



¿Todas las plantas que crecen asociadas a los cultivos son perjudiciales?

En función de quien reciba la pregunta, la respuesta puede ser “depende”. En los agroecosistemas existen dos grandes grupos de diversidad biológica: la **biodiversidad planificada**, que refiere a los cultivos y animales incluidos en el agroecosistema por el productor; y la **biodiversidad asociada**, que incluye la flora y fauna (incluso la del suelo) que colonizan al agroecosistema desde los ambientes circundantes, o desde el banco de semillas, tratándose de plantas.

La biodiversidad vegetal asociada suele recibir el nombre de vegetación espontánea (VE) y crece en cultivos o en las zonas marginales como los bordes de alambrados y terrazas (Figura 1a-c). La VE suele considerarse “maleza”, por su potencial perjuicio sobre los cultivos como la competencia por agua, luz y/o nutrientes, o incluso por dificultar las labores de cosecha. Sin embargo, su papel no es únicamente negativo y puede desempeñar múltiples funciones beneficiosas para el agroecosistema.

Se ha demostrado que la VE desempeña un papel importante en los sistemas agrícolas, como proporcionar refugio y alimento para los depredadores y parásitos de las plagas de los cultivos, como fuente de alta calidad de polen y néctar para polinizadores (que también polinizan cultivos agrícolas) (Fig. 1 d-f), brindar hábitat para pequeños mamíferos y aves (Fig. 1 g), aportar cobertura al suelo, mantener el carbono orgánico del suelo y filtrar nutrientes y fitosanitarios provenientes de la aplicación a cultivos aledaños.

Entonces, para responder a la pregunta inicial acerca del potencial perjuicio que pueden ocasionar ciertas plantas en ambientes cultivados, es importante comprender el **potencial invasor** o nivel de agresividad de la VE en un agroecosistema. De esta manera, sería posible distinguir su papel perjudicial (por ej., como maleza) de su papel beneficioso (por ej., como alimento para polinizadores). El potencial invasor está determinado por un conjunto de **caracteres funcionales** que dan a las plantas una mayor habilidad competitiva y capacidad para colonizar nuevos ambientes. Es decir, se trata de atributos que proporcionan a la planta una cierta agresividad que puede afectar el crecimiento de un cultivo. Son ejemplos de caracteres funcionales relacionados al potencial invasor el ciclo de vida de la planta, la tasa de crecimiento, la forma de crecimiento, la fecundidad, la forma de dispersión de semillas, el tipo de banco de semillas, entre otros.

En consecuencia, el estudio de caracteres funcionales asociados con el potencial invasor de las especies de VE se vuelve relevante en los sistemas agrícolas, ya que incluir esta diferenciación en las estrategias de manejo permitirá promover especies que mejoren los servicios ecosistémicos y, al mismo tiempo, regular el establecimiento de aquellas que puedan afectar negativamente el rendimiento de los cultivos en

El potencial invasor de la vegetación espontánea en los agroecosistemas

Lic. (Dra.) Lorena Herrera ^{1,2}
 Lic. (Dra.) Candelaria Estavillo ^{1,2}
 Ing. Agr. (Dra.) María Lis Echeverría ¹ (MP: 16.929)
 Ing. Agr. (Dra.) Patricia Diez de Ulzurrun ¹ (MP: 02457)

¹ Facultad de Cs. Agrarias, UNMdP
 Mail autor correspondiente: lherrera@mdp.edu.ar
² CONICET

el agroecosistema. En particular, este enfoque permite obtener información valiosa para el camino a la transición agroecológica, ya que promueve agroecosistemas donde se potencian los procesos ecosistémicos evitando así el excesivo uso de fitosanitarios.

La Unidad Demostrativa Agroecológica en Balcarce (UDAB): una oportunidad para estudiar el potencial invasor de la vegetación espontánea en la transición.

