



Contribución al estudio de servicios ecosistémicos: relevamiento de polinizadores en área operada del norte neuquino

Por **Diego Alfonso Rosa** (Chevron Argentina SRL)

La polinización es un fenómeno clave en la interacción entre algunas plantas con flores con insectos, aves o mamíferos para asegurar su reproducción sexual. La vegetación de la región fitogeográfica del monte, en el norte neuquino presenta adaptaciones al ambiente semiárido y las floraciones suelen estar acotadas a cortos períodos. Algunas plantas se adaptaron a la polinización por viento, pero otras han desarrollado asociación con insectos.

Dentro de los servicios ecosistémicos identificados en el ambiente operativo, la polinización se detectó como de alto valor, debido a su relación con los procesos de revegetación y con el mantenimiento de la diversidad de flora y fauna. Sin embargo, se ha encontrado poca bibliografía relacionada con el tema para el noroeste neuquino.

El conocimiento y la identificación de los servicios ecosistémicos del ambiente en áreas operativas permite entender potenciales impactos y definir acciones preventivas y de mitigación.

Los relevamientos realizados entre la primavera y el verano mostraron una gran variedad de insectos interactuando con *Hyalis argentea* que resultó ser la planta más visitada; seguida por ejemplares de *Larrea* sp., *Chusqueira* sp. y *Prosopis* sp. En un relevamiento preliminar se encontraron 37 géneros de insectos correspondientes a veintiún familias en tres órdenes, Hymenoptera, Diptera y Lepidoptera. Todas con excepción de *Apis mellifera* son nativas de la zona.

Este estudio preliminar será complementado durante los próximos años para mejorar el entendimiento de la dinámica de las poblaciones vegetales y optimizar los procesos de revegetación contribuyendo al mantenimiento de la diversidad de invertebrados y sus interacciones ecológicas.

Descripción del trabajo

La toma de decisiones en materia ambiental requiere de un profundo conocimiento de los componentes que lo conforman, de los impactos que las acciones de la industria pueden provocar, tanto sobre el medio físico como en los componentes biológicos. La mejora en el conocimiento de la línea de base ambiental aporta al incremento de la certeza en la predicción de resultados en este sentido (Rosa, 2017).

Como parte de una iniciativa para mejorar el conocimiento de la diversidad biológica en el área de operación, se han colectado datos de plantas, hongos y animales, tanto vertebrados como invertebrados. Durante un período de un año, con visitas estacionales se recolectaron datos tanto en horario diurno como nocturno. A la fecha de cierre de este trabajo se han identificado más de doscientas especies, incluyendo casi cincuenta plantas, un número similar de vertebrados y unos cien invertebrados, cuyos números serán explicados en mayor detalle en la sección resultados.

Con esta información en continuo crecimiento y con la cantidad de invertebrados de la clase Insecta¹ que han sido registrados surgió la inquietud de conocer los servicios ecosistémicos de estos en el ambiente operativo. Se identificaron dos servicios ecosistémicos con potencial de ser estudiados en relación con los procesos de revegetación natural, el primero de ellos es la polinización en el ambiente natural y su efecto en las estrategias de revegetación; y el segundo, el proceso de reciclado de nutrientes en suelo y su aporte al proceso de revegetación. Para

el desarrollo de este trabajo se seleccionó el primero.

Este trabajo es una contribución al conocimiento de la diversidad biológica, en este sentido el alcance ha sido la identificación de los órdenes, familias y, en lo posible, géneros y especies de insectos que actúan como polinizadores como base para estudios posteriores de interacción con plantas y eficiencia de polinización y viabilidad de semillas.

El estado de los insectos polinizadores es una preocupación internacional, el conocimiento de la magnitud de una potencial declinación en sus poblaciones está limitado por la falta de registros y de un monitoreo sistemático de sus poblaciones (O'Connor, 2019).

Metodología

La presente metodología se desarrolló para el relevamiento y la caracterización de la diversidad biológica en áreas operativas de la industria del petróleo y del gas, específicamente para el ambiente de la provincia fitogeográfica del monte.

Los pasos considerados en la metodología incluyen la investigación de la biodiversidad potencial, las observaciones de campo y la generación de los registros (Rosa, 2018).

