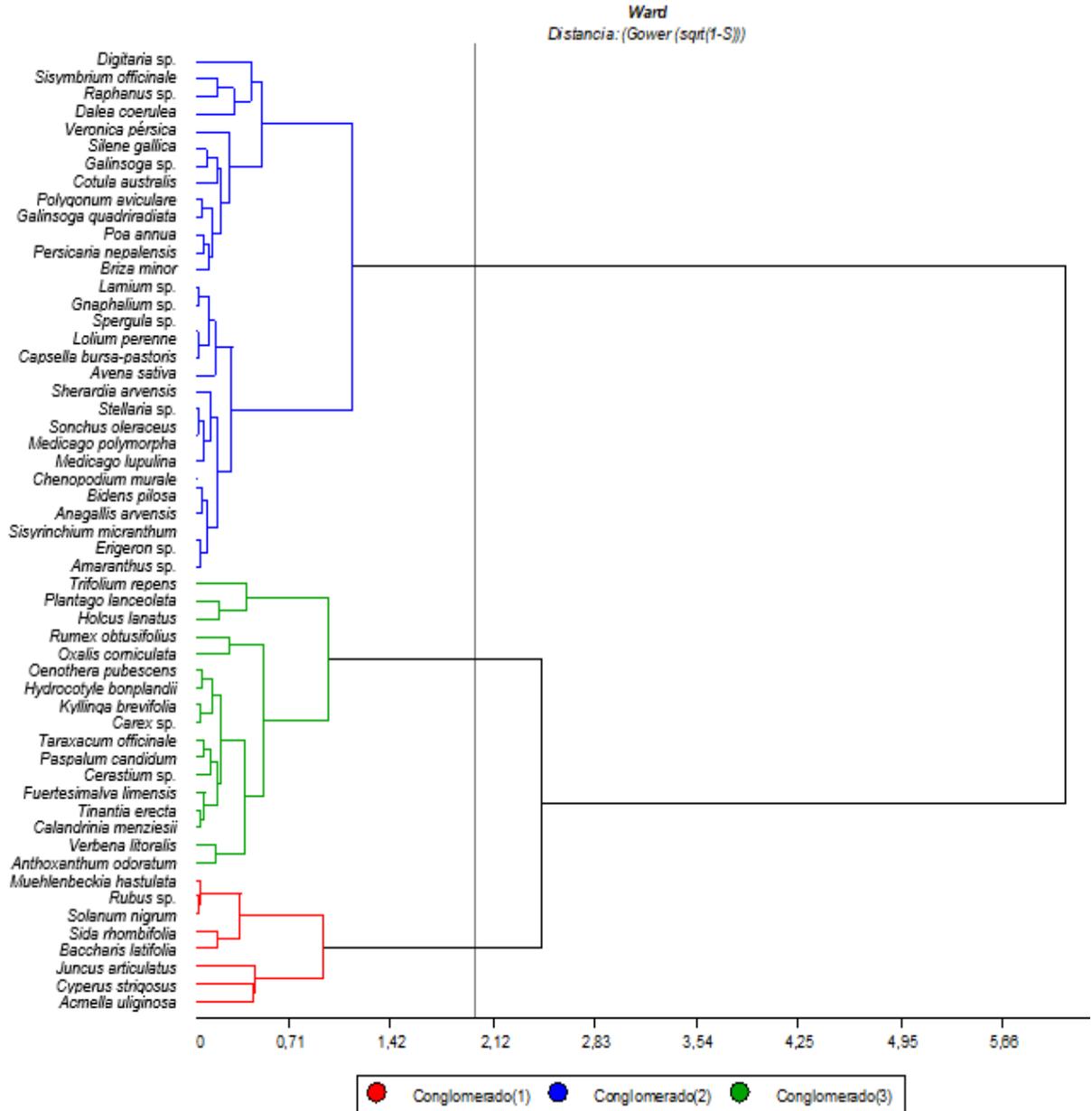
El análisis de conglomerados, presenta un dendrograma con las 55 especies (Figura 14) encontradas durante la investigación, las que se encuentran distribuidas en tres grupos bien definidos que están relacionados por la altura promedio, el número de individuos, la forma biológica y el estado fenológico.

El análisis se realizó con una distancia de (Gower (sqrt(1-S))) y un corte de 2. La correlación cofenética resultante ($r = 0.825$) indica que la clasificación de los conglomerados está próxima a cumplir la propiedad ultramétrica, es decir, es casi exacta. Pues, García (2010), menciona que si este coeficiente de correlación es superior a 0,8, indica que la representación de la matriz de similitud es buena.

Cabe destacar que cada agrupación se hace principalmente de acuerdo a su forma biológica. Este es el caso de los grupos 2 y 3, conformados principalmente por especies de forma biológica terófito y hemicriptófito, respectivamente. En cuanto al grupo 1, las especies agrupadas son de diferentes formas biológicas: fanerófito, geófito, criptófito y caméfito.

Figura 14

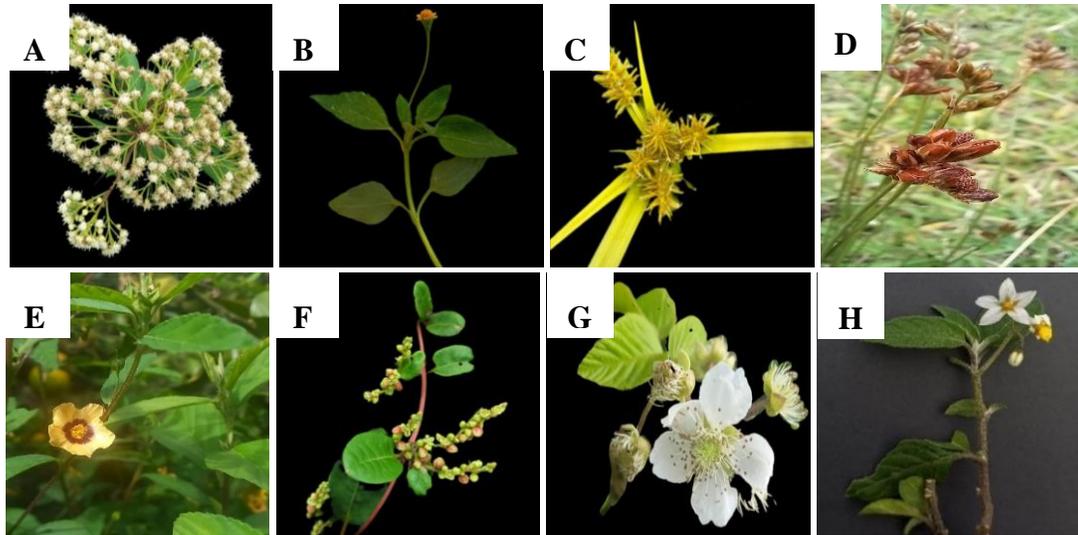
Agrupamiento de la diversidad de arvenses presentes en pasturas de San Luis de Agualongo



El grupo 1 está compuesto por ocho especies distribuidas en siete familias (Figura 15): Asteraceae (*B. latifolia* Pers y *A. uliginosa* (Sw.) Cass), Cyperaceae (*C. strigosus* L.), Juncaceae (*J. articulatus* L.), Malvaceae (*S. rhombifolia* L.), Polygonaceae (*M. hastulata* (Sm.) I.M.Johnst.), Rosaceae (*Rubus* sp.) y Solanaceae (*S. nigrum* Acerbi ex Dunal).

Figura 15

Especies de arvenses del grupo 1 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo

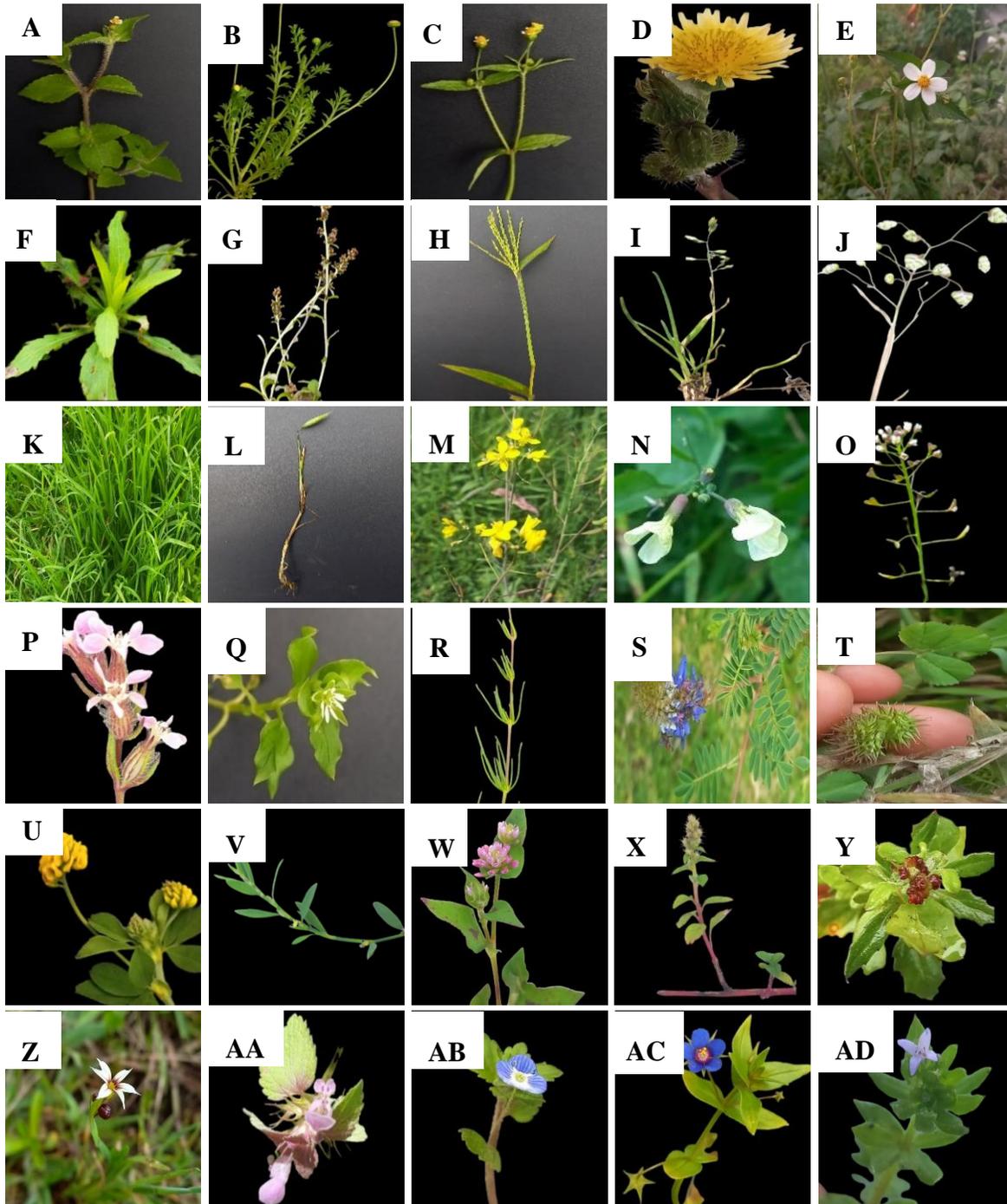


Nota. A. Baccharis latifolia Pers, *B. Acemella uliginosa* (Sw.) Cass, *C. Cyperus strigosus* L., *D. Juncus articulatus* L., *E. Sida rhombifolia* L, *F. Muehlenbeckia hastulata* (Sm.) I.M.Johnst., *G. Rubus* sp., *H. Solanum nigrum* Acerbi ex Dunal.

En el grupo 2, se agrupan un total de 30 especies pertenecientes a 13 familias (Figura 16): Asteraceae (*Galinsoga* sp., *C. australis* Hook.f., *G. quadriradiata* Ruiz & Pav., *S. oleraceus* L., *B. pilosa* L., *Erigeron* sp. y *Gnaphalium* sp.), Poaceae (*Digitaria* sp., *P. annua* L., *B. minor* L., *L. perenne* L. y *A. sativa* L.), Brassicaceae (*S. officinale* (L.) Scop, *Raphanus* sp. y *C. bursa-pastoris* (L.) Medik.), Caryophyllaceae (*S. gallica* L., *Stellaria* sp. y *Spergula* sp.), Fabaceae (*D. coerulea* (L.f.) Schinz & Thell., *M. polymorpha* L. y *M. lupulina* L.), Polygonaceae (*P. aviculare* L. y *P. nepalensis* (Meisn.) Miyabe), Amaranthaceae (*Amaranthus* sp.), Chenopodiaceae (*C. murale* L.), Iridaceae (*S. micranthum* Cav.), Lamiaceae (*Lamium* sp.), Plantaginaceae (*V. persica* Poir.), Primulaceae (*A. arvensis* L.) y Rubiaceae (*Sherardia arvensis* L.); siendo este el grupo más diverso.

Figura 16

Especies de arvenses del grupo 2 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo

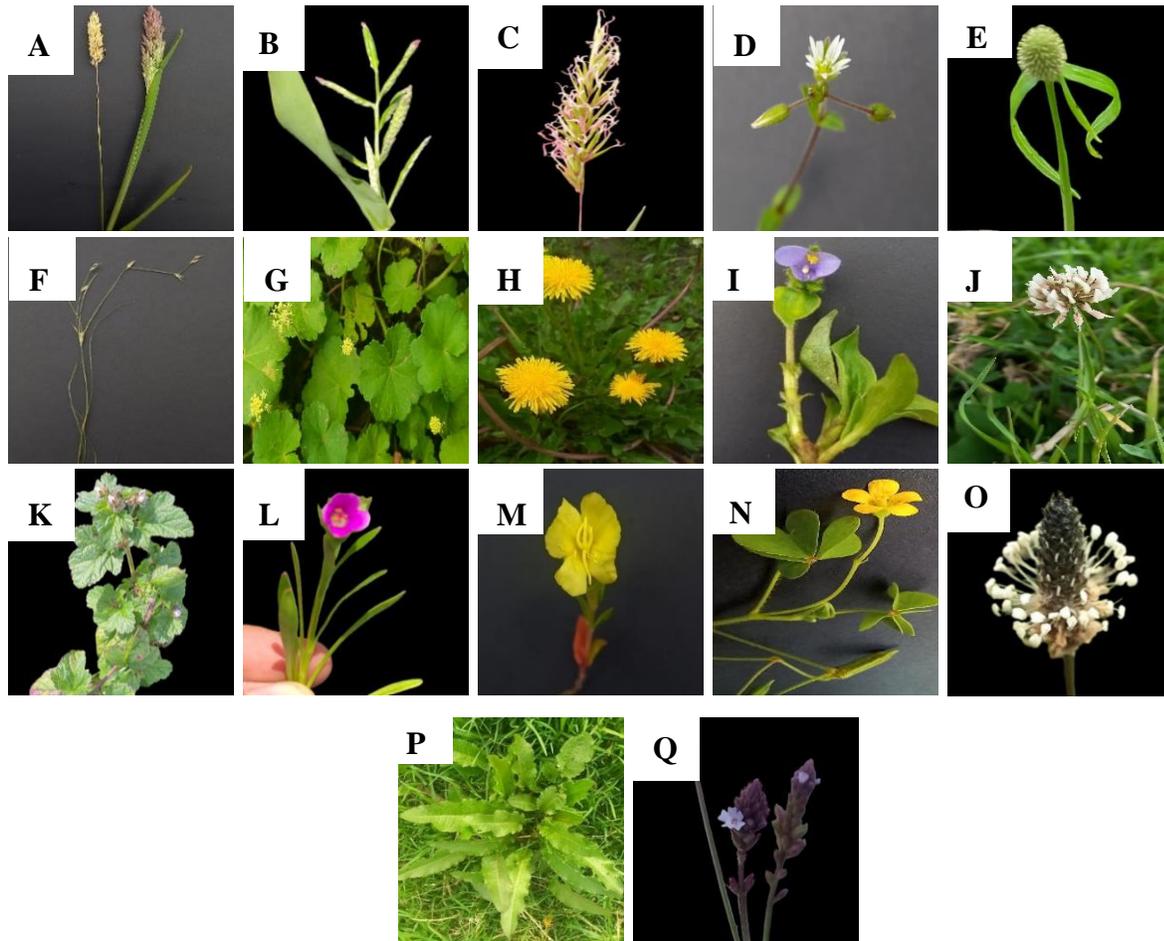


Nota. A. Galinsoga sp., B. Cotula australis Hook.f., C. Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav., D. Sonchus oleraceus L., E. Bidens pilosa L., F. Erigeron sp., G. Gnaphalium sp. H. Digitaria sp., I. Poa annua L., J. Briza minor L., K.

Lolium perenne L., **L.** *Avena sativa* L., **M.** *Sisymbrium officinale* (L.) Scop, **N.** *Raphanus* sp., **O.** *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., **P.** *Silene gallica* L., **Q.** *Stellaria* sp., **R.** *Spergula* sp., **S.** *Dalea coerulea* (L.f.) Schinz & Thell., **T.** *Medicago polymorpha* L, **U.** *Medicago lupulina* L., **V.** *Polygonum aviculare* L., **W.** *Persicaria nepalensis* (Meisn.) Miyabe, **X.** *Amaranthus* sp., **Y.** *Chenopodium murale* L., **Z.** *Sisyrinchium micranthum* Cav., **AA.** *Lamium* sp., **AB.** *Veronica persica* Poir., **AC.** *Anagallis arvensis* L., **AD.** *Sherardia arvensis* L.

Figura 17

Especies de arvenses del grupo 3 identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo



Nota. **A.** *Holcus lanatus* L., **B.** *Paspalum candidum* (Flüggé) Kunth, **C.** *Anthoxanthum odoratum* L., **D.** *Cerastium* sp., **E.** *Kyllinga brevifolia* Rottb., **F.** *Carex* sp., **G.** *Hydrocotyle bonplandii* A. Rich, **H.** *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg., **I.** *Tinantia erecta* (Jacq.) Fenzl, **J.** *Trifolium repens* L., **K.** *Fuertesimalva limensis* (L.) Fryxel, **L.** *Calandrinia menziesii* (Hook.) Torr. & A. Gray, **M.** *Oenothera pubescens* Willd. ex Spreng., **N.** *Oxalis corniculata* L., **O.** *Plantago lanceolata* L., **P.** *Rumex obtusifolius* L., **Q.** *Verbena litoralis* Kunth.

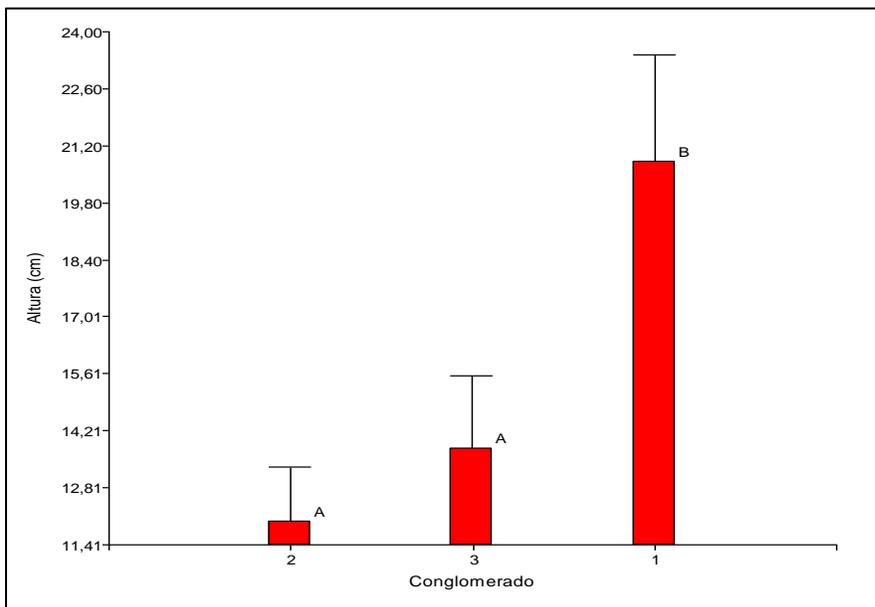
Finalmente, la Figura 17 indica el grupo 3 que se encuentran conformado por 17 especies distribuidas en 13 familias: Poaceae (*H. lanatus* L., *P. candidum* (Flüggé) Kunth y *A. odoratum* L.), Caryophyllaceae (*Cerastium* sp.), Cyperaceae (*K. brevifolia* Rottb. y *Carex* sp), Araliaceae

(*H. bonplandii* A. Rich), Asteraceae (*T. officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg.), Commelinaceae (*T. erecta* (Jacq.) Fenzl), Fabaceae (*T. repens* L.), Malvaceae (*F. limensis* (L.) Fryxel), Montiaceae (*C. menziesii* (Hook.) Torr. & A.Gray), Onagraceae (*O. pubescens* Willd. ex Spreng.), Oxalidaceae (*O. corniculata* L.), Plantaginaceae (*P. lanceolata* L.), Polygonaceae (*R. obtusifolius* L.) y Verbenaceae (*V. litoralis* Kunth).

Por otro lado, analizando los datos cuantitativos de altura, se obtienen diferencias significativas ($p= 0.0159$) entre grupos, como se indica en la Figura 18. El grupo 1 difiere de los demás conglomerados ya que se agrupan las especies con altura promedio a 20.81 cm, mientras que los grupos 2 y 3 se muestran similares al presentar alturas cercanas a los 11.98 cm y 13.76 cm, respectivamente. Este resultado se produjo porque en el primer grupo se encuentran las especies arbustivas encontradas en la investigación.

Figura 18

Alturas promedio por grupos de arvenses conglomeradas



4.7 Análisis de diversidad Shannon-Wiener

Con los datos obtenidos de abundancia o densidad de cada especie, se obtuvo la diversidad en base al índice de Shannon-Wiener. Mora et al. (2017), mencionan que los valores para este índice oscilan de 0.5 a 5, explicando a los valores menores a dos como bajos en diversidad y valores

superiores a tres como altos. En cambio, rangos de dos a tres son definidos como valores de diversidad media o normales.

Esto quiere decir que, el resultado obtenido ($H' = 2.29$) indica que dentro del área de investigación existe una diversidad media. Este resultado difiere de las investigaciones de Álvarez et al. (2016) y Nai et al. (2002), quienes obtuvieron una diversidad relativamente alta en pastizales sometidos al pastoreo ($H' = 3.36$ y $H' = 3.60$ respectivamente) en zonas con condiciones climáticas similares al área de la presente investigación y sometidas a perturbaciones.

Esto puede explicarse con la Teoría de Perturbación Intermedia propuesta por Grime en 1973. Pues, Fernández et al. (2022) mencionan que un área con niveles intermedios de perturbación tiene una alta diversidad de especies porque disminuye la abundancia de aquellas plantas más competitivas para dar paso a nichos de especies menos competidoras. Sin embargo, cuando llegan a su umbral donde el índice de diversidad es excelente, el nivel de perturbación es muy elevado y la riqueza de especies comienza a disminuir.

4.8 Beneficios agroecológicos por familia

La siguiente tabla indica los beneficios agroecológicos que brindan las 24 familias de arvenses encontradas en el lugar de investigación. En ella se destacan utilidades alimenticias (para el ser humano y animales), medicinales, ambientales, industriales y culturales (Tabla 5). Asimismo, dentro de estas, se destacan los usos de las especies de mayor índice de valor de importancia las cuales fueron: *Trifolium repens* L., *Digitaria* sp., *Plantago lanceolata* L., *Veronica persica* Poir. y *Holcus lanatus* L.

Tabla 5

Beneficios agroecológicos de las familias de arvenses identificadas en pasturas de San Luis de Agualongo

Familia	Usos agroecológicos
Amaranthaceae	En agricultura ecológica algunas especies del género <i>Amaranthus</i> son utilizadas para atraer controladores biológicos como crisopas, mariquitas, sírfidos, etc. (Ballesta y Negre, 2018). Además, hay especies que pueden ser

indicadoras de suelos con nitrógeno libre (Díaz- Díaz y Blanco-Valdés, 2022).

De varias especies de esta familia se pueden consumir las semillas, frutos, hojas, tallos y raíces (Welcome y Van, 2019). Por ejemplo, *Amaranthus retroflexus* L. se puede consumir como verdura, pero no en exceso debido a que los oxalatos que contiene podrían alterar el funcionamiento de los riñones (Ballesta y Negre, 2018). Asimismo, las inflorescencias son utilizadas en el arte culinario para dar coloración roja a dulces o coladas debido a su contenido en betacianinos (De la Torre et al., 2008).

Araliaceae Dentro de esta familia se encuentran especies del género *Hydrocotyle* utilizadas principalmente en fitorremediación de lugares contaminados con metales pesados como plomo o mercurio (Tapia, 2020).

Asteraceae La mayoría de las especies de esta familia contienen una composición química similar. Pues, pueden aportar con polisacáridos como la inulina que tiene propiedades prebióticas o derivados naturales como la arctiína que tiene acción antioxidante, desmutagénica e inhibidora de células cancerosas (Rolnik y Olas, 2021). Por otro lado, ciertos géneros de esta familia son de importancia apícola tales como: *Bidens*, *Erigeron*, *Galinsoga*, *Sonchus* y *Taraxacum* (Del Vitto y Petenatti, 2015).

La miel proveniente del néctar de algunas asteráceas como *Baccharis* sp., tiene una composición glucídica, de color oscura y sus características fisicoquímicas y organolépticas la hacen ser de buena calidad (Del Vitto y Petenatti, 2015).

Con respecto al género *Galinsoga*, suelen ser utilizadas como descontaminantes, un ejemplo es *Galinsoga parviflora* Cav. que contribuye de forma efectiva a la biorremediación de suelos contaminados con cadmio (Nieves et al., 2019).

Asimismo, *Galinsoga quadriradiata* Ruiz y Pav. tiene algunos usos potenciales poco conocidos. Esta especie puede ser utilizada en el arte culinario in natura o para elaborar pan, jaleas, tortas o pizzas (Moraes et al., 2019). Silva (2018) menciona que esta arvense cuenta con 16.5% de proteína, 0.5% de P, 2.40% de K, 1.60% de Ca y 0.7% de Mg. Adicional a esto, las partes vegetativas y reproductivas son usadas como condimento cuando la planta se encuentra en sus primeras fases de vida (Martínez et al., 2021).

Baccharis lattifolia Pers también fue una de las especies encontradas de esta familia. Según García y Aguirre (2010), esta especie suele poblarse en suelos poco profundos y con alta pendiente, debido a sus raíces superficiales. Por esta razón, en la agroforestería es utilizada para la reforestación de suelos con sobrepastoreo y como cerca vivas (Solano y Guzmán, 2020). Al mismo

tiempo, sus hojas tienen propiedades medicinales, pueden actuar como analgésico, para el dolor de estómago y como cataplasma para cicatrizar heridas (Solano y Guzmán, 2020).

Además, esta especie tiene utilidades industriales al utilizarse como combustible y al funcionar como un emulsionante del caucho debido a su contenido de ácido resínico de sus hojas y de la corteza del tallo (De la Torre et al., 2008). Asimismo, las comunidades indígenas la utilizaban para teñir la tela de verde (Solano y Guzmán, 2020).

Dentro del ámbito gastronómico, *B. lattifolia* Pers es empleada para madurar granos de maíz germinados para usarlos en la chicha de jora. También, el tallo es usado como utensilio de cocina y sus hojas sirven para lavar los intestinos del cerdo (De la Torre et al., 2008).

Bidens pilosa L. fue otra especie encontrada en la pastura. Esta especie puede ser utilizada como alimento para animales, para fines medicinales y en la agricultura para la elaboración de hidrolatos o purines (Martínez, 2014). A nivel ambiental, está asociada a *Orius pumilio* (Champion), una especie hemíptera depredadora que regula a plagas como *Frankliniella tritici* Fitch y *Podothrips* sp. (Alonso et al., 2019). Sin embargo, también es hospedante de patógenos como *Meloidogyne* spp. y hongos como *Cercospora* sp. (Belle et al., 2017; Guatimosim et al., 2015).

De igual forma, esta especie puede ser utilizada en la gastronomía para evitar procesos de autooxidación en carnes almacenadas debido a que contiene compuestos fenólicos que permiten inhibir radicales libres (Pérez et al., 2021). Dentro de la medicina, puede ser usada como extracto para aliviar patologías vinculadas al estrés oxidativo en humanos y animales por su alto contenido en flavonoides (Yi, et al., 2016). Pues, la planta tiene propiedades antiinflamatorias, las infusiones son utilizadas para evitar la pérdida de cabello, controlar o prevenir la diabetes y enfermedades de la sangre y corazón (Bussmann y Sharon, 2015).

Otra especie relevante dentro de esta familia es *Sonchus oleraceus* L. Esta planta es de importancia agrícola al ser hospedante alternativo de *Leveillula taurica* (Lév.) Salm. que causa cenecilla y de virus (Ávila et al., 2022). También, es considerada una planta de uso medicinal, alimenticio y para fines rituales (Martínez, 2014). Pues, sus infusiones sirven como tranquilizante y para controlar la presión alta (Bussmann y Sharon, 2015).

Además, es utilizada como complemento para la elaboración de ensaladas dentro de la cocina italiana, puesto que cubre hasta el 80% de los requerimientos de vitamina A, el 15% de dosis diaria de tiamina y 14 mg de luteína (importante para disminuir enfermedades oculares asociadas a la edad) (Panfili et al., 2020).

Por otro lado, *Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H.Wigg. es utilizada como planta medicinal, alimenticia, como ingrediente para la elaboración de hidrolato o purín y para control biológico (Martínez, 2014). La planta entera actúa como antiinflamatorio y es utilizado para rituales culturales (Busmann y Sharon, 2015). Además, sirve como aperitivo en ensaladas (hojas tiernas), diurética, para combatir el reumatismo y para proteger el hígado (Ballesta y Negre, 2018).

- Brassicaceae Dentro de esta familia se encontraron especies como *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., la cual es apta para el consumo animal y usado como parte de hidrolatos o purines (Martínez, 2014). Además, la planta entera tiene propiedades medicinales antiinflamatorias y para tratar infecciones estomacales y urinarias (Busmann y Sharon, 2015).
- Con referencia al género *Raphanus*, muchas especies de este grupo son aprovechadas como verdura (hojas y raíces) (Welcome y Van, 2019). En cambio, *Sisymbrium officinale* (L.) Scop es una especie con propiedades medicinales, pues tiene actividad antimicrobiana, antimutagénica, antioxidante, antiinflamatoria y relajante muscular (Zorzán et al., 2020).
- Caryophyllaceae *Stellaria* sp. fue unas de las especies encontradas en la investigación. Según Monguí et al. (2020), esta planta interviene en la reducción de los procesos de erosión en el suelo. Por otro lado, *Silene gallica* L. es una buena atenuante de golpes. En cambio, el uso de la planta de *Spergula* sp. sirve como diurético (Volponi, 1985).
- Chenopodiaceae *Chenopodium murale* L. es la única arvense que se encontró dentro de esta familia. Es aprovechada para su consumo y actúa como medicina antidiarreica gracias a su composición etanólica (Astudillo et al., 2021). Adicional a ello, Pérez (2017) menciona el uso de extractos de metabolitos de esta especie como cicatrizante mediante administración transdérmica. Además, es aprovechada para consumo de ganado (Aguirre-Mendoza et al, 2019).
- Commelinaceae Dentro de esta familia la única especie encontrada en la investigación fue *Tinantia erecta* (Jacq.) Fenzl. Esta planta es utilizada como forraje, tiene un amplio potencial ornamental y su tallo y hojas tiernos sirven para consumo (Lleellish et al., 2015; Lozada, 2019; Rivera-Ramírez et al., 2020).
- Cyperaceae Especies pertenecientes a esta familia se caracterizan por ser utilizadas como fitorremediadores de suelos intoxicados con mercurio debido a la presencia de bacterias endófitas en sus tejidos (Pérez et al., 2016). *Carex* sp. es un indicador de suelo con niveles muy bajos en calcio (Díaz-Díaz y Blanco-Valdés, 2022).

Kyllinga brevifolia Rottb. se asocia a insectos depredadores de las familias Coccinellidae, Syrphidae y Dolichopodidae. Estos insectos se caracterizan por alimentarse de varias especies en el ecosistema como trips, áfidos, dípteros y coleópteros (Sáenz et al, 2023).

Fabaceae Las especies de esta familia sobresalen de las demás debido a su capacidad fijadora de Nitrógeno (N) al suelo por la formación de nódulos en sus raíces que hacen simbiosis con microorganismo fijadores de N (Díaz et al., 2020). Dentro del área de investigación se encontraron cuatro especies de fabáceas: *Trifolium repens* L., *Dalea coerulea* (L.f.) Schinz & Thell., *Medicago lupulina* L. y *Medicago polymorpha* L.; siendo la primera la de mayor representación. Estas pueden ser utilizadas como banco de proteínas o abonos verdes debido a su habilidad de mejorar el suelo (García y Aguirre, 2010).

Según Lin et al. (2021) *T. repens* L. tiene la capacidad de resarcir la pérdida de materia orgánica, elementos primarios y actividades enzimáticas de suelos contaminados con metales pesados. Además, es considerada como especie nectaro-polinífera (De la Torre et al., 2008). También, es una planta de uso alimenticio para animales caprinos, ovinos y vacunos; pues esta especie suele sembrarse en conjunto con pastos como *Lolium perenne* L., *Medicago sativa* L., *Poa pratensis* L., entre otras para mejorar la dieta nutricional (Martínez, 2014; Bohórquez, 2018).

En la parte medicinal, *T. repens* L. tiene propiedades antiinflamatorias (flores, hojas y tallos) (Bussmann y Sharon, 2015). Tanto hojas como flores son utilizadas para curar llagas y heridas, mientras que solo las flores son utilizadas para té (Ballesta y Negre, 2018). La infusión de su raíz es utilizada para tratar problemas gastrointestinales como la gastritis (Castañeda et al., 2017).

Juncaceae Especies del género *Juncus* como *Juncus effusus* L. y *Juncus bufonius* L. tienen la capacidad de descontaminar el agua para que pueda ser usada como riego (García y Aguirre, 2010). Además, las fibras de las plantas de este género sobresalen por ser resistentes y elásticas, propiedades que hacen de estas especies útiles para la elaboración de artesanías como cestos, sogas o pisos (Rodríguez y Cerda, 2020).

Lamiaceae Esta familia, al igual que las familias Asteraceae, Brassicaceae, Poaceae y Fabaceae, es considerada como una de las principales nectaríferas y poliníferas debido a la gran cantidad de néctar y su alta concentración de azúcares que la hace atractiva de polinizadores (De la Torre et al., 2008).

Malvaceae Según Brugés y Reguero (2007) *Sida rhombifolia* L. es de uso medicinal, pues de ella se utilizan compuestos extraídos de las hojas para el tratamiento de enfermedades digestivas y dermatológicas. Por otro lado, en la agricultura

sirve como reservorio de begomovirus que son transmitidos por especies de mosca blanca y como hospederas reproductivas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Díaz et al., 2020).

- Montiaceae El género *Calandrinia* es conocido por abarcar especies arvenses medicinales o de uso gastronómico en la elaboración de guisos y ajíes (Pancorbo et al., 2020).
- Onagraceae El género *Oenothera* tiene especies que son utilizadas con fines medicinales ya que la infusión de sus ramas actúa como antidiarreicos y analgésico y sus raíces contra el estreñimiento (Pancorbo et al., 2020).
- Oxalidaceae El género *Oxalis* es conocido por tener especies usadas para la elaboración de quesos y en el ámbito medicinal como un buen antiinflamatorio (Cano et al., 2022 y Pancorbo et al., 2020). Las hojas de *Oxalis corniculata* L. son utilizadas como verdura, tentempié y aromatizante (Welcome y Van, 2019).
- Plantaginaceae En la investigación se encontraron dos especies de esta familia: *Veronica persica* Poir. y *Plantago lanceolata* L.; siendo este último más abundante. El género de esta especie es muy apreciado a nivel mundial como medicinal, siendo *P. lanceolata* L. y *P. major* L. las especies más valoradas (Martínez, 2020).
- Las semillas de *P. lanceolata* L. son utilizadas como verdura (Welcome y Van, 2019). Además, O'Connor et al. (2019) y Ballesta y Negre, (2018) mencionan que *P. lanceolata* L. funciona como especie bactericida, purgante, antiinflamatoria, antioxidante, mucolítica, emoliente, cicatrizante y se usa en cosmética para controlar la piel grasa y maltratada. Además, esta especie es de interés forrajero para la alimentación de animales bovinos y ovinos (Paucar, 2010).
- En caso de *Veronica persica* Poir, es una especie de consumo animal, utilizada en el área de la medicina natural como extracto para el tratamiento de infecciones virales provocadas por herpes simple, como antioxidante, reductor de radicales libres o como antiinflamatorio, debido a sus altos contenidos fenólicos (Castañeda et al., 2014; Sharifi-Rad et al., 2018a; Sharifi-Rad et al., 2018b; Sharifi-Rad et al., 2018c).
- Poaceae Dentro de esta familia se encuentran especies como *Holcus lanatus* L. y *Lolium perenne* L. que son especies utilizadas como forraje o pienso para los animales (Martínez, 2014). *Holcus lanatus* L. altera la composición de la hojarasca y modifica las propiedades químicas del suelo. Esto provoca que la constitución y cantidad de microorganismos, y por ende el ciclo de nutrientes, se vean modificados. Además, puede contribuir al control de la

erosión y a la estabilización de dunas (Centre for Agricultural Bioscience International [CABI], 2014).

Digitaria sp. es otra especie perteneciente a las Poaceae. Esta planta es de uso cultural cuyos tallos y hojas son utilizados en rituales culturales de sanación (Bussmann y Sharon, 2015). Además, es utilizada como especie forrajera para animales domésticos (Aguirre-Mendoza et al, 2019).

Polygonaceae Dentro de esta familia se encontraron especies como *Rumex obtusifolius* L. que es capaz de desarrollarse en suelos ácidos o contaminados con aguas residuales (García y Aguirre, 2010). Las hojas son utilizadas como verdura (Welcome y Van, 2019).

También se encontró una especie del género *Muehlenbeckia* cuya raíz es utilizada como tranquilizante, antiinflamatorio y anticancerígeno (Bussmann y Sharon, 2015). El mucílago de las hojas tiernas se utiliza para fomentar el crecimiento del cabello, las plántulas sirven para eliminar la caspa (De la Torre et al., 2008).

Primulaceae En esta familia se encontró a *Anagallis arvensis* L. Esta especie es tóxica al consumirse en grandes cantidades tanto para el humano como para los animales, pero puede ser utilizada de forma tópica en caso de úlceras y para curar las heridas en el ganado. En la industria se usa la planta como jabón de manos, lana y utensilios. Además, tiene uso ornamental en jardines debido a su flor vistosa y su buena talla (Cavero, 2018).

Rosaceae Especies del género *Rubus* son registradas como especies apícolas y atrayentes de aves (De la Torre et al., 2008; Monguí et al., 2020). *Rubus* sp. son plantas arbustivas cuyos frutos son aprovechados de forma culinaria para la alimentación en forma natural o para productos elaborados (Martínez et al., 2021). En especies como *Rubus floribundus* Kunth, son utilizadas las flores y hojas para el dolor del cuerpo y como ritual (Bussmann y Sharon, 2015).

Rubiaceae En esta familia se encontró la especie *Sherardia arvensis* L. la cual tiene propiedades medicinales, industriales y medioambientales. Esta planta es nociva y tóxica y por ello se utiliza como insecticida o repelente. Además, se utiliza para elaborar cebos para caza, cestos, envoltorios, cuerdas, jabones o lejías; para calentar leña o encender el fuego, obtener pólvora, pintura o pegamento. Dentro del uso ambiental, es utilizada como abono, cama para los animales, como seto o rompeviento y evita la erosión del suelo (Pardo, 2017).

Solanaceae La planta de *Solanum nigrum* Acerbi ex Dunal es utilizada como vegetal, las hojas como aromatizante y sus frutos como tentempié y conserva dulce (Welcome y Van, 2019).

Verbenaceae

Verbena litoralis Kunth se utiliza en infusión aplicándola como enema para tratar problemas de hongos y la fiebre (Bussmann y Sharon, 2015). Además, es muy utilizada para tratar desórdenes digestivos y respiratorios. También se emplea para rituales culturales de limpieza (De la Torre et al., 2008).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Como resultado de esta investigación, en la parroquia San Luis de Agualongo, Otavalo se encontraron 55 especies de arvenses distribuidas en 24 familias, siendo *Trifolium repens* y *Digitaria* sp. las de mayor abundancia y dominancia en el área de estudio, lo que las hace especies con alta capacidad de adaptación, regeneración y de mayor IVI.
- También, el área de estudio presenta un índice de Shannon-Wiener de 2.29, otorgándole una diversidad media, debido a que se encontraron especies dominantes dispersas en el área de estudio.
- Muchas de las especies arvenses tienen beneficios que pueden contribuir a mejorar la calidad ambiental de un ecosistema, por ello, es importante su conservación e inclusión dentro de los sistemas agrícolas. Pues, en el caso de las especies de mayor índice de valor de importancia, están podrían ser incorporadas al sistema silvopastoril mediante distintos mecanismos de preservación puesto que son útiles para el consumo animal, actividad a la que se dedica el lugar estudiado, y garantizarían una dieta más diversificada.

5.2 Recomendaciones

- La investigación debería realizarse definiendo la diversidad en pasturas presente en periodos lluviosos y secos, considerando las condiciones ambientales del lugar como temperatura y precipitación.
- Es necesario utilizar cuadrantes más funcionales que permitan cuantificar de mejor manera las especies, considerando cuadrantes de menor área.
- Mantener zonas excluidas de pastoreo para la conservación de especies arvenses benéficas que actúen como propágulos para las zonas pastoreadas y garanticen su persistencia.

REFERENCIAS

- Aguilar, A.; y Nieuwenhuys, A. (2009). *Manejo integral de malezas en pasturas*. Edición Pascal Chaput. <https://xdoc.mx/documents/manejo-integral-de-malezas-en-pasturas-5c3503ac42ed5>
- Aguirre-Mendoza, Z., Jaramillo-Díaz, M. y Quizhpe-Coronel, W. (2019). *Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador*. Ediloja Cía. Ltda. https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ARVENSES%20ASOCIADOS%20A%20CULTIVOS%20Y%20PASTIZALES%20DEL%20ECUADOR_compressed.pdf
- Alaminos, A., Francés, F., Penalva, C. y Santacreu, Ó. (2015). *Análisis Multivariante para las ciencias sociales I. PIDLOS*. https://www.researchgate.net/publication/291969959_Analisis_Multivariante_para_las_Ciencias_Sociales_I
- Alonso, O., Lezcano, J. y Suris, M. (2019). Relación ecológica plantas arvenses-entomofauna beneficiosa en sistemas silvopastoriles del occidente de Cuba. *Pastos y forrajes* 42(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942019000100048&script=sci_arttext&tlng=pt
- Álvarez, J., Rivas, I., Aguilera, L. y González, M. (2016). Diversidad y estructura de un pastizal en El Cerrillo, Piedras Blancas, Estado de México, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3). 980-989. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532016000300980&script=sci_arttext
- Arquinzones, N. (2022). *Cambiar el mundo, aumentar los alimentos. La Revolución Verde y su impacto en América Latina* [Tesis de pregrado, Universitat Jaume I]. Repositorio Universitat Jaume I. <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/200395>
- Astudillo, A., Dávalos, N., Mancilla, A., Arredondo, L.; & Cruz, C. (2021). *Chenopodium murale*: ethnobotanical knowledge in Mexico city, lethal media dose and gastrointestinal activity in

- mice. *Revista Latinoamericana de Química*, 48(1-3), 20-28. <http://fq-unam.org/relaquim/index.php/RLQ/article/view/33/10>
- Avendaño-Leadem, D., Cedeño-Montoya, B. y Arroyo-Zeledón, M. (2020). Integrando el concepto de servicios ecosistémicos en el ordenamiento territorial. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 63-90. https://www.redalyc.org/journal/4517/451763485003/html/#redalyc_451763485003_ref23
- Ávila, G., Torres, J., Sétamou, M., Gardea, A., Berzoza, C. y Orduño, N. (2022). Arvenses nativas y exóticas en parcelas de chile jalapeño. *Fitotecnia Mexicana*, 45(3), 399-407. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.3.399>
- Ballesta, M., y Negre, M. (2018). Seguiment i utilitats de la flora arvenses observada en els Horts Municipals Ecològics de Platja d'Aro. *Estudis del Baix Empordà*, (37), 33-45. <https://www.raco.cat/index.php/EBE/article/download/347518/467139>
- Balvanera, P. y Cotler, H. (2009). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*, 84-85, 8-15. https://www.researchgate.net/publication/28253644_Acercamientos_al_estudio_de_los_servicios_ecosistemicos
- Barbour, M., Gilliam, F., Burk, J., Pitts, W. y Schwartz, M. (1998). *Terrestrial Plant Ecology*. Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. https://books.google.com.ec/books?id=ZSUtowQ9LGQC&hl=es&source=gbs_book_other_versions
- Belle, C., Kulczynski, S., Kaspary, T. y Kuhn, P. (2017). Plantas daninas como hospederas alternativas para *Meloidogyne incognita*. *Nematropica*, 47, 26-33
- Blanco-Valdes, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193247419003.pdf>

- Bohórquez, A. (2018). *Evaluación del efecto de distintos abonos en el rendimiento de la mezcla forrajera establecida Rye grass (Lolium perenne), Alfalfa (Medicago sativa L.), Trébol blanco (Trifolium repens) y Pasto azul (Poa pratensis) en la Comunidad San Ignacio, Parroquia Toacazo, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)]. Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5155>
- Bolaños, M. (2020). *Comparación de dos sistemas de control de malezas para un adecuado aforo de potreros en Costa Rica* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Nacional]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica Nacional. <https://repositorio.utn.ac.cr/handle/20.500.13077/452>
- Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Editorial Universitaria Abya-Yala.
- Brugés, K. y Reguero, M. (2007). Evaluación preliminar de toxicidad, genotoxicidad y actividad antimicrobiana de *Sida rhombifolia* L. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9(1), 5-13. <https://www.redalyc.org/pdf/776/77690102.pdf>
- Bussmann, R. & Sharon, D. (2015). *Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía. La flora mágica y medicinal del Norte del Perú*. Centro William L. Brown – Jardín Botánico de Missouri. https://www.researchgate.net/publication/283355334_PLANTAS_MEDICINALES_DE_LOS_ANDES_Y_LA_AMAZONIA_-_La_Flora_magica_y_medicinal_del_Norte_del_Peru
- Canizalez, S. A., Celemin, J. y Mora, J. (2010). Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia). *Zootecnia tropical*, 28(3), 427-437. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692010000300014&script=sci_abstract
- Cano, Z., Enriquez, M. y Bravo, N. (2022). Evaluación etnobotánica de las plantas medicinales en el sector quechua del altiplano de Puno. *Revista peruana de medicina integrativa*, 7(4). 5-21. <http://rpm.pe/index.php/rpmi/article/view/689/716>
- Carmona, V. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad. *Bioma*, 2(14), 20-28.

- Castañeda, R., Gutiérrez, H., Carrillo, E. y Sotelo, A. (2017). Leguminosas (Fabaceae) silvestres de uso medicinal del distrito de Lircay, provincia de Angaraes (Huancavelica, Perú). *El Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas (BLACPMA)*, 16(2), 136-149. <http://www.blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/172>
- Castañeda, R., Castillo, J., Gutiérrez, H., Cochachin, E. y La Torre, M. (2014). Plantas silvestres empleadas como alimento para animales en Pisha, Ancash. *Ecología aplicada*, 13(2), 153-168. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v13n2/a10v13n2.pdf>
- Castro, J. L. (2018). *Manejo agroecológico del Trifolium repens, Lolium perenne, con varios niveles de abono orgánico comercial más una base de enraizador en los suelos del cantón Quero de la provincia de Tungurahua* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Escuela Superior Técnica del Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8522>
- Cavero, R. (2018). *Anagallis arvensis*. Universidad de Navarra. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/53898/1/pdf.pdf>
- Centre for Agricultural Bioscience International [CABI]. (2014). *Holcus lanatus*. CABI. Digital Library. <http://www.cabi.org/isc/datasheet/114824>
- Cepeda, M., Castellanos, L. y Hernández, B. (2021). Caracterización ecológica de la flora de arvenses del alto y bajo Ricaurte (Boyacá). *INGECUC*, 17 (1), 112-125. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8906651>
- Concenço, G., Tomazi, M., Correia, I., Santos, S. y Galon, L. (2013). Phytosociological surveys: tools for weed science?. *Planta daninha* 31(2), 469-482. <https://www.scielo.br/j/pd/a/rTjmmxD53sr8Hmh4Gx4Yj3v/>
- De la Cruz, J., Gómez, J., Chanco, M., Carrillo, E. y Aucasime, L. (2020). Flora y vegetación de la provincia de Huamanga (Ayacucho-Perú). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 8(1), 3-18. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2308-38592020000100002&script=sci_arttext#f6

- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. y Balslev, H. (Eds). (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. <https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16016-enciclopedia-de-las-plantas-utiles-del-ecuador>
- Del Toro, J., Vargas, B., Rizo, M. y Candó, L. (2018). Composición, estructura y distribución de la vegetación arvense existente en fincas de la agricultura suburbana en Santiago de Cuba. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 68-81. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/166/201>
- Del Vitto, L. y Petenatti, E. (2015). Asteráceas de importancia económica y ambiental: Segunda parte: Otras plantas útiles y nocivas. *Multequina*, 24(1), 47-74. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1852-73292015000100004&script=sci_arttext&tlng=en
- Díaz-Díaz, Y. y Blanco-Valdés, Y. (2022). Las arvenses como indicador microbiológico del suelo. *Cultivos Tropicales*, 43(1), e12. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1648>
- Díaz, M., Osorio, N. y Burgos, O. (2020). Biodiversidad y servicios ecológicos de las arvenses en el cultivo de tomate en la provincia de Los Santos (República de Panamá). *Visión Antataura*, 4(2), 16-34. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/antataura/article/view/1846/1415>
- Díaz, S., Gurvich, D., Pérez, N. y Cabido, M. (2003). ¿Quién necesita los tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 37, 135-140. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/42239>
- Estrella, J., Manosalvas, R., Mariaca, J. y Ribadeneira, M. (2005). *Biodiversidad y recursos genéticos: una guía para su uso y acceso en el Ecuador*. Ediciones Abya-Yala. https://books.google.com.ec/books?id=5wqYLRGlohMC&printsec=frontcover&dq=biodiversidad&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=biodiversidad&f=false
- Laboratory, ARS, USDA. [<http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>]. Accessed 20 January 2012.

- Fernández, S., Bermejo, L., De Nascimento, L., Mata, J. y Arévalo, J. (2022). Pastoreo y ecosistemas. Una relación compleja. *XXI Jornadas Forestales de Gran Canaria*, España. <https://grancanariamosaico.com/wp-content/uploads/2022/03/Silvia-Fernandez-Pastoreo-y-ecosistemas.pdf>
- Fogel, R., Céspedes, C., López, L. y Valdez, S. (2016). *Propiedades medicinales de plantas, conocimiento tradicional y patentes*. AGR S.A. <https://repositorio.conacyt.gov.py/bitstream/handle/20.500.14066/2638/14-INV-470LIBRO1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gámez, A., De Gouveia, M., Álvarez, W. y Pérez, H. (2014). Flora arvense asociada a un agroecosistema tipo conuco en la comunidad de Santa Rosa de Ceiba Mocha en el estado de Guarico. *Bioagro*, 26 (3). 177-182. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-33612014000300007&script=sci_abstract
- García, A. (2010). *Diversidad genética de pastos nativos, mediante AFLP, en ocho zonas altoandinas de Ayacucho y Huancavelica* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3224>
- García, J. y Aguirre, N. (Ed.). (2010). *Ecología Forestal*. Ecología Forestal. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/349/1/LAS%20PLANTAS%20VAS%20CULARES.pdf>
- Garófano, V. (2019). *Investigación sobre los rasgos funcionales de la vegetación de ribera del río Serpis a lo largo de un gradiente longitudinal: desde Beniarrés al mar* [Tesis doctoral, CDR la Safor]. <https://hal.science/hal-03168407/>
- Gómez, W. (2016). *Identificación de arvenses presentes en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en Montalvo, Vinces y Urdaneta* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7942>

- Granados-Sánchez, D., López-Ríos, G. F.; Hernández-García, M. Á. y Sánchez-González, A. (2003). Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2), 101-111. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62913142001.pdf>
- Grime, J. (1982). *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Editorial Limusa. <https://biblioteca.ecosur.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=000001807>
- Guatimosim, E., Pinto, H., Pereira, O., Fuga, C., Vieira, B. y Barreto, R. (2015). Pathogenic mycobiota of the weeds *Bidens pilosa* and *Bidens subalternans*. *Tropical Plant Pathology* 40, 298-317. <https://doi.org/10.1007/s40858-015-0040-x>
- Gurevitch, J., Scheiner, S. y Fox, G. (2009). *Ecología Vegetal* (2da Ed). Artmed.
- Haines-Young, R., y Potschin, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 - Guidance on the Application of the Revised Structure*. Clasificación Común de los Servicios Ecosistémicos (CICES). <http://www.cices.eu/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC]. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- León, R., Bonifaz, N.; y Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas*. Editorial Universitaria Abya-Yala. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19019/4/PASTOS%20Y%20FORRAJES%20DEL%20ECUADOR%202021.pdf>
- Lin, H., Liu, C., Li, B. y Dong, Y. (2021). *Trifolium repens* L. regulated phytoremediation of heavy metal contaminated soil by promoting soil enzyme activities and beneficial rhizosphere associated microorganisms. *Journal of Hazardous Materials*, 402. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389420318185>

- Lleellish, M., Odar, J. y Trinidad, H. (2015). *Guía de Flora de las Lomas de Lima*. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/484>
- Lozada, D. (2019). *Gestión para el aprovechamiento de plantas alimenticias no convencionales en un huerto periurbano comunitario en Coatepec, Veracruz, México* [Tesis de maestría, Universidad Veracruzana]. <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50086/LozadaGarciaDulce.pdf?sequence=1>
- Lozano, F. (Ed.). (2009). *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. https://www.researchgate.net/profile/Paula-Caycedo/publication/236877506_Oportunidades_de_conservacion_en_el_paisaje_rural_Fase_I/links/0c96053a36bd5a904e000000/Oportunidades-de-conservacion-en-el-paisaje-rural-Fase-I.pdf
- Lyons, K. y Schwartz, W. (2001). Rare species loss alters ecosystem function- invasion resistance. *Ecol. Lett.*, 4, 358- 365. https://www.researchgate.net/publication/230029722_Rare_species_loss_alters_ecosystem_function_-_Invasion_resistance
- Marañón, T. (1991). Diversidad en comunidades de pasto mediterráneo: modelos y mecanismos de coexistencia. *Ecología*, 5, 149-157. <https://digital.csic.es/handle/10261/49053>
- Martínez, A. (2014). *Adopción y permanencia de la agricultura ecológica: razones y motivaciones de los agricultores ecológicos de Guasca y Anolaima* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54033>
- Martínez, G., Palacio, M., Guízar, E. y Villanueva, A. (2021). Usos locales y tradición: estudio etnobotánico de plantas útiles en San Pablo Cuatro Venados (Valles Centrales, Oaxaca). *Polibotánica*, 52, 193-212. <https://www.encb.ipn.mx/assets/files/encb/docs/polibotanica/revistas/pb52/13.pdf>

- Martínez, M. (2020). *Los llantenes: historia y actualidad* [Tesis de pregrado, Universidad de La Laguna]. Repositorio Institucional de la Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/19340>
- Méndez, E., Staver, C.; y Morales, S. (2011). Un método de muestreo de malezas para pequeños productores de maíz y frijol en Centroamérica. *La Calera*, 5 (5), 15-18.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj0icvUqoT2AhWnSTABHUsUBj0QFnoECCEQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.millenniumassessment.org%2Fdocuments%2Fdocument.354.aspx.pdf&usg=AOvVaw3IziM__NmA9igmXx9JIjz
- Monguí, M., Vargas, O., Caballero, A., Mosquera, B. y Peña, H. (2020). *Catálogo de flora. Reserva Guaginasie. Agua de la Montaña*. Greunal. https://www.researchgate.net/publication/349305426_CATALOGO_DE_FLORA_RESERVA_GUAGINASIE_AGUA_DE_LA_MONTANA
- Montaño, D. (2021). *Nuevo estudio: en los últimos 26 años Ecuador ha perdido más de 2 millones de hectáreas de bosque*. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2021/03/nuevo-estudio-en-los-ultimos-26-anos-ecuador-ha-perdido-mas-de-2-millones-de-hectareas-de-bosque/>
- Mora, C., Burbano, O., Méndez, C. y Castro, D. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un bosque de Encino (*Quercus L.*) en la Sierra Madre del Sur, México. *Revista Mesoamericana Kurú*, 14(35), 68-75. <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/3154>
- Moraes, R., Frescura, V. y Anshau, J. (2019). O resgate do uso de plantas alimentícias não convencionais em escolas de Cerro Branco e Novo Cabrais – RS. *Universidad Federal de Santa María*. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/199399>
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la Biodiversidad*. CYTED, ORCYT/UNESCO & SEA. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31917801/Moreno__2._1_-with-cover-page-

v2.pdf?Expires=1644886253&Signature=ROJiHhG4qybal41SN4LqEKpHbLt1I3IP10eOrGml6kLQr91IQv6l2OBITXn4qvW~KICbmIB3cL~ZJ1k74SJtcRM4eokgXgGNZrnnCuFiGr32PL9tTOor00C2DLVCy7YXW~~JGLdDHG3CyoxdBHy9zD~sK1J7IBubhZ-rTSX3xCJrPQxWgjaVT7rHXoQCdE3T9arncxGyq~bediU0OPyu9SRehrOLLvrSYPqDoCHqLtCKUW7LmriqzBIPH5Mw38~8mxHc~trMSC1aMSd3XHKeerIfpDYKIfGXA6amA9zeoMc0r2GIsz3bNYx6o93baXgh-UDLo2qHFviovLqRuAsdn-w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- Mostacedo, B. y Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editora: El País.
- Murgueitio, E., Cuartas, C. y Naranjo J. (2009). *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Fundación CIPAV. <https://www.biopasos.com/documentos/086.pdf>
- Nai, M., Pucheta, E. y Cabido, M. (2002). El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista chilena de historia natural*, 75(3), 613-623. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-078X2002000300012&script=sci_arttext
- Nicholls, C., Henao, A. y Altieri, M. (2015). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Revista de Agroecología*, 10 (1), 7-31. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300711/216131>
- Nieves, Y., Parra, N., Villanueva, S. y Henríquez, M. (2019). Nota técnica: biorremediación, enemigo del cadmio. *Revista INGENIERÍA UC*, 26(1), 96-104. <https://www.redalyc.org/journal/707/70758484010/70758484010.pdf>
- O'Connor, T., Thevenon, M. y Cardinali, F. (2019). Estudio morfoanatómico de raíz de *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae). *Naturalia Patagónica*, 12, 60. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/194258>
- Oliva, M., Collazos, R., Vásquez, H., Rubio, K. y Maicelo, J. (2019). Composición florística de especies herbáceas forrajeras en praderas naturales de las principales microcuencas ganaderas de la región Amazonas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 109-117.

- Orbe, D. y Cuichán, M. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Boletín técnico.* https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Bolet%C3%ADn%20t%C3%A9cnico.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (2018). *Praderas, pastizales y cultivos forrajeros.* <https://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/spi/praderas-pastizales-y-cultivos-forrajeros/praderas-pastizales-y-cultivos-forrajeros/es/>
- Pancorbo, M., Rondinel, F., Guevara, J. y Fernández, A. (2020). Los otros alimentos: plantas comestibles silvestres y arvenses en dos comunidades campesinas de los andes centrales del Perú. *Etnobiología*, 18(1), 8-36. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/353/337>
- Panfili G., Niro S., Bufano A., D'Agostino A., Fratianni A., Paura B., Falasca L. y Cinquanta L. (2020). Bioactive compounds in wild Asteraceae edible plants consumed in the Mediterranean diet. *Plant Foods Hum Nutr*, 75(4), 540-546. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32803719/>
- Pardo, M. (2017). *Sherardia arvensis*. Conect-e. <https://conecte.es/index.php/es/plantas/2072-sherardia-arvensis>
- Patro, L. (2010). *Biodiversity conservation and management*. Ed. Discovery Pub. House.
- Paucar, P. (2010). *Evaluación y Caracterización Morfoagronómica del Plantago lanceolata (llantén forrajero)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1257>
- Pérez, A., Martínez, D., Barraza, Z. y Marrugo, J. (2016). Bacterias endófitas asociadas a los géneros *Cyperus* y *Paspalum* en suelos contaminados con mercurio. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 19(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262016000100008

- Pérez, J. (2017). *Diseño de etosomas como transportadores de metabolitos de Chenopodium murale con actividad cicatrizante* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Dspace. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/27128?show=full>
- Pérez, Y., Amaro, D., Robledo, L., Martínez, M. y Rondón, A. (2021). Caracterización fitoquímica y antibacteriana de cinco plantas arvenses presentes en la provincia de Matanzas, Cuba. *Centro Agrícola*, 48(3), 32-42. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852021000300032#B23
- Pezo, D. e Ibrahim, M. (1999). *Sistemas silvopastoriles*. CATIE. <https://www.biopasos.com/documentos/078.pdf>
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- Quevedo, J. (2015). *Evaluación del efecto de tres mezclas forrajeras a base de gramíneas, leguminosas y malezas en el engorde de cuyes mejorados* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13955>
- Rivera, A., y Ávila, E. (2019). *Metodología de zonificación para el uso de pastos en las provincias de intervención del proyecto GCI*. <http://www.ganaderiaclimaticamenteinteligente.com/documentos/Informe%20Zonificaci%C3%B3n%20VF.pdf>
- Rodríguez, C. y Cerda, M. (2020). “Cunquillos” y “Totoras”: Fibras utilizadas para la Cestería Tradicional Chilota. Zonas de Quellón y Queilén. <https://chileartesanía.cultura.gob.cl/storage/8ba1ab9c408e332d7c02f3cd2a8d40b7.pdf>
- Rolnik, A. y Olas, B. (2021). The plants of the Asteraceae family as agents in the protection of human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(6), 1-17. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7999649/#B14-ijms-22-03009>
- Rivera-Ramírez, I., Ríos-De la Cruz, A., Bravo-Avilez, D., Bernal-Ramírez, L., Velázquez-Cárdenas, Y., de Santiago-Gómez, J., Lozada-Pérez, L. y Rendón-Aguilar, B. (2020).

- Riqueza, abundancia y composición de arvenses en parcelas sujetas a diferentes prácticas agrícolas en la alcaldía de Cuajimalpa, Ciudad de México. *Etnobiología*, 19 (1). https://www.researchgate.net/profile/David-Bravo-Avilez/publication/351118137_Riqueza_abundancia_y_composicion_de_arvenses_en_parcelas_sujetas_a_diferentes_practicas_agricolas_en_la_Alcaldia_de_Cuajimalpa_Ciudad_de_Mexico/links/60887d772fb9097c0c131c79/Riqueza-abundancia-y-composicion-de-arvenses-en-parcelas-sujetas-a-diferentes-practicas-agricolas-en-la-Alcaldia-de-Cuajimalpa-Ciudad-de-Mexico.pdf
- Rivero-Guerra, A. (2020). Diversidad y distribución de los endemismos de Asteraceae (Compositae) en la Flora del Ecuador. *Collectanea Botanica*, 39. <https://doi.org/10.3989/collectbot.2020.v39.001>
- Romero, A., Baquero, N. y Beltrán, H. (2016). Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo (Cundinamarca, Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2). 57-69. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392016000200004
- Sáenz, Á., Cadet-Piedra, E. y Gómez-Gómez, R. (2023). Asociación entre entomofauna y arvenses en caña de azúcar. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3). <https://doi.org/10.15517/am.2023.51502>
- Sans, X. (2001). *Control de malas hierbas. Cultivos extensivos del secano*. <https://cultivos-tradicionales.com/upload/file/control-de-adventicias-2-life-crops-for-better-soil-vidasana.pdf>
- Sarandón, S. y Flores, C. (2014). *Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. Universidad Nacional de la Plata. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/37280/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sardi, A., Torres, A. y Corredor, G. (2018). Diversidad florística en un paisaje rural del piedemonte de los farallones de Cali, Colombia. *Colombia Forestal*, 21(2), 142-160. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-07392018000200142

- Shannon, C. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press.
- Sharifi-Rad, J., Setzer, W., Sharifi-Rad, M., Roointan, A. y Salehi, B. (2018). Antiviral activity of *Veronica persica Poir.* on herpes virus infection. *Cellular and Molecular Biology*, 64(8), 11-17. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2018.64.8.2>
- Sharifi-Rad, J., Sharifi-Rad, M., Salehi, B., Iriti, M., Roointan, A., Mnayer, D., Soltani-Nejad. Y Afshari, A. (2018). In vitro and in vivo assessment of free radical scavenging and antioxidant activities of *Veronica persica Poir.* *Cellular and Molecular Biology*, 64(8), 57-64. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2018.64.8.9>
- Sharifi-Rad, J., Tayeboon, G., Niknam, F., Sharifu-Rad, M., Mohajeri, M., Salehi, B., Iriti, M. y Sharifi-Rad, M. (2018). *Veronica persica Poir.* extract – antibacterial, antifungal and scolicidal activities, and inhibitory potential on acetylcholinesterase, tyrosinase, lipoxigenase and xanthine oxidase. *Cellular and Molecular Biology*, 64(8), 50-56. <http://dx.doi.org/10.14715/cmb/2018.64.8.8>
- Sierra, R. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2013/03/rsierra_deforestacionecuador1950-2020_180313-pdf.pdf
- Silva, F. (2018) Prospecção de plantas espontâneas com potencial alimentício e avaliação agroeconômica de um módulo de cultivo orgânico [Tesis de maestría, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro]. Repositorio Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. <https://tede.ufrrj.br/handle/jspui/4752#preview-link0>
- Simbaña, L. y Tayupanta, D. (2014). *Análisis de resultados de investigación en sistemas silvopastoriles en la organización Ucasaj de la microcuenca del río Chimborazo, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo* [Trabajo de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4447/1/T-UCE-0014.pdf>

- Singh, B. (Ed). (2021). *Biology and management of problematic crop weed species*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128229170000239>
- Solano, A. y Guzmán, C. (2020). *Diversidad de arvenses presentes en la granja La María de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y sus beneficios ecológicos Tunja-Boyacá* [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3154>
- División de Producción y Sanidad Animal. (2011). *Ganadería y Deforestación*. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/50e2c5ac-658b-5dca-9449-db3d3d50752d>
- Tapia, A. (2020). *Análisis de absorción de metales en la planta Hydrocotyle vulgaris en crecimiento en agua natural y residual en la zona de Carhuamayo – 2019* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1916>
- Tellería, J. (2013). Pérdida de biodiversidad. Causas y consecuencias de la desaparición de las especies *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 10, 13-25.
- Valarezo, J. (2012). Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de bovinos en la Amazonía sur ecuatoriana. *CEDAMAZ*, 23-30. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/104/101>
- Venegas, F. y Muñoz, R. (1984). *Malezas tropicales del litoral ecuatoriano*. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1599/1/Comunicaci%C3%B3n%20T%C3%A9cnica%20N%C2%BA%209.pdf>
- Volponi, C. (1985). *Caryophyllaceae* utilizadas en la medicina popular Argentina. *Acta Farm. Bonaerense*, 4(2), 135-141. http://www.latamjpharm.org/trabajos/4/2/LAJOP_4_2_3_1_9L358BN9ZK.pdf
- Welcome, A. y Van, B. (2019). An inventory and analysis of the food plants of southern Africa. *South African Journal of Botany*, 122, 136-179.

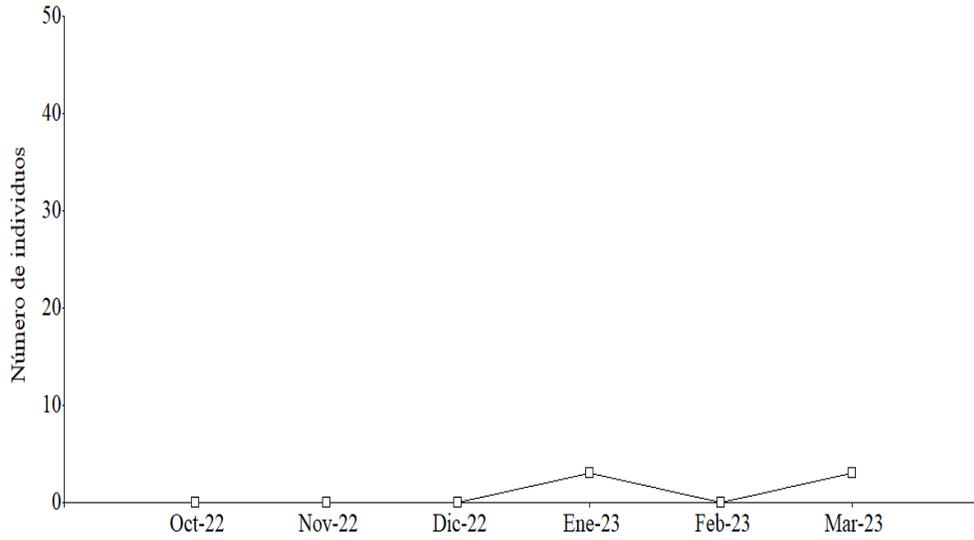
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629918317046?via%3Dihub#s0015>

- Yaranga, R., Custodio, M., Chanamé, F. y Pantoja, R. (2018). Diversidad florística de pastizales según formación vegetal en la subcuenca del río Shullcas, Junín, Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 511-517.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400006
- Yarupaitán, G. y Albán, J. (2003). Flora silvestre de los Andes centrales del Perú: un estudio en la zona de Quilcas, Junín. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 155-162.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332003000200006&script=sci_arttext&tlng=pt
- Yi, J., Jian-Guo, W., Yan-Bin, W. y Peng, W. (2016). Antioxidant and anti-proliferative activities of flavonoids from *Bidens pilosa* L. var *radiata* Sch Bip. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15 (2), 341-348.
- Zorzán, M., Zucca, P., Collazuol, D., Peddio, S., Rescigno, A. y Pezzani, R. (2020). *Sisymbrium officinale*, the plant of singers: a review of its properties and uses. *Planta medica*, 86(5), 307-311. <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/a-1088-9928.pdf>

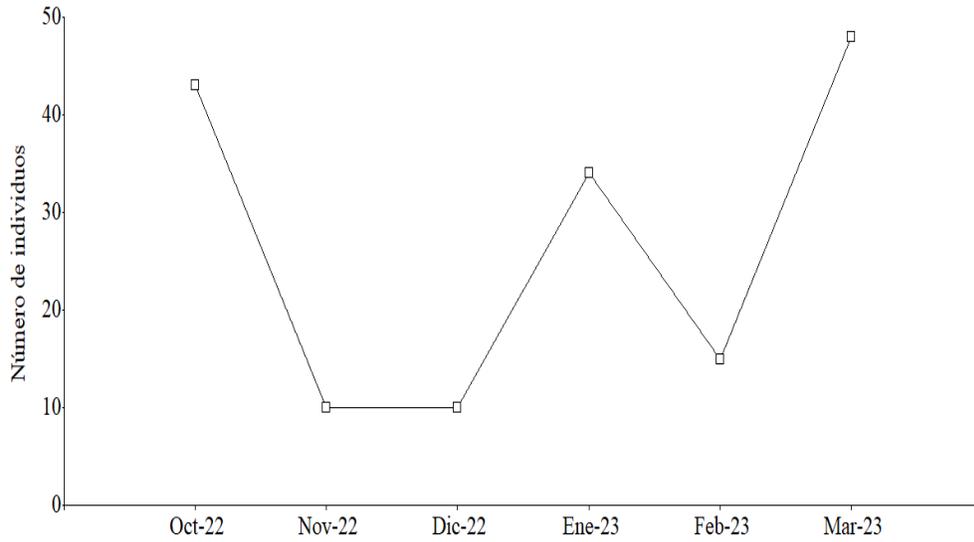
Anexo B

Número de individuos de arvenses por familia identificados en pasturas de San Luis de Agualongo en un periodo de seis meses

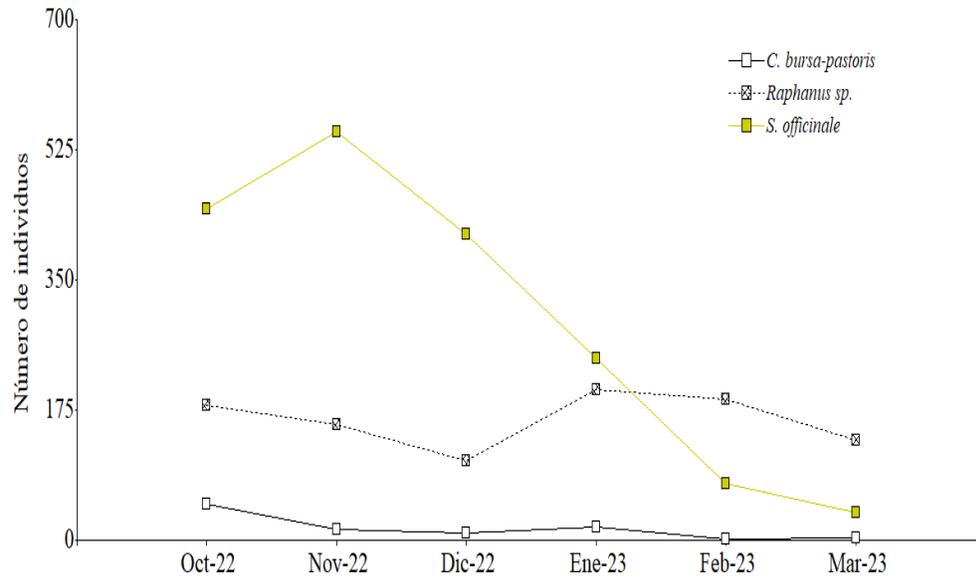
Familia Amaranthaceae



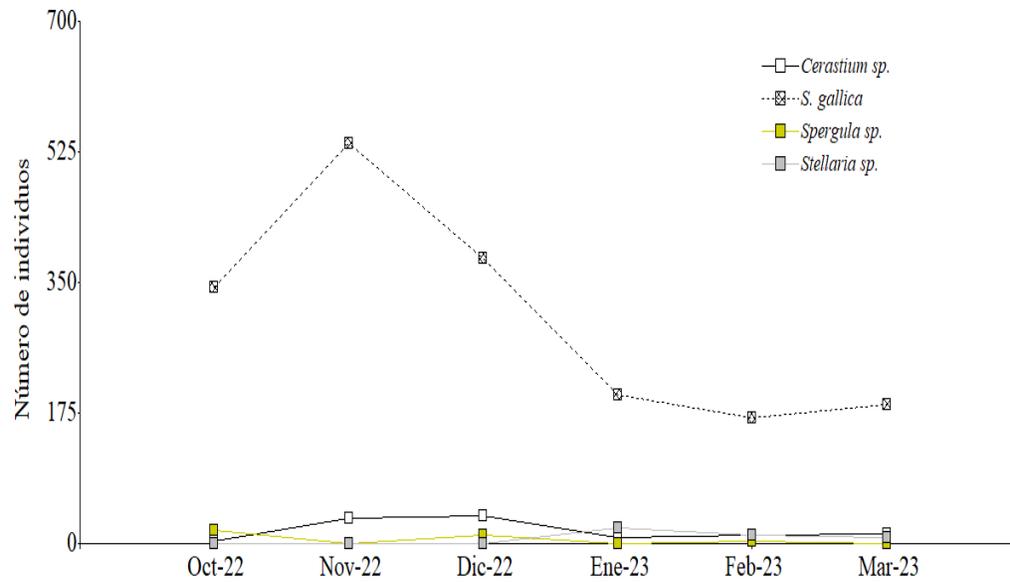
Familia Araliaceae



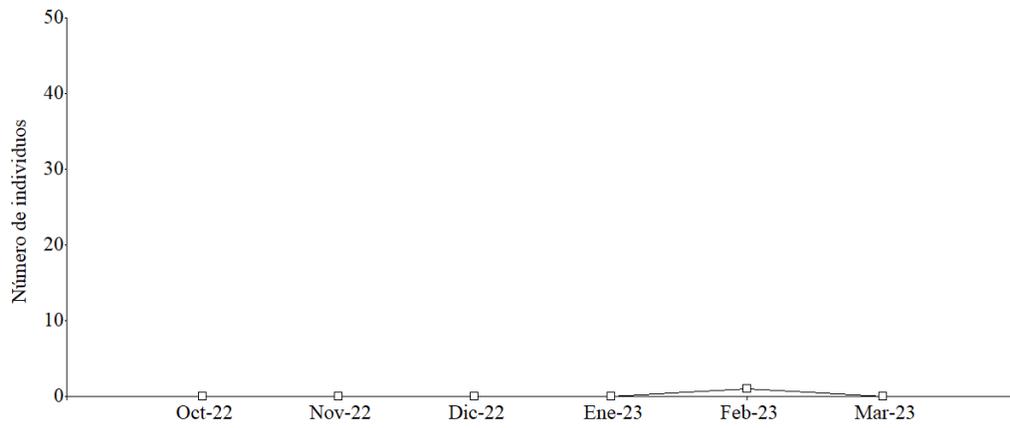
Familia Brassicaceae



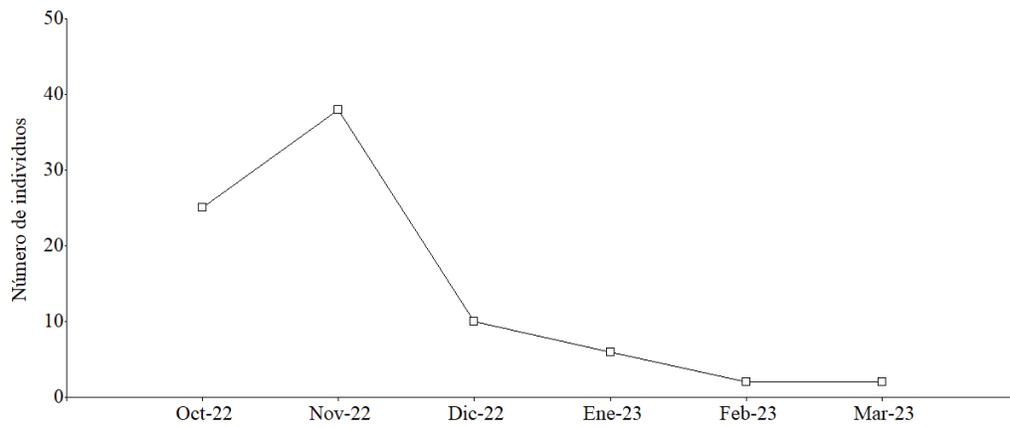
Familia Caryophyllaceae



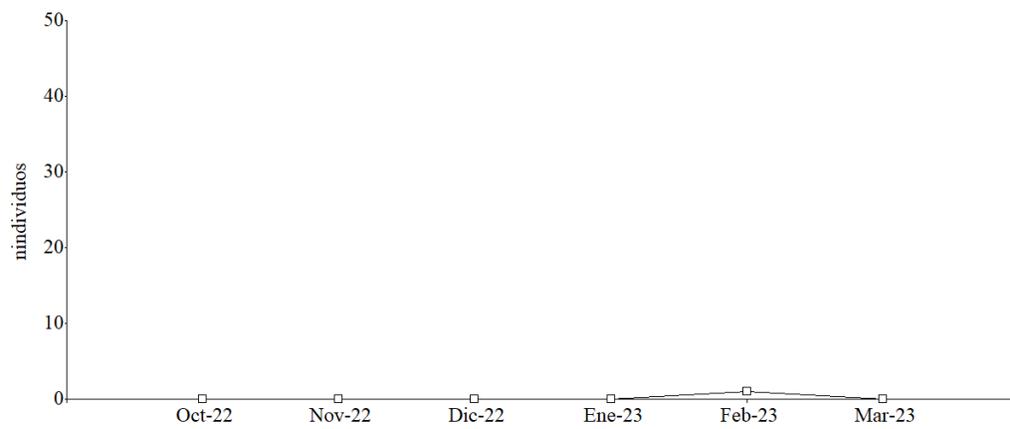
Familia Chenopodiaceae



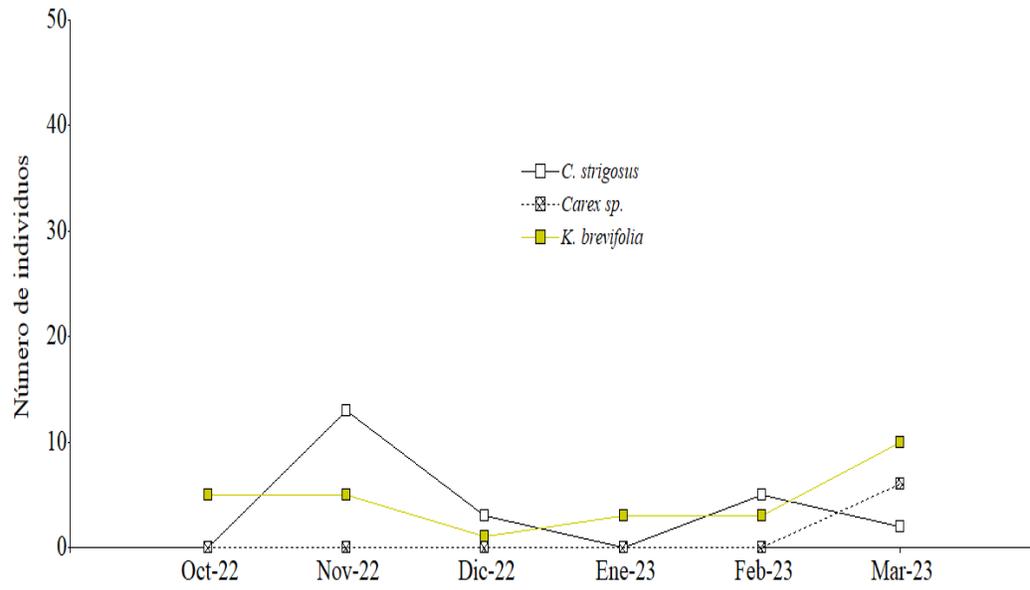
Familia Commelinaceae



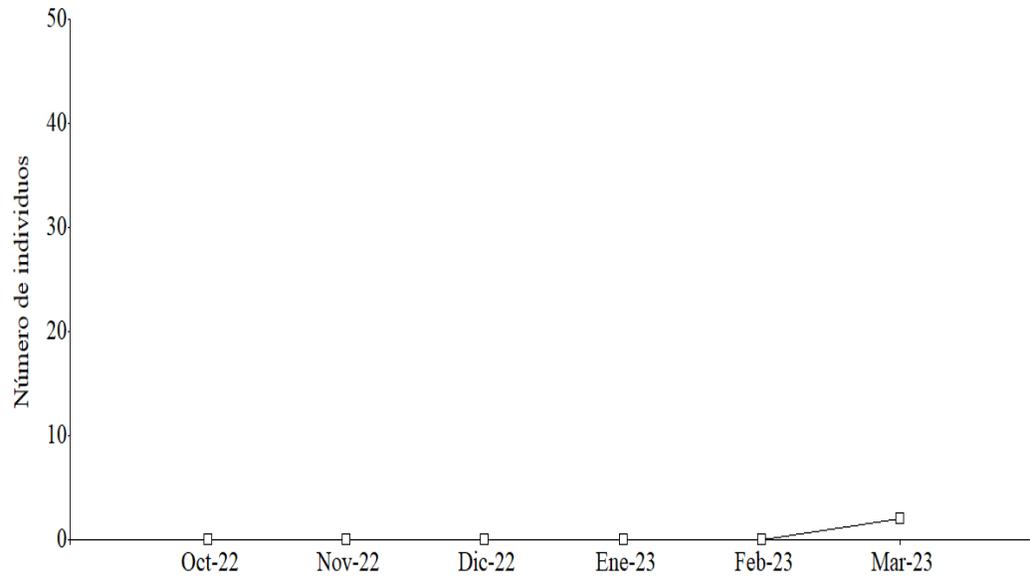
Familia Solanaceae



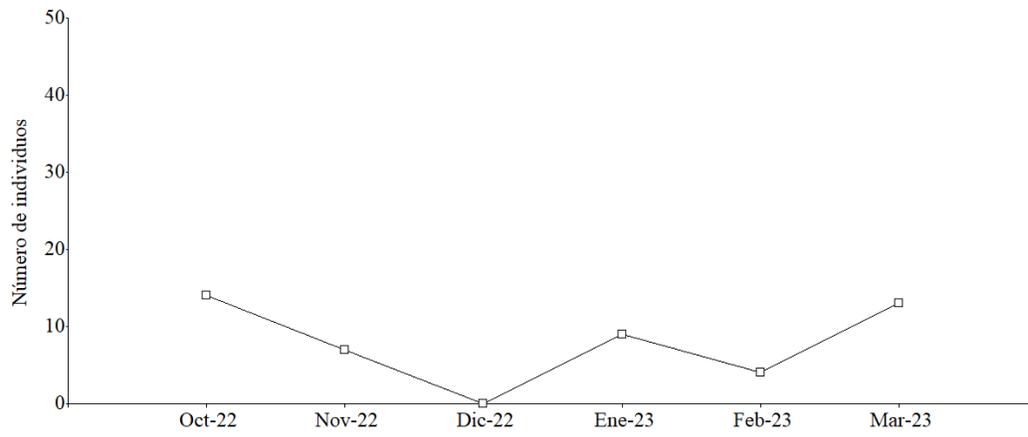
Familia Cyperaceae



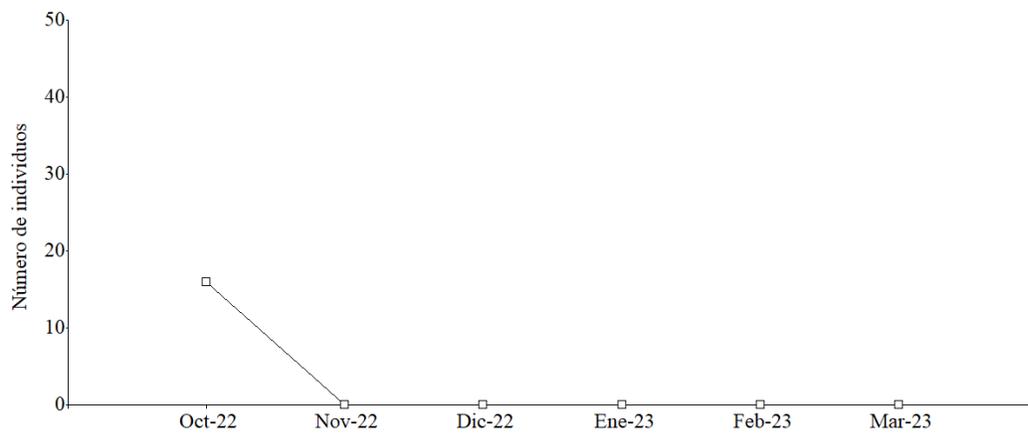
Familia Iridaceae



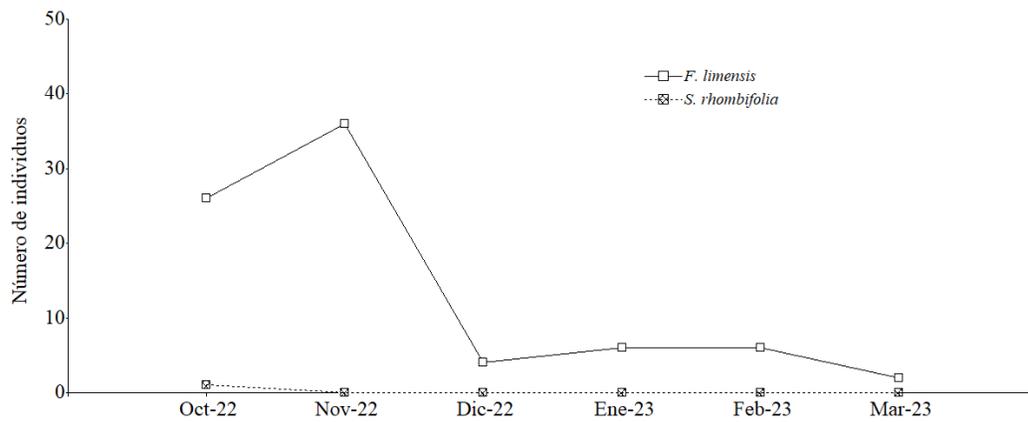
Familia Juncaceae



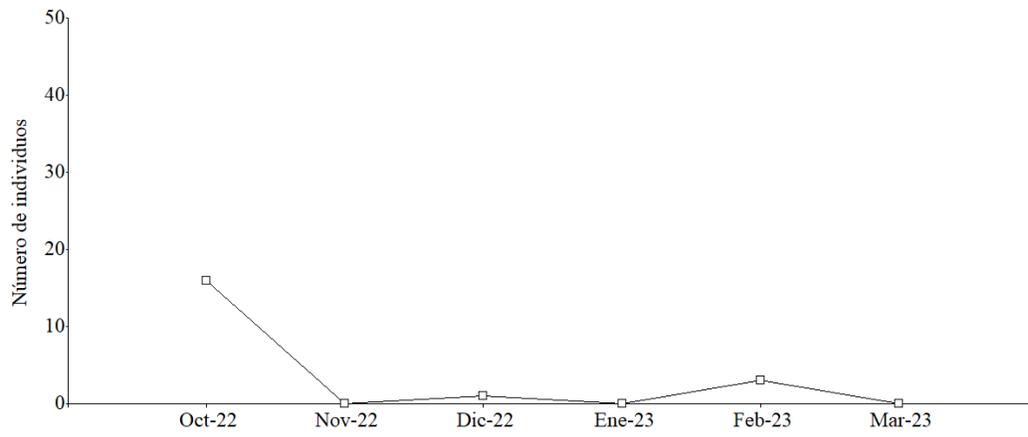
Familia Lamiaceae



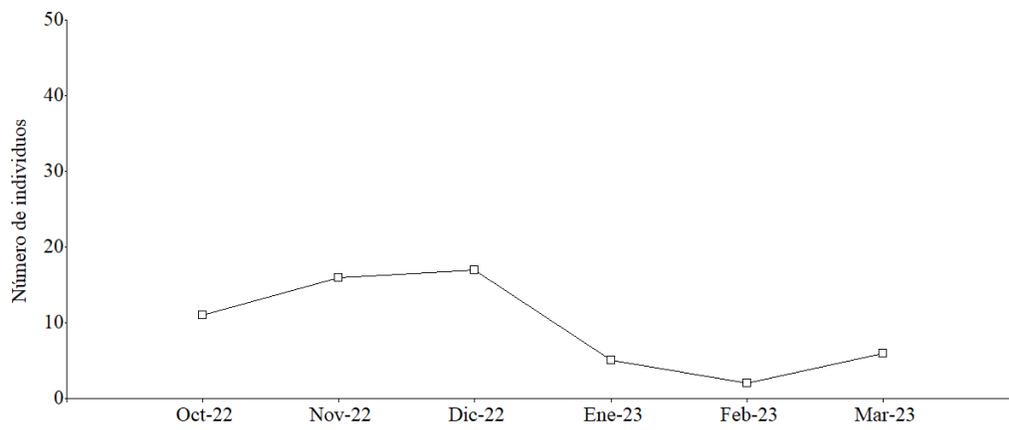
Familia Malvaceae



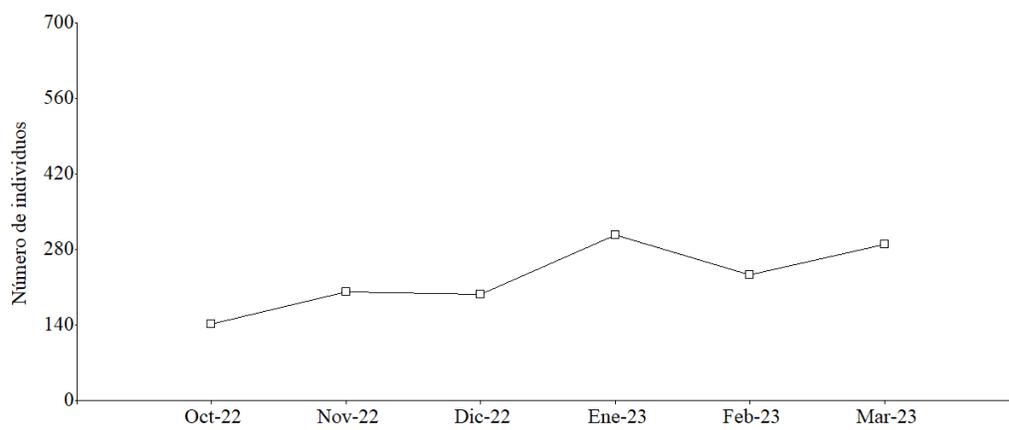
Familia Montiaceae



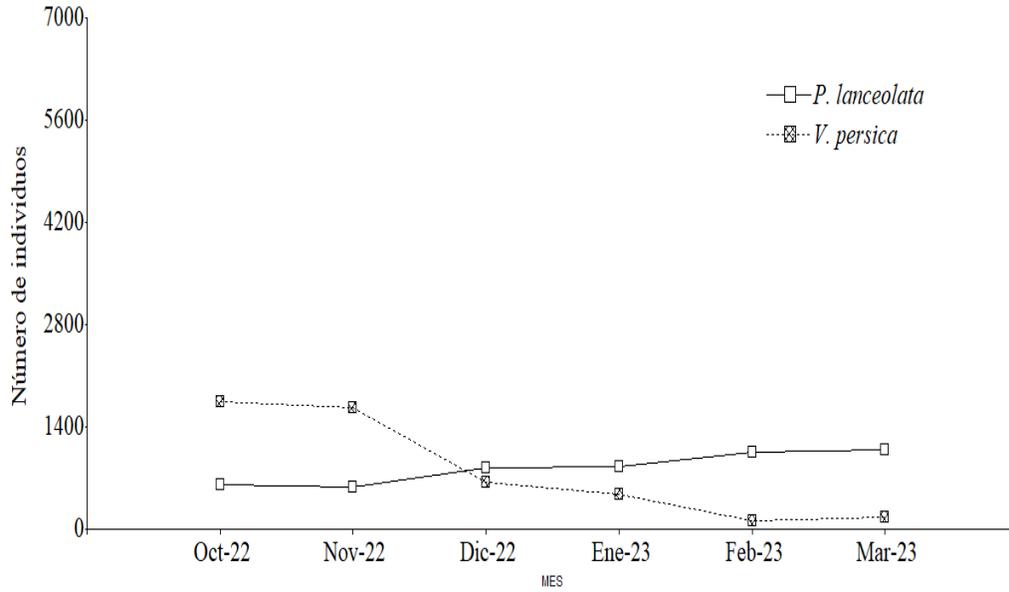
Familia Onagraceae



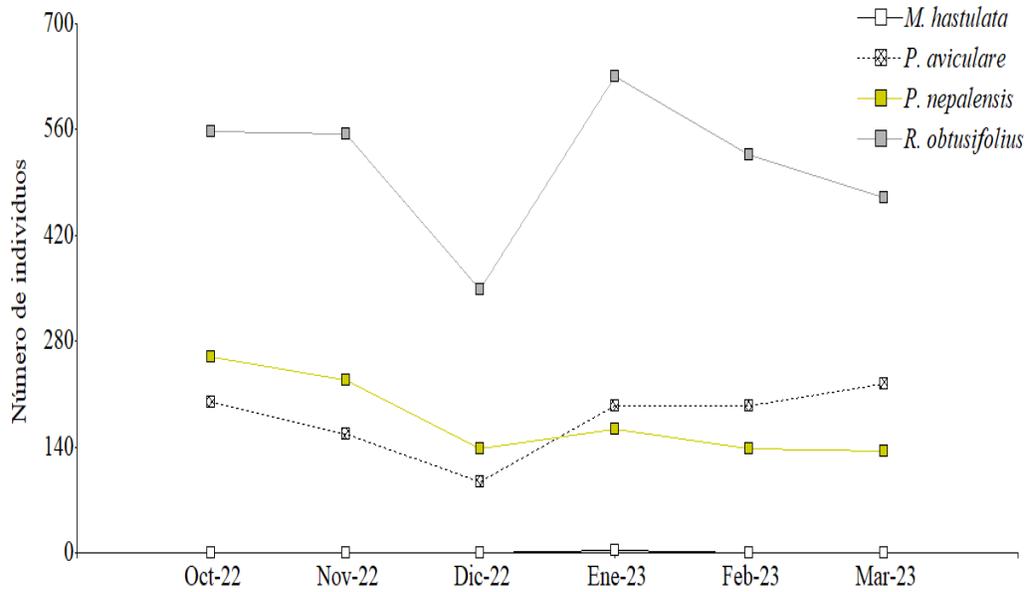
Familia Oxalidaceae



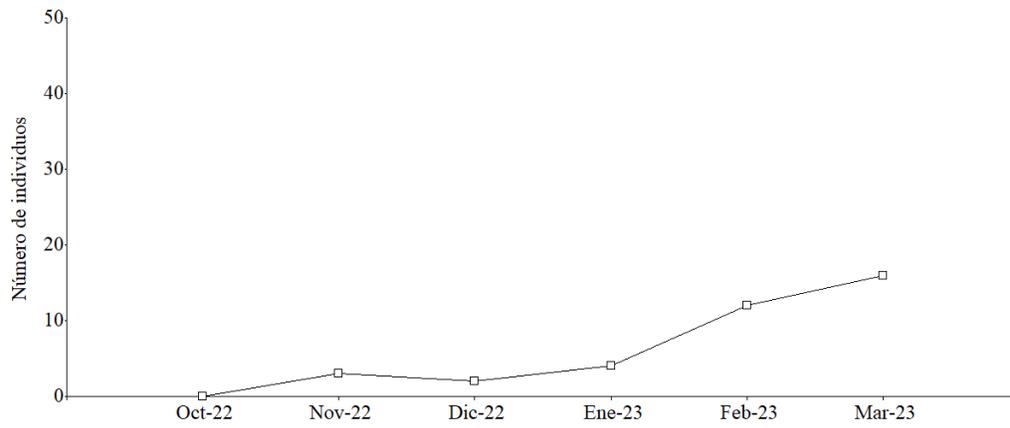
Familia Plantaginaceae



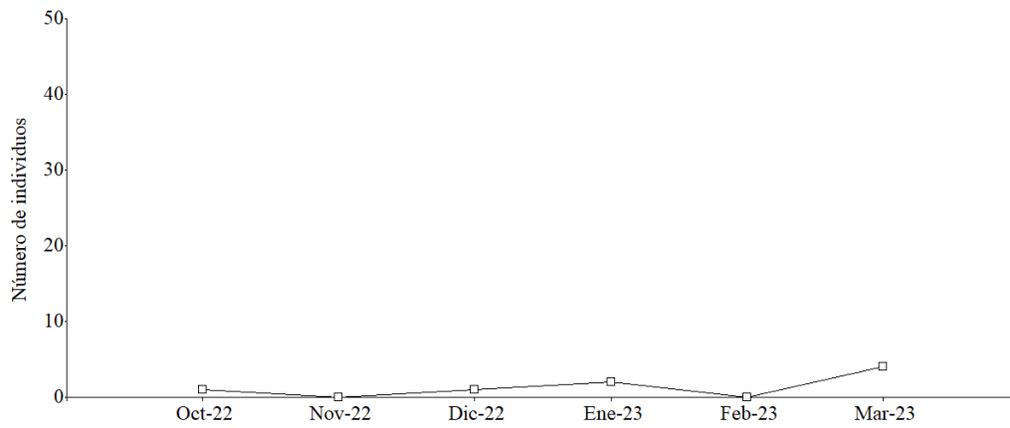
Familia Polygonaceae



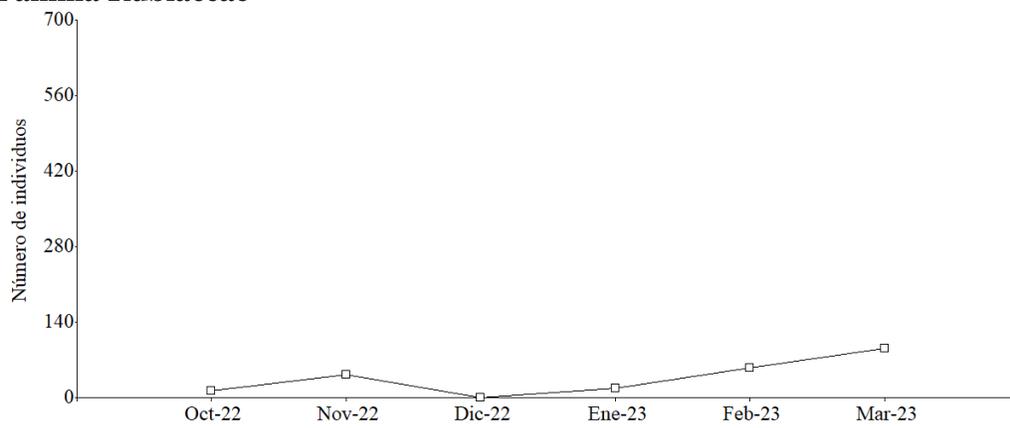
Familia Primulaceae



Familia Rosaceae



Familia Rubiaceae



Familia Verbenaceae