En 2017, la Unidad Demostrativa Agroecológica Balcarce (UDAB) comenzó a funcionar en la Estación Experimental Agropecuaria EEA Balcarce, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Su propósito es integrar investigación, experimentación, capacitación y extensión para aplicar y evaluar prácticas agroecológicas en un entorno que simula las dificultades que un productor podría enfrentar en la transición hacia la agroecología. La unidad cubre 42 hectáreas y abarca actividades agrícolas, ganaderas y forestales (Figura 2). La zona de producción agrícola está restringida al Lote 1 que cuenta con 17 ha sobre una pendiente de 1,5 a 2,5%, donde se han construido nueve terrazas sobre las curvas de nivel del terreno, que subdividen diez parcelas cultivadas. Cada terraza está formada por una loma de aproximadamente 4 m de ancho, mientras que cada parcela consiste en una franja de ancho variable delimitada por las terrazas. A su vez, el área de estudio se encuentra próxima a un ambiente serrano y montes de especies arbóreas.

Desde 2017 y hasta el 2021, tres parcelas mantuvieron una producción agrícola con manejo convencional (CON) con aplicación de fitosanitarios y fertilizantes; mientras que las parcelas restantes (n=7) presentaron un manejo agroecológico (AG) con diferentes rotaciones dentro de una transición agroecológica, con incorporación de puentes verdes y producción agrícola-ganadera, y con mínima aplicación de fitosanitarios (Figura 2).

Las parcelas agroecológicas poseen rotaciones con cultivos anuales y perennes, y se los clasificaron como anual (AGa) o perenne (AGp) considerando la dominancia de los respectivos cultivos en los últimos cinco años. Es decir, si dentro de ese período de tiempo, más del 60% de las rotaciones contenía cultivos anuales se lo considera como una parcela de cultivo anual. Los cultivos anuales presentes en las rotaciones agroecológicas fueron girasol, soja, maíz, moha, sorgo, trigo y triticale. Los puentes verdes incluyeron las mezclas de avena, vicia, rai-grás y pasturas perennes consociadas con cebadilla criolla, trébol rojo y trébol blanco. Los herbicidas utilizados en las parcelas CON fueron glifosato, 2,4-D, atrazina, clorimuron, cloransulam, dicamba, haloxifop, metsulfuron y picloram, la fertilización se efectuó con fosfato diamónico. Tanto en CON como en los AG se realizaron labranzas con rastra de discos previo a la siembra de cada cultivo (ya sea anual o perenne).

Evaluación de la vegetación

espontánea y los caracteres funcionales asociados al potencial invasor en la UDAB.

Durante el año 2021, se realizaron muestreos de la VE en parcelas y terrazas del Lote 1 de la UDAB. Estos muestreos se realizaron en tres estaciones del año 2021: otoño, invierno y primavera. La metodología implicó identificar y cuantificar las especies de VE presentes en los ambientes de estudio, siendo el número total de muestras por parcela y/o terraza variable en función del tamaño de las mismas. Se cuantificó la riqueza de especies y su abundancia de acuerdo al porcentaje de suelo cubierto. El valor de cobertura de cada especie se promedió entre las muestras correspondientes a cada tipo de manejo. Finalmente, los valores de cobertura fueron transformados

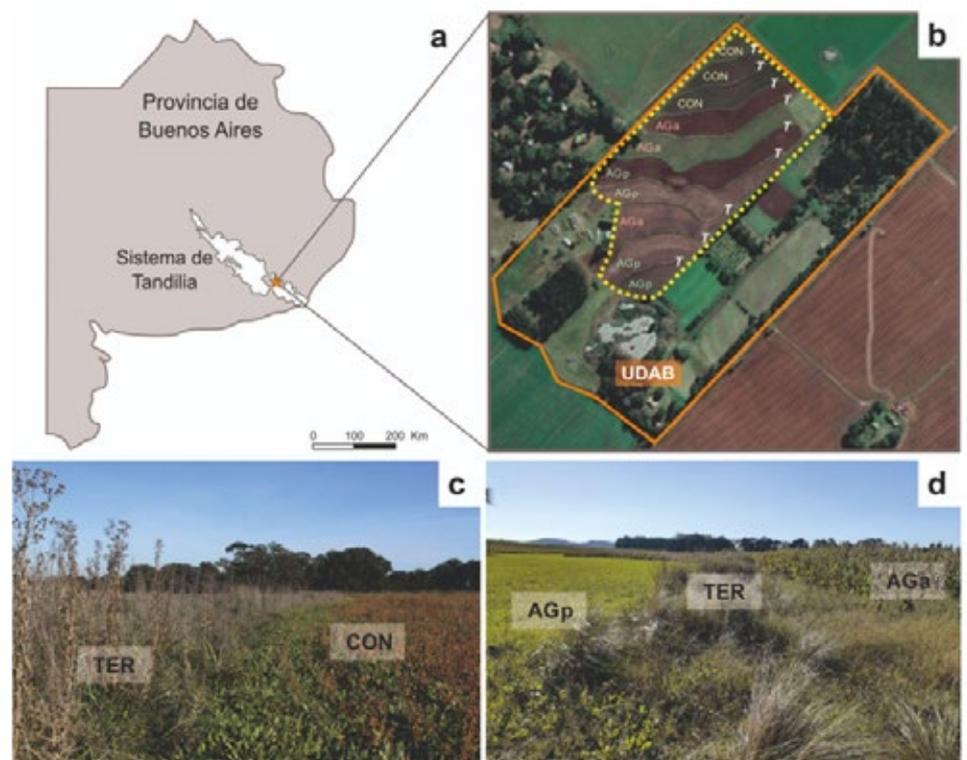
en una escala del 1 a 10 para facilitar la interpretación de los resultados. Esta escala tiene los siguientes rangos: 1=rara (un individuo o mínima cobertura); 2=<1% (pocos individuos o muy baja cobertura); 3=1-5%; 4=5-10%; 5=10-25%; 6=25-33%; 7=33-50%; 8=50-75; 9=>75%; 10=aprox. 100%.

Se seleccionaron ocho caracteres funcionales que describen el potencial invasor de la VE (Figura 3). Estos caracteres incluyen el ciclo de vida de las plantas, la forma de crecimiento, el síndrome de dispersión, la altura máxima de la vegetación, el tamaño de la semilla, la fecundidad, la vía metabólica y la clonalidad. Se considera que las especies de la VE con ciclo anual, crecimiento herbáceo, dispersión anemocórica (por viento), gran altura, semillas pequeñas, y alta capacidad de reproducción (fecundidad)

Figura 1. a: Vegetación espontánea (VE) creciendo en pastura de *Lolium perenne*; b: VE sobre una terraza o curva de nivel; c: VE en el borde de un alambrado; d: mantis sobre apio cimarrón alimentándose de huevos (control biológico de plaga); avispa recolectando polen y néctar en un cardo negro; f: abeja doméstica pecoreando en flores de chilca; g: chingolo sobre ramas que emplea como "percha".



Figura 2. a-b: Ubicación de la UDAB (límite naranja) en la EEA Balcarce (provincia de Buenos Aires) y del Lote 1 con producción agrícola (límite amarillo). c-d: Ambientes de parcelas y terrazas. T y TER: terrazas; CON: manejo convencional; AGp: manejo agroecológico con cultivos perennes; AGa: manejo agroecológico con cultivos anuales.



tendrían un alto potencial invasor.

Posteriormente, se recopilaron los valores correspondientes a cada uno de los caracteres funcionales para todas las especies registradas en los muestreos, utilizando la literatura y el conocimiento experto.

Diversidad Florística

Se identificaron en total 97 especies de VE pertenecientes a 84 géneros y 23 familias botánicas en el área de estudio. Las familias más representativas tanto en las parcelas como en el estudio global fueron Poaceae, Asteraceae y Fabaceae. Se encontraron 38 especies exclusivas de parcelas, 14 exclusivas de terrazas y 47 compartidas entre ambos ambientes. Del total de las especies, 62 (64%) fueron de origen exótico y 25 nativas (26%).

En términos de riqueza de especies, se observó que las parcelas CON presentaron la menor diversidad con 48 especies, seguidas por las parcelas AGa con 52 especies, y las parcelas AGp con 59 especies. Las TER presentaron la mayor diversidad con un total de 60 especies.

En cuanto a la abundancia, se observó que en parcelas CON las especies más abundantes presentaron una baja cobertura (22%), mientras que en TER las especies alcanzaron coberturas más altas (superiores al 50%). Las parcelas AG tuvieron valores intermedios de cobertura (40%) (Figura 4).

Las especies más abundantes en CON fueron *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (21,1%) y *Carduus acanthoides* (18,9%). En AGa, se destacaron *Lolium multiflorum* (42,2%), *Helminthotheca echioides* (38,9%) y *Avena sativa* L. (30%). En AGp, se observaron especies como *Carduus acanthoides* (39,2%), *Trifolium pratense* L. (34,2%) y *Avena sativa* (33,3%). En las TER, las especies más abundantes fueron *Bromus catharticus* Vahl (53,4%), *Dactylis glomerata* L. (52,3%), *Helminthotheca echioides* y *Lolium multiflorum* (ambas con 36%) (Figura 4).

En relación al origen de las especies, se registró que el 86,5% de las especies encontradas en AGa fueron exóticas, mientras que en CON y AGp, la proporción de exóticas fue ligeramente menor (83,3% en ambos casos). En contraste, en las TER la proporción de especies exóticas fue más baja, alcanzando un 50% del total de las especies identificadas.

Atributos funcionales en parcelas con diferente manejo

Los atributos funcionales que están asociados al potencial invasor presentaron dife-

Figura 3. Caracteres funcionales (columna izquierda) y sus atributos (columnas con color a la derecha) que determinan el potencial invasor de la vegetación espontánea. El potencial invasor aumenta de izquierda a derecha de acuerdo a los atributos funcionales presentes en la especie (verde; bajo potencial; amarillo: moderado; rojo: alto; gris: no definido).



rencias en su representatividad, es decir, en la cobertura de las especies que exhiben esos atributos, entre las parcelas con diferentes manejos (Figura 5). En las parcelas CON se observó una alta cobertura de especies anuales, herbáceas, con dispersión hidrocórica, así como plantas de altura media (90-150 cm) y alta (mayor a 150 cm), además de semillas de tamaño mediano (5 a 10 gramos).

En las parcelas AGa predominaron especies anuales, herbáceas y graminoides, con dispersión hidrocórica y hemerocórica, con altura mediana (90-150 cm), y tamaño de semillas mediano (5-10 gramos) y grandes (más de 10 gramos). En las parcelas AGp, se identificó una mayor cobertura de especies anuales, herbáceas y graminoides, con dispersión hemerocórica, con tamaños de semillas medianos y grandes, y de mayor altura. Finalmente, en las TER las especies fueron principalmente bienales y arbustivas, con estrategias de dispersión anemocórica y zoocórica, con altura mediana y semillas de tamaño mediano.

Potencial invasor de la vegetación espontánea

Las especies con ciclo de vida anual, asociadas a un alto potencial invasor, fueron las más abundantes en las parcelas cultivadas (CON, AGa y AGp). En cambio, en las TER (áreas no cultivadas) predominaron especies bienales y perennes con menor potencial invasor (Figura 5). El tipo de crecimiento herbáceo, con un alto potencial invasor, fue el más común en las parcelas

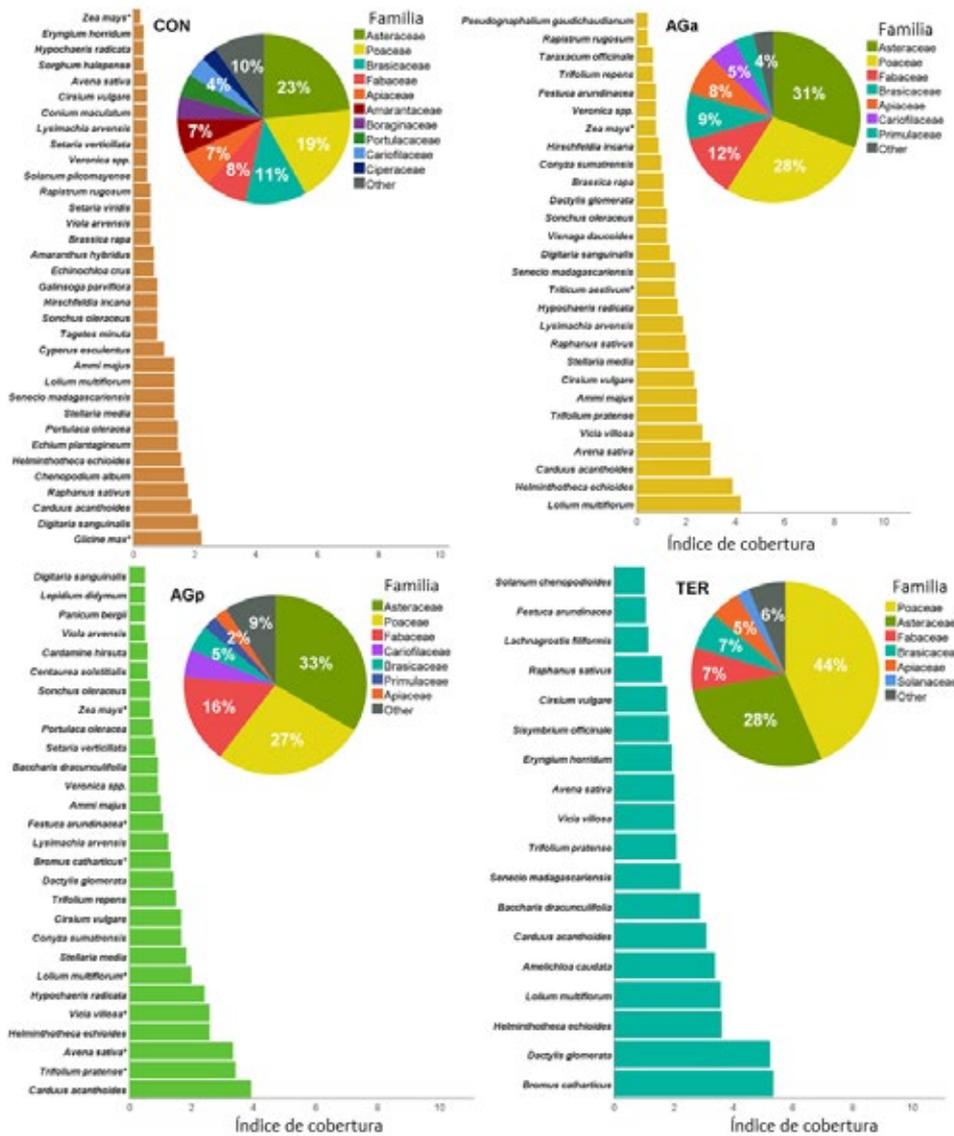
cultivadas, especialmente en CON y AGa. Por otro lado, en las TER se encontraron mayor cantidad de especies arbustivas con un potencial invasor bajo. Las parcelas cultivadas presentaron especies con formas de dispersión hidrocórica y hemerocórica, asociadas a un potencial invasor moderado. En cambio, en las TER, las especies tendieron a dispersarse principalmente por anemocoria (alto potencial invasor) y zoocoria (bajo potencial invasor). El tamaño de semilla más común fue el mediano (entre 5 y 10 gramos) asociado a un potencial invasor moderado, en todas las parcelas. Sin embargo, en los tratamientos agroecológicos hubo una proporción mayor de especies con semillas grandes, que tienen un potencial invasor bajo. En términos de altura de las especies de VE, predominó la categoría intermedia (entre 90 y 150 cm), con un potencial invasor moderado, en todas las parcelas, excepto en AGp, donde se encontraron las especies más altas, relacionadas con un alto potencial invasor. La estrategia de no clonalidad fue la más frecuente en todas las parcelas muestreadas. La vía metabólica más común fue la C3, a excepción del manejo convencional que se caracterizó por la presencia de la vía metabólica C4.

Aportes del estudio a los sistemas en transición agroecológica

En este trabajo, analizamos la diversidad florística y el potencial invasor de la VE en un agroecosistema en proceso de transición agroecológica, con el propósito de abordar la pregunta: ¿Todas las plantas que crecen asociadas a los cultivos son perjudi-

La agroecología representa una perspectiva agrícola que persigue la minimización del impacto ambiental y la consideración de aspectos sociales en la producción alimentaria. Se trata tanto de una ciencia como de un conjunto de prácticas y un movimiento social. En su carácter científico, se basa en la aplicación de conceptos y principios ecológicos en la planificación y manejo de sistemas agrícolas. A nivel de prácticas agrícolas, su enfoque está en reducir la dependencia de insumos externos y en aprovechar procesos naturales para mantener la armonía en los agroecosistemas, fomentando interacciones biológicas beneficiosas entre sus elementos. El proceso hacia la transición agroecológica conlleva la restauración y fortalecimiento de la biodiversidad en los agroecosistemas, mejorando las conexiones entre sus partes y asegurando su contribución a las actuales y futuras generaciones.

Figura 4. Especies de la vegetación espontánea y su cobertura promedio (evaluado según una escala del 1 a 10) registradas en diferentes manejos. CON: manejo convencional; AGa: manejo agroecológico con cultivos anuales; AGp: manejo agroecológico con cultivos perennes; TER: terrazas. Se presentan las especies con cobertura mayor a 1%. Los gráficos de torta presentan las familias botánicas y su representatividad (en porcentaje), respectivamente. *El asterisco corresponde a especies cultivadas en las parcelas.



ciales? Nuestros resultados muestran que el potencial invasor de la VE, identificado a través de caracteres funcionales, puede ser modulado por el tipo de prácticas de manejo agrícola. Esto implica que ciertos atributos funcionales pueden favorecer la proliferación de ciertas especies en función del enfoque de manejo adoptado y de las condiciones ambientales.

En las parcelas CON encontramos como especies más abundantes a *Digitaria sanguinalis* ("pasto cuaresma"), *Raphanus sativus* ("nabón"), *Chenopodium album* ("quinoa") y *Portulaca oleracea* ("verdolaga"). Dichas especies son reconocidas por causar elevados niveles de pérdidas en cultivos, tanto en Argentina como en diferentes regiones del mundo. De hecho, han sido incluidas en una publicación que enumera "Las peores malezas del mundo", lo que destaca su alto potencial invasor ("The World's Worst Weeds": Holm et al., 1977). Por otro lado, en las parcelas AG, a pesar de la abundancia de especies cultivadas comúnmente para cultivos de cobertura o verdes como *Vicia villosa* ("vicia"), *Trifolium pratense* ("trébol rojo") y *Avena sativa* ("avena blanca"), resultó notable la cobertura de ciertas especies consideradas perjudiciales para los cultivos en la zona, a saber, *Lolium multiflorum* ("raigrás anual"), *Helminthotheca echioides* ("pega-pega") y *Carduus acanthoides* ("falso cardo negro"). Esto puede deberse a que las parcelas AG fueron asignadas como AGa o AGp según la dominancia de cultivos anuales o perennes en los últimos años, por lo cual, la proliferación de las especies mencionadas podría estar respondiendo a las condiciones generadas durante la rotación de cultivos anuales. De hecho, mayor cobertura de estas especies fue encontrada en AGa respecto a AGp.

En contraste, las TER exhibieron altas coberturas de las gramíneas *Bromus catharticus* ("cebadilla criolla") y *Dactylis glomerata* ("pasto ovillo"). La presencia de estas especies junto con otras que no muestran un potencial invasor significativo, como se explicará a continuación, sugiere que las especies presentes en estos ambientes no representan una amenaza significativa para las parcelas de cultivos cercanas.

En cuanto al potencial invasor, dos de los cinco atributos vinculados a un alto potencial (ciclo anual y crecimiento herbáceo) predominaron en las parcelas con manejo más intensivo (CON y AGa). En contraste, en las TER prevalecieron especies de bajo potencial invasor como bienales, perennes y arbustivas. Las especies herbáceas y anuales poseen una notable habilidad para adaptarse de manera efectiva a ambientes de manejo intensivo. Esta capacidad de colonizar, establecerse y expandirse se encuentra impulsada por cambios morfo-fisiológicos que les permite ajustarse a una amplia variedad de condiciones ambientales. Un rasgo característico de estas especies es su capacidad para reproducirse rápidamente, lo que se traduce en una producción significativa de semillas en un período de tiempo relativamente corto. Esta alta tasa de reproducción les otorga una

Poa annua comúnmente conocido como "pastito de invierno" pertenece a la familia Poacea y desde una perspectiva funcional se caracteriza por tener un bajo potencial invasor (especie anual, 20 cm de altura máxima, C3, no clonal, graminoide, dispersión de semillas anemocórica, 2250-4200 semillas/planta, tamaño de semilla 0,25 mg/sem). Además, esta especie tiene capacidad para actuar como cultivo de servicio protegiendo el suelo contra la erosión, y previniendo el establecimiento de otras especies potenciales invasoras. Sin embargo, es reconocida entre los agricultores como maleza. La pregunta que planteamos invita a una reflexión valiosa: ¿Cómo respondería si encontrara *Poa annua* en una situación similar a la de la foto?



ventaja competitiva y les permite prosperar en entornos cambiantes y bajo diferentes presiones de manejo, lo que las convierte en especies altamente adaptables y, en algunos casos, invasoras en sistemas agrícolas y ecosistemas naturales.

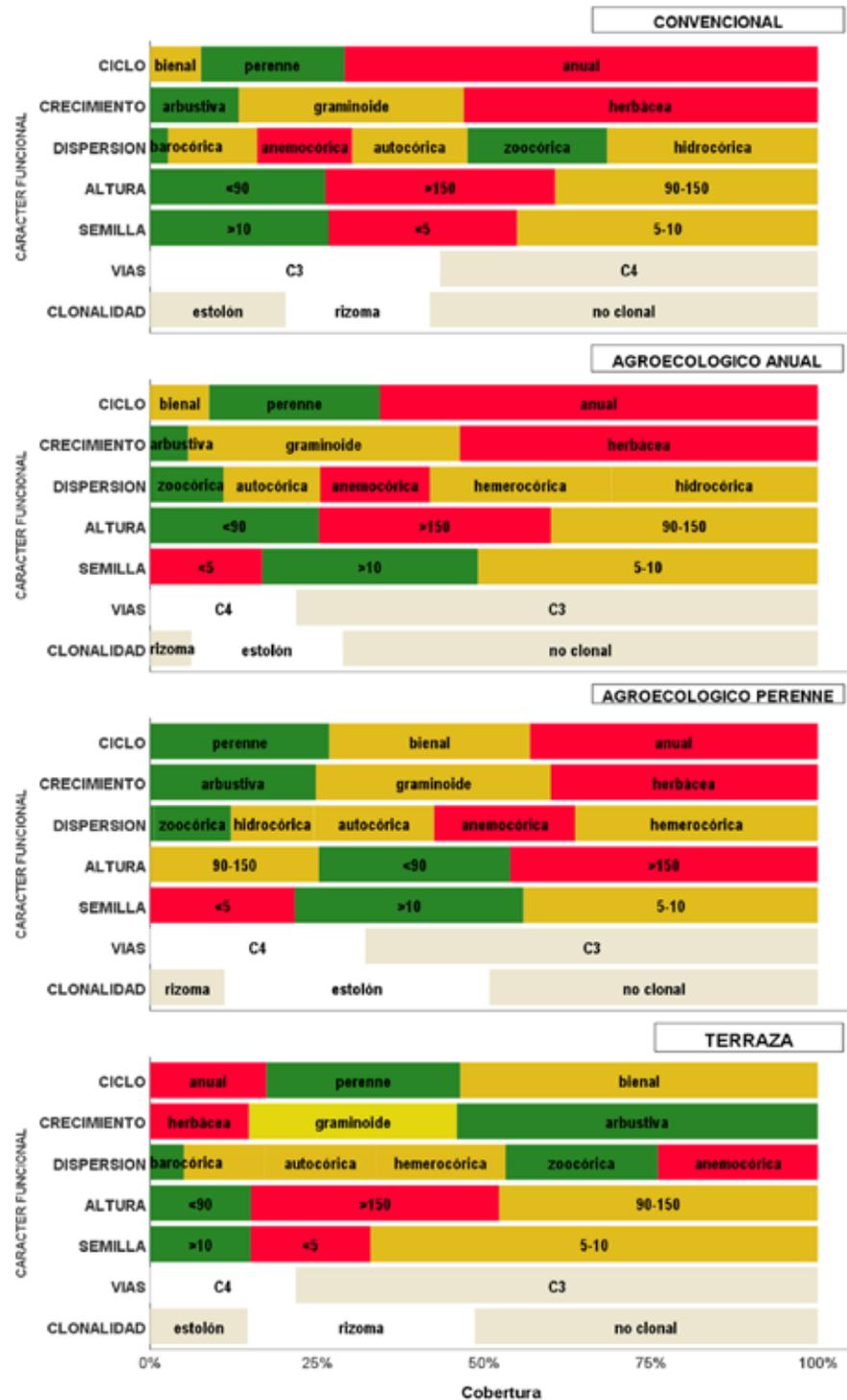
El tipo de dispersión de las especies también influye en su potencial invasor. En el estudio, se observó que en las TER predominan especies anemocóricas de alto potencial invasor, y zoocóricas de bajo potencial invasor. Sin embargo, en las parcelas cultivadas hubo una mayor proporción de especies con potencial invasor moderado y con atributos de dispersión hidrocórica y hemerocórica. Aunque se esperaba que las especies anemocóricas estuvieran mejor representadas en CON, dada su eficiente dispersión por el viento, esta relación no fue tan clara en las parcelas de cultivos. Las especies con diferentes tipos de dispersión se comportaron de manera distinta en los diferentes entornos.

La altura de la planta y el tamaño de la semilla influyen en el potencial invasor de las especies. En general, las parcelas cultivadas presentaron especies con un potencial moderado en estos aspectos, excepto las parcelas AG que se caracterizaron por especies más altas y con semillas más grandes. Las semillas grandes se benefician de labores de labranza frecuentes en la agricultura agroecológica, emergiendo desde mayores profundidades con reservas de nutrientes y energía. Sin embargo, a las especies de semillas grandes se les atribuye un bajo potencial invasor porque producen un menor número de semillas que se dispersan cerca de la planta madre. También es esperable encontrar especies de semillas grandes en sitios con alta cobertura del suelo como pasturas perennes o puentes verdes, donde las semillas con más reservas tienen mayor capacidad para competir y establecerse. En estas parcelas los tiempos de descanso y la reducida intervención tecnológica propician hábitats más estables. Por el contrario, las semillas pequeñas tienen ventajas en sitios con disturbios mayores, debido a su latencia que les permite aprovechar al máximo sus limitadas reservas y germinar sólo cuando las condiciones aseguran un establecimiento exitoso.

En síntesis, la VE de las TER mostró en general un bajo potencial invasor en comparación con las parcelas cultivadas. Aunque las TER están en proceso de estabilización ya que fueron reconstruidas en 2017, las especies presentes no serían una amenaza para los cultivos cercanos. Además, las TER muestran un menor porcentaje de especies exóticas y una mayor diversidad de especies en comparación con otros ambientes, lo que resalta su valor de conservación y su contribución a funciones ecológicas importantes.

Los resultados de esta investigación demuestran que la vegetación espontánea presente en un agroecosistema no necesariamente perjudica a la producción agrícola. El desempeño de estas especies está estrechamente relacionado con sus atributos funcionales, así como con las condiciones

Figura 5. Representatividad de los caracteres funcionales de la vegetación espontánea en parcelas con distintos tipos de manejo y en las terrazas, según su cobertura. Los colores en la figura indican el potencial invasor asociado a los diferentes atributos funcionales. El rojo representa un alto potencial invasor, el naranja indica un potencial invasor medio, el verde señala un bajo potencial invasor y el gris se refiere a casos donde el potencial no está definido. Los atributos están dispuestos en orden de cobertura, con el atributo predominante a la derecha y el de menor representatividad a la izquierda.



ambientales influenciadas por las prácticas de manejo agrícola. En este contexto, resaltamos la crucial importancia de una correcta identificación de las especies presentes en un sistema, y del conocimiento de los atributos que determinan su capacidad invasora, lo que equivale a comprender su bio-ecología. Adicionalmente, bajo la premisa de que no todas las especies son perjudiciales, los resultados presentados también promueven la idea de crear espacios de conservación destinados a polinizadores y aves que pueden brindar valiosos servicios a la producción agrícola. Estos

espacios de conservación pueden ser establecidos y gestionados a lo largo de elementos lineales como terrazas, bordes de caminos y alambrados.

En definitiva, estos resultados enfatizan la importancia de adoptar un enfoque sostenible respaldado por la agroecología, que promueve la biodiversidad y refuerza las funciones ecológicas del agroecosistema, al tiempo que reduce la dependencia de insumos derivados del petróleo, lo que, en consecuencia, disminuye el impacto ambiental asociado a la agricultura. ●