GRUPO BLR

ECOLOGÍA EN LA INGENIERÍA AMBIENTAL

ISBN: 78-9907-802-73-3

Alex Dumany Luna Florin
Allison Adamaris Sunción Jumbo

2026

ECOLOGÍA EN LA INGENIERÍA AMBIENTAL

Alex Dumany Luna Florin

Allison Adamaris Sunción Jumbo

AUTORES:

UTMACH

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica.

©Grupo Editorial BLR
Universidad Técnica de Machala
Riobamba – Ecuador
Correo: publicaciones@grupoblr.com
https://grupoblr.com/libros-investigo
REPOSITORIO



Luna, A., Sunción, A. (2026) Ecología en la ingeniería ambiental. Grupo Editorial BLR.

© Alex Dumany Luna Florin
Allison Adamaris Sunción Jumbo

Ecología en la ingeniería ambiental.

ISBN: 78-9907-802-73-3

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

FILIACIÓN DEL AUTOR

Alex Dumany Luna Florin

Universidad Técnica de Machala

Correo Electrónico: adluna@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4973-3494

A**llison Adamaris Sunción Jumbo**

Universidad Técnica de Machala

Correo Electrónico: asuncion1@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0009-0008-8544-1521

ÍNDICE

ÍNDICE i

ÍNDICE DE TABLAS vii

ÍNDICE DE FIGURAS viii

INTRODUCCIÓN xv

CAPÍTULO I 17

1 EL ORGANISMO, SU AMBIENTE Y POBLACIONES ... 17

1.1 Preguntas de comprensión 17

1.2 Preguntas de pensamiento crítico 18

1.3 Objetivos / resultados de aprendizaje 18

1.4 El organismo y su ambiente 19

1.4.1 Conceptos fundamentales de ecología 20

1.4.2 Métodos de investigación ecológica 22

1.4.3 Valoración empírica de la hipótesis 24

1.4.4 Tipos de estudio 25

1.4.5 Experimentos ecológicos 27

1.5 Ambiente físico 31

1.5.1 Componentes del ambiente físico y su interacción con las especies. 31

1.5.2 Factores abióticos (factores físicos o biotipos) 32

1.5.3 Factores abióticos climáticos 34

1.5.4 Factores abióticos hidrográficos 40

1.5.5 Factores abióticos edáficos 41

1.5.6 Niveles de organización ecológica 43

1.6 Interacciones entre especies 50

1.6.1 Tipos de interacciones ecológicas 51

1.6.2 Interacciones positivas 52

1.6.3 Interacciones negativas 56

1.7 Poblaciones 61

1.7.1 Características y parámetros poblacionales 62

1.7.2 Determinantes del crecimiento global de una población 67

1.8 Evaluación 68

CAPÍTULO I 72

2 ECOLOGÍA DE COMUNIDADES..... 72

2.1 Preguntas de enfoque 72

2.2 Objetivos / resultados de aprendizaje..... 73

2.3 Competencias a desarrollar 73

2.4 Definición de comunidades..... 74

2.4.1 Estructura, dinámica e interacciones de comunidades..... 74

2.4.2 Procesos de sucesión..... 77

2.4.3 Especies clave 77

2.5 Patrones de diversidad biológica..... 82

2.5.1 Patrones taxonómicos..... 83

2.5.2 Patrones biogeográficos 85

2.5.3 Patrones ecológicos..... 86

2.5.4 Biodiversidad de los trópicos..... 87

2.5.5 Puntos críticos de biodiversidad 89

2.6 Libro de vegetación del Ecuador..... 90

2.6.1 Distribución de la vegetación en Ecuador..... 90

2.7 Evaluación 100

CAPÍTULO III 103

3 ECOLOGÍA DE ECOSISTEMAS 103

3.1 Preguntas de enfoque 103

3.2 Objetivos / resultados de aprendizaje 103

3.3 Competencias a desarrollar 104

3.4 Propiedades de los ecosistemas 105

3.4.1 Características de un ecosistema 106

3.4.2 Tipos de ecosistemas 107

3.4.3 Niveles tróficos 112

3.5 Los Ecosistemas de Ecuador y su distribución en la Provincia de El Oro 114

3.5.1 Manglar y zona marino costera 115

3.5.2 Bosques secos de tierras bajas 116

3.5.3 Bosques montanos bajo 116

3.5.4 Bosques montanos 117

3.5.5 Bosques montano alto y páramo 118

3.5.6 Bosques piemontano y nublado 118

3.6 Ecosistemas de Ecuador continental 120

3.7 Evaluación 123

CAPÍTULO IV 126

4 ECOLOGÍA HUMANA 126

4.1 Preguntas de enfoque 126

4.2 Objetivos / resultados de aprendizaje 127

4.3 Competencias a desarrollar 127

4.4 Ecología Humana 128

4.4.1 Relación ser humano-ecosistema 129

4.4.2 Ecosistemas agrícolas 133

4.5 Ecosistemas y sistemas sociales 135

4.5.1 Ecosistemas urbanos 135

4.5.2 Problemas de los ecosistemas urbanos 137

4.5.3 Flujo de energía en ecosistemas urbanos 138

4.6 Servicios ecosistémicos y agroecosistemas 141

4.6.1 Servicios ecosistémicos de los agroecosistemas 144

4.7 Evaluación 147

GLOSARIO DE TÉRMINOS 150

BIBLIOGRAFÍAS 153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y parámetros poblacionales. 63

Tabla 2. Dificultades para determinar la proporción de sexos. 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplo de individuo en el ecosistema. 19

Figura 2. Ejemplo de individuo en el ecosistema. 21

Figura 3. Ejemplo de individuo en el ecosistema. 22

Figura 4. Flujograma del planteamiento del problema. 23

Figura 5.Diseño del estudio. 25

Figura 6.Observación y trab ajo de campo, adaptado de Eurofins (2025) y Ortega (2024). 26

Figura 7. Experimentos naturales. 27

Figura 8.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025. 28

Figura 9.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025. 29

Figura 10.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025. 30

Figura 11.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025. 31

Figura 12.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025. 32

Figura 13. Grado de adaptabilidad. 33

Figura 14. Grado de adaptabilidad. 34

Figura 15. Grado de adaptabilidad. 35

Figura 16. Grado de adaptabilidad. 36

Figura 17. Efectos de temperatura en plantas. 37

Figura 18. Efectos de temperatura en plantas. 37

Figura 19. Efectos de temperatura en plantas. 38

Figura 20. Efectos de temperatura en plantas. 40

Figura 21. Factores abióticos hidrográficos. 40

Figura 22. Factores abióticos edáficos. 42

Figura 23. Niveles de organización, adaptado de Morgan, 2021... 43

Figura 24. Individuos, Sánchez Falcón, 2020. 44

Figura 25.Población, Sánchez Falcón, 2020. 45

Figura 26.Comunidad, Sánchez Falcón, 2020. 47

Figura 27.Ecosistema, Sánchez Falcón, 2020. 48

Figura 28. Bioma, Sánchez Falcón, 2020. 49

Figura 29. Biosfera, Sánchez Falcón, 2020. 49

Figura 30. Interacciones entre especies, Gortari, 2022. 50

Figura 31. Relaciones en el ecosistema. 51

Figura 32. Simbiosis. 52

Figura 33. Simbiosis de Rhizobium con raíces de leguminosas..... 53

Figura 34. Mutualismo. 54

Figura 35. Mutualismo entre pájaros y rumintes. 54

Figura 36. Mutualismo entre hormigas y pulgones. 55

Figura 37. Polinización como mutualismo. 55

Figura 38.Comensalismo. 56

Figura 39.Comensalismo. 57

Figura 40.Comensalismo. 58

Figura 41.Comensalismo. 59

Figura 42. Parasitismo. 60

Figura 43. Parasitismo. 60

Figura 44.Población, Timtom, 2014. 61

Figura 45. Dinámica de poblaciones, Ropero, 2024. 63

Figura 46. Pirámide poblacional, Ramos, 2024. 65

Figura 47. Tipos de pirámides poblacionales. 66

Figura 48.Tipos de distribuciones. 67

Figura 49.Comunidades. 73

Figura 50. Comunidad de peces, Vásquez, 2011. 75

Figura 51. Hábitat vs nicho ecológico, Ciencia, 2022. 76

Figura 52. Biomasa, Vázquez, 2011. 77

Figura 53. Estrella de mar como especie clave en las zonas intermareales, Ha & Schleiger, 2025. 78

Figura 54.Sucesión ecológica, Carreto, 2016. 79

Figura 55.Plantas suculentas como especies pioneras, Ha & Schleiger, 2025. 80

Figura 56. Sucesión en un bosque de robles y nogales. 82

Figura 57.Lago Victoria en África. 82

Figura 58.Número de especies conocidas en el mundo 83

Figura 59.Vermicella parscauda. 84

Figura 60. Reinos biogeográficos. 85

Figura 61. Diversidad biológica en regiones. 86

Figura 62.Tendencia de número de especies de anfibios en el mundo. 88

Figura 63.Hotspots de biodiversidad en el mundo. 90

Figura 64. Regiones naturales del Ecuador. 91

Figura 65. Matorral seco de la costa. 91

Figura 66. Bosque deciduo de la costa. 92

Figura 67.Bosque húmedo tropical del chocó. 93

Figura 68.Bosque piemontano occidental. 94

Figura 69. Bosque montano occidental. 95

Figura 70.Páramo. 96

Figura 71.Matorral interandino. 97