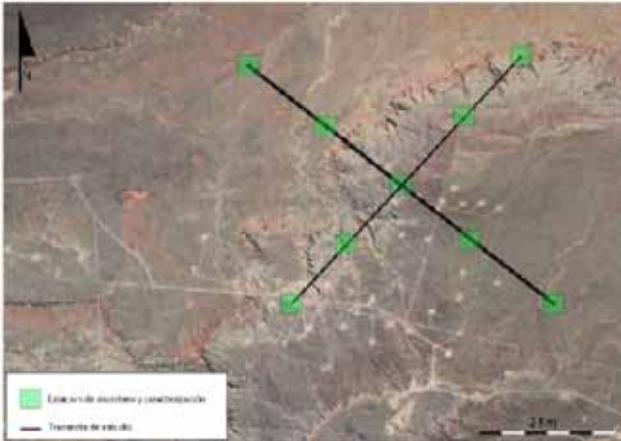
Esquemas de relevamiento

El esquema de relevamiento original se basa en las siguientes estrategias:

1. Recorrida de campo en transecta definidas.
2. Recorrida aleatoria de campo.
3. Identificación de sitios de visita de insectos a flores (O'Connor, 2019).

Las campañas de recolección de datos se realizaron desde diciembre de 2021 a mayo de 2023 con una periodicidad estacional como mínimo, agregándose más campañas en la medida de las posibilidades. Fueron realizadas siete campañas, que en total sumaron 21 días de recolección de datos. Las campañas incluyeron recorridos en horarios matutinos, vespertinos y nocturnos.

- 1. Transectas definidas:** las transectas definidas tuvieron una longitud promedio de 3 km que unieron locaciones de pozos e instalaciones a campo traviesa.
- 2. Recorridas aleatorias:** aprovechando tareas no relacionadas con la campaña, se incluyeron áreas remotas y áreas dentro de zonas operativas donde los relevamientos se efectuaron puntualmente. Por ejemplo, los relevamientos en cercanías de instalaciones, canteras u otras visitadas con otros motivos primarios.
- 3. Sitios de visita de flores:** se identificaron en primavera zonas de alta densidad de plantas con flores y se las visitó durante ese período y el verano. En estos sitios se concentraron la mayor cantidad de observaciones de insectos polinizadores.



Monitoreo por transectos o cuadrículas: la metodología primaria de estudio de diversidad biológica está basada en la recolección de muestras u observación directa de animales, o indirecta, como la identificación de huellas, heces, egagrópilas, pelos o plumas. Estas evidencias se recogen en campo a partir de la definición de transectos o de cuadrículas.

Figura 1. Tomada de Práctica Recomendada Biodiversidad (IAPG, no publicada).

Se definen un área de estudio y se establecen caminos para recorrer, llamados transectos, preferentemente líneas a partir de una estación base. Cada una determinada cantidad de metros, se establece un área de muestreo y caracterización que será representativa de esa sección de la transecta. Esto permitirá luego entender cambios de flora o fauna a lo largo del recorrido.

En las estaciones de muestreo y caracterización se procede al recuento de especies, fotografías o inventarios botánicos para luego ser estudiados y caracterizados por especialistas (IAPG, 2023).

Recolección de datos

La recolección de datos se realizó a pie en las zonas de interés. Los registros fueron tomados con cámara de fotos digital, con lente de suficiente distancia focal como para obtener fotografías detalladas que facilitarían la identificación (Nikon D7200, Nikkor 18-300 mm).

Se registraron todos los insectos posibles, georreferenciando su posición por el uso de un dispositivo GPS (Garmin Etrex Legend 2) y procediendo luego a la georreferenciación de las fotografías usando un software para este fin (Rosa, 2019).

Proceso de identificación

El proceso de identificación se realiza a partir de las fotografías tomadas.

- 1. Identificación preliminar:** con la experiencia del observador se pueden obtener identificaciones a nivel de orden y familia.
- 2. Bases comparativas:** se utilizan guías de campo de invertebrados que pueden estar disponibles en el mercado o bases de datos en internet.

- 3. Foros especializados:** las especies que no pudieron ser identificadas más allá de nivel familia con las fuentes de los puntos anteriores fueron subidas al foro de identificación de (<https://www.inaturalist.org/>), donde especialistas colaboraron en el proceso de identificación.

Determinación de polinizadores

Los insectos cumplen diversas funciones en el ecosistema. Los polinizadores² son aquellos que por su comportamiento o alimentación interactúan directamente con las estructuras reproductivas de las plantas y portan polen de una flor a otra facilitando la fecundación cruzada dentro de la misma especie. Este mecanismo ha evolucionado en las plantas con flores (Angiospermae³) y en muchos casos la relación planta-insecto es interespecífica.

Del total de insectos registrados, se seleccionaron los órdenes Hymenoptera⁴, Lepidoptera⁵ y Diptera⁶ (Hickman & Roberts, 1991), como los más representativos para la actividad polinizadora. Dentro de cada uno de estos órdenes hay familias o géneros dentro de algunas familias que no tienen actividad polinizadora y fueron descartados para este análisis.

Cada una de estas familias, posee adaptaciones que le permiten alimentarse del néctar ofrecido por las flores, de las cuales obtienen agua y azúcares y en algunos casos como en la familia Apidae, de las proteínas aportadas por el polen. Los lepidópteros con sus aparatos bucales succionadores especializados y los dípteros con similares características y adaptaciones.

Resultados

Diversidad biológica de invertebrados

Los resultados del relevamiento de diversidad biológica muestran que más de la mitad de los organismos registrados durante la campaña son invertebrados. De estos resultaron ser insectos 94 (el 91,5%) y arácnidos⁷ el 8,5% restante.

La tabla 1, muestra además la cantidad de especies identificadas para cada orden de Insecta.

En total 94 especies fueron identificadas hasta algún grado taxonómico suficiente como para agruparla. Algunos solo pudieron identificarse a nivel familia, otros a

	Blattodea	1
	Coleoptera	26
	Diptera	9
Órdenes de Insecta	Hemiptera	9
	Hymenoptera	24
	Lepidoptera	13
	Mantodea	1
	Neuroptera	3
	Orthoptera	7
	Phasmida	1

Tabla 1. Cuadro general de diversidad de invertebrados.

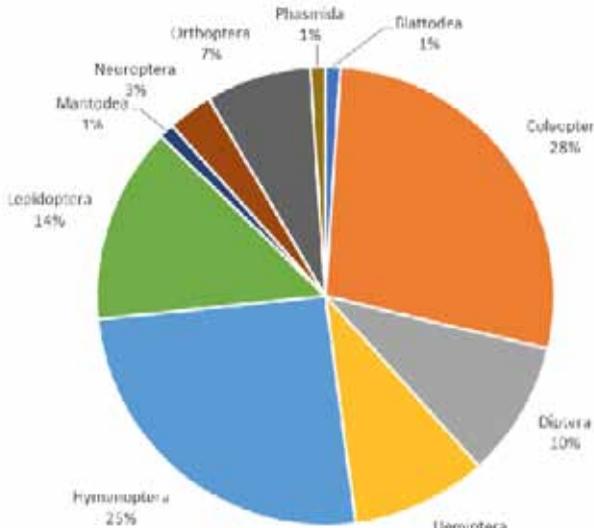


Figura 2. Biodiversidad en órdenes de la clase Insecta.

nivel género y un porcentaje menor, a nivel de especie.

Como se muestra en la figura 2, los órdenes de insectos más representativos fueron Coleoptera (escarabajos), seguido de Hymenoptera (Abejas, avispas y hormigas) y Lepidoptera (Mariposas y polillas).

Diptera y Hemíptera son dos órdenes bien representados, pero la diversidad en especies fue menor a la de los demás órdenes estudiados.

Biodiversidad de organismos polinizadores

Respecto de los organismos polinizadores, se tomaron solamente los órdenes que se encontraban sobre flores y cuyo comportamiento implicaba, directa o indirectamente, transporte de polen de una flor a la otra. Se tomaron Lepidoptera, Hymenoptera y Diptera. En el caso de Hemíptera, las especies observadas se limitaban

a la alimentación de savia o a la caza de otros insectos y no se consideran en este trabajo, situación similar se establece para los coleópteros, a pesar de que algunos presentan comportamientos que facilitan la polinización fueron dejados fuera de este análisis.

La riqueza biológica en materia de polinizadores es de 37 especies. No se han identificado especies en peligro de extinción.

No se han realizado cálculos de dominancia de especies, se requieren mayor cantidad de datos para obtener un análisis cuantitativo confiable. La especie más informada ha sido la abeja europea, *Apis mellifera*, indicativo de la presencia de colmenares en las cercanías del yacimiento.

Nivel de identificación

Antes de continuar con el desarrollo de este trabajo es importante remarcar el grado de identificación al que se ha llegado con las distintas especies encontradas (Tabla 2).

Nivel de identificación						
	Orden	Familia	Subfamilia	tribu	Género	Especie
Diptera	100	100	87,5	87,5	62,5	0
Lepidoptera	100	100	90	90	90	90
Hymenoptera	100	100	87,5	87,5	75	29,16

Tabla 2. Nivel de identificación de especies.

El mayor grado de certeza en la identificación se ha logrado en los lepidópteros. Los ejemplares no identificados corresponden a la familia Noctuidae, que son polillas que han sido fotografiadas en las campañas de

Orden	Polinizadores
Diptera	6
Lepidoptera	13
Hymenoptera	18

Tabla 3. Cantidad de polinizadores por orden de la clase Insecta.



Figura 3. Contribución de cada orden al total de polinizadores.

Orden	Familia	Especies
Diptera	Bombilidae	5
	Nemestrinidae	1
	Lycaenidae	1
	Erebidae	1
	Hesperilidae	1
Lepidoptera	Cossidae	2
	Nymphalidae	1
	Pieridae	2
	Crambidae	1
	Noctuidae	3
	Riodinidae	1
	Haliotinae	3
	Apidae	3
Hymenoptera	Sphecidae	3
	Mutillidae	2
	Megachilidae	1
	Vespidae	1
	Cabronidae	1
	Pompilidae	1
	Thynidae	2
	Braconidae	1

Orden	Familia	Subfamilia	Tribu	Género	Especie	
Diptera	Bombyliidae	Anthracinae	Exoprosopini	<i>Exoprosopa sp.</i>		
			Villini			
		Lomatiinae	Lomatiini	<i>Macrocondyla sp.</i>		
		Cythereinae		<i>Sericosoma sp.</i>		
	Nemestrinidae	Hirmoneurinae		<i>Trichophthalma sp.</i>		
Lepidoptera	Lycaenidae	Theclinae	Eumaeini	<i>Strimon sp.</i>	<i>Strymon eurytulus</i>	
	Erebidae	Arctinae	Arctinii	<i>Paracles sp.</i>	<i>Paracles severa</i>	
	Hesperiidae	Pyrginae	Pyrginii	<i>Cyrgus sp.</i>	<i>Cyrgus fides</i>	
	Cossidae			<i>Breyeriana sp.</i>	<i>Breyeriana cistransandina</i>	
	Nymphalidae	Nymphalinae	Nymphalini	<i>Vanessa sp.</i>	<i>Vanessa carye</i>	
	Cossidae					
	Pieridae	Coliadinae			<i>Abaeis sp.</i>	<i>Abaeis deva</i>
		Pierinae	Pierini		<i>Tatochila sp.</i>	
	Crambidae	Pyraustinae	Pyraustini	<i>Achyra sp.</i>		
	Noctuidae	Heliothinae			<i>Helicoverpa sp.</i>	
		Noctuinae	Hadenini		<i>Callargyra sp.</i>	<i>Callargyra bayni</i>
		Heliothinae				
	Riodinidae	Riodininae	Nymphidiini		<i>Aricoris sp.</i>	
Halictidae	Halictinae		Halictini	<i>Lasioglossum sp.</i>	<i>Lasioglossum sp</i>	
				<i>Pseudagapostemon sp.</i>	<i>Pseudagapostemon singularis</i>	
				<i>Pseudagapostemon sp.</i>		
Apidae	Apinae		Apiini	<i>Apis sp.</i>	<i>Apis mellifera</i>	
			Centridini	<i>Centris sp. sp.</i>		
				<i>Svastra sp.</i>		
Sphecidae	Sphecinae		Stangeellini	<i>Stangeela sp.</i>	<i>Stangeella cyaniventris</i>	
				<i>Sphex sp.</i>	<i>Sphex mendozanus</i>	
Hymenoptera	Mutilidae	Ammophillinae	Ammophilini	<i>Amophila sp.</i>		
			Sphaerophthalmini	<i>Tallium sp.</i>		
			Sphaerophthalmini			
	Megachilidae	Megachilinae		Megacilini	<i>Megachile sp.</i>	
	Vespidae	Eumeninae			<i>Zethus sp.</i>	<i>Zethus caridei</i>
	Braconidae	1 ejemplar				
	Crabronidae	Bembicinae	Bembicini		<i>Zyzzex sp</i>	<i>Zyzzex chilensis</i>
	Pompilidae	Pepsinae	Pepsini		<i>Pepsis sp</i>	
	Thynnidae	1 ejemplar				
		2 ejemplar				

Tabla 4. Especies identificadas.

recolección de datos nocturnas. Le sigue Hymenoptera, con un grado de identificación del 75% a nivel género.

Las dificultades de identificación a niveles más detallados para Diptera se explica porque muchos ejemplares de este orden requieren identificación con cierto grado de manipulación en laboratorio. Deben observarse a la lupa estructuras no visibles con la metodología utilizada.

Diptera



Figura 4. Registros Diptera.

Selección de los polinizadores

De los tres órdenes seleccionados para este trabajo, 37 especies han sido informadas interaccionando con flores y han sido fotografiadas con la presencia de polen en sus estructuras corporales. De acuerdo con la tabla 3, la totalidad de los lepidópteros y tres cuartas partes de los dípteros e himenópteros registrados pertenecerían a esta categoría.

Lepidoptera



Figura 5. Registros Lepidoptera.

Hymenoptera



Figura 6. Registros Hymenoptera.

En la figura 3 se muestra la contribución porcentual de cada orden de la clase Insecta al total de los polinizadores. Hymenoptera ostenta el mayor porcentaje con casi la mitad de las observaciones.

Un análisis más detallado, como el que se muestra en la tabla de la figura 3, da cuenta de que los órdenes Lepidoptera e Hymenoptera son más diversos en cuanto a la cantidad de familias identificadas como polinizadoras. Los dípteros muestran solo dos familias, siendo la más representada Bombyliidae.

En la tabla 4 se presenta la totalidad de especies identificadas y el grado de identificación logrado.

Registro de fotografías

Ver figuras 4, 5 y 6.

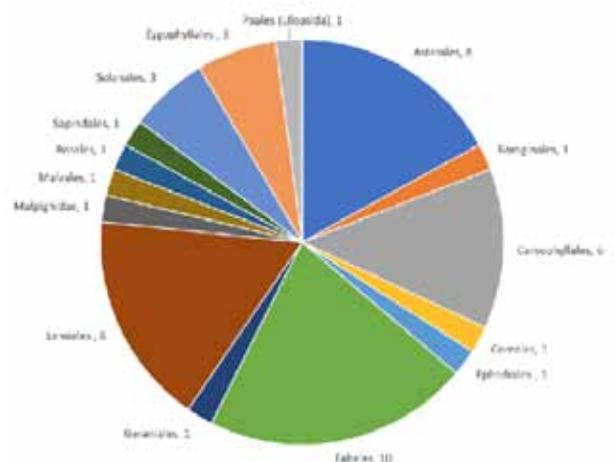


Figura 7. Ordenes de plantas con flores.

Relevamiento florístico

La zona de estudio se encuentra mayormente en la provincia fitogeográfica del monte austral, aunque algunos jarillales que se presentan lo superponen con la diversidad florística del monte de llanuras y meseta (Bisheimer, 2021).

La composición de especies de esta zona está bien documentada (Bisheimer, 2021; Coscaron Arias, 2004), aunque algunos hallazgos realizados han agregado especies al listado general.

La composición de plantas con flores (Angiospermae) está representada en la figura 7, con una diversidad mayor en Lamiales y Fabales, Asterales y Caryophyllales. Un total de 46 especies han sido registradas e identificadas dentro de Magnoliopsida y solo una en Liliopsida correspondiente a la familia Bromaliaceae y que pertenece a una planta epífita *Tilandsia retorta*

Flores visitadas

El relevamiento de polinizadores mostró que la mayoría de las observaciones fueron hechas sobre *Hyalis argentea* (Olivillo); sin embargo, no pueden extraerse conclusiones estadísticas porque el método de zonas de visita a flores durante la primavera y el verano no permite hacer una estimación independiente, ya que es el Olivillo la planta con mayor floración para esta época y con altas concentraciones formando zonas de alta atracción. Este fenómeno será analizado en el futuro con más datos de los que actualmente cuentan los autores (Figura 8).

Conclusiones

El trabajo de campo realizado durante el último año ha permitido incrementar el conocimiento de la diversidad de organismos polinizadores y de invertebrados en general. Con excepción de los foros de registro *online* no se encuentran fuentes sólidas que aporten al entendimiento de la diversidad de invertebrados en la zona.

El número de polinizadores identificado hasta la fecha corresponde casi al 40% de la totalidad de los insectos registrados, por lo que la floración en la provincia fitogeográfica del monte es un evento relevante para las poblaciones de insectos, que obtienen alimento para poder completar sus ciclos de vida.

Los organismos más activos se han determinado dentro de los tres órdenes descritos en este trabajo, se han adaptado a las condiciones ambientales y presentan una alta diversidad representada por la cantidad de especies de varias familias. Su actividad se ha registrado entre septiembre y marzo.

Más estudios son necesarios para completar el inventario y descubrir si existen interacciones planta-insecto que puedan ser alteradas por la actividad de la operación.

Desde el punto de vista de la recuperación ambiental de zonas afectadas por la operación o por incidentes ambientales, el conocimiento de la duración del período de floración y las especies predominantes, como son los casos de *Hyalis argentea* y *Atriplex lampa*, y los géneros *Larrea* sp., *Chuquiragua* sp. y *Prosopis* sp., permitirán seleccionar especies que aseguren el éxito de los procesos

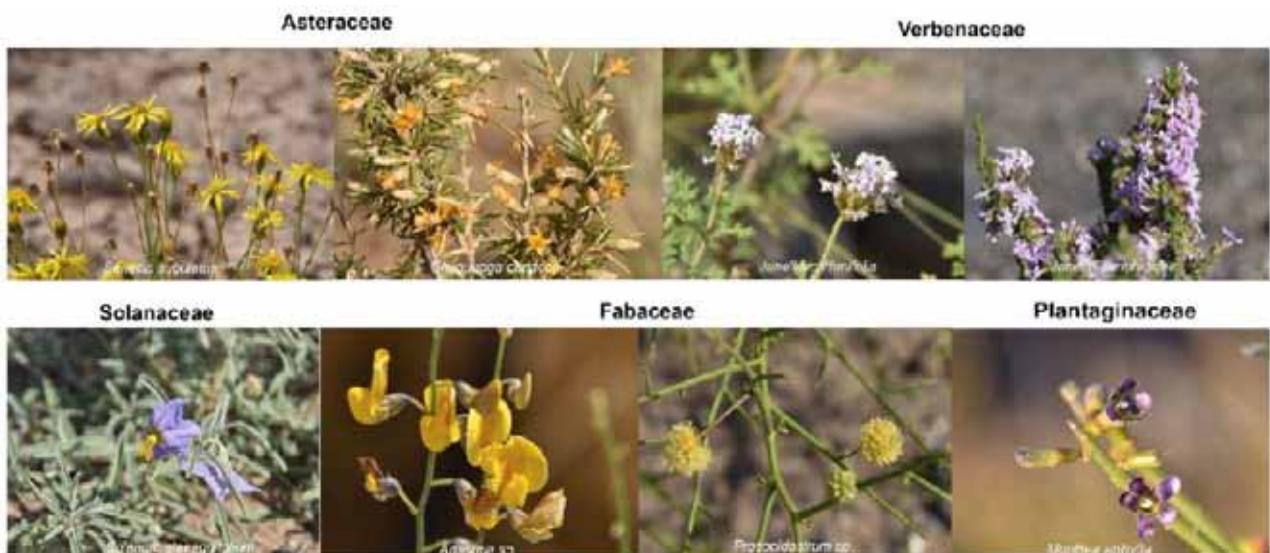


Figura 8.

de revegetación. En aquellos proyectos en los que se considere la intervención humana a través de la siembra por semillas o plantines, esta información se vuelve fundamental para asegurar la reproducción sexual de las plantas, aumentando la variabilidad genética y contribuyendo al éxito de la revegetación y recomposición ambiental.

Bibliografía

- Bisheimer, M. V. (2021). *Flora de los semidesiertos de Sudamérica templada*. M. V. Ediciones.
- Coscaron Arias, C. (2004). *Flora típica de las bardas del Neuquén y sus alrededores*. Petrobrás.
- Hickman, C. P. & Roberts, L. S. (1991). *Zoología. Principios integrales*. M. G. Hill.
- IAPG. (2023). Medidas para la identificación y protección de la diversidad biológica en operaciones costa adentro.
- O'Connor, R. S. (2019, 4 de septiembre). Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods. *Methods in Ecology and Evolution*, X.
- Rosa, D. A. (2017, 1 de noviembre). Informes ambientales: La observación de fauna como aporte permanente a la línea de base del yacimiento. LinkedIn. Beccar, Buenos Aires.
- Rosa, D. A. (2018, 15 de enero). Fauna de los Yacimientos del Norte de Río Negro y Neuquén.
- Rosa, D. A. (2019, 21 de agosto). Biodiversidad: Relevamientos de Fauna: dos herramientas para georreferenciar fotografías.

Diego Alfonso Rosa tiene más de 20 años de experiencia en el sector de HSE. Trabajó para el sector de Gas y Petróleo desde 2001. Actualmente se desempeña en el área ambiental de Chevron Argentina como Coordinador de asuntos regulatorios de Salud, Seguridad y Ambiente y como Asesor de procesos ambientales.

- 1 Los insectos (Insecta) son una clase de animales invertebrados del filo de los artrópodos, caracterizados por presentar un par de antenas, tres pares de patas y dos pares de alas (que, no obstante, pueden reducirse o faltar).
- 2 Un polinizador es un vector animal (agente biótico) que traslada polen de la antera (órgano masculino de la flor) al estigma (órgano femenino) permitiendo que se efectúe la unión del gameto masculino en el grano de polen con el gameto femenino del óvulo, proceso conocido como fertilización o singamia. La antecología es el estudio de la polinización, así como de las relaciones entre las flores y sus polinizadores.
- 3 Las Angiospermas, comúnmente llamadas plantas con flores o plantas florales, son las plantas con semilla cuyas flores tienen verticilos o espirales ordenados de sépalos, pétalos, estambres y carpelos. Los carpelos encierran a los óvulos y reciben el polen en su superficie estigmática.
- 4 Avispas, abejas y hormigas. Alas membranosas estrechas, emparejadas distancialmente; alas posteriores subordinadas; piezas bucales adaptadas para morder, lamer y chupar líquidos; oviscapto modificado en algunos casos como aguijón, perforador o cortante; hay especies sociales o solitarias; la mayoría de las larvas son sin patas, ciegas y con forma de cresa.
- 5 Mariposas y polillas. Alas membranosas cubiertas con escamas imbricadas, unidas en su base, aparato bucal chupador, enrollado en reposo; las larvas (orugas) tienen mandíbulas masticadoras para alimentarse de las plantas, falsas patas en el abdomen y glándulas de seda para tejer capullos.
- 6 Moscas. Un par de alas simples, membranosas y estrechas; las alas posteriores quedaron reducidas a balancines; piezas bucales chupadoras o adaptadas para lamer o perforar; las larvas no presentan patas, son denominadas cresas o pupas.
- 7 Arachnida: artrópodos de ocho patas, cabeza y tórax fusionados formando un cefalotórax. Abdomen pronunciado, con glándula productora de tela en la mayoría de la familia Araneae. Incluye arañas, alacranes, garrapatas y opilones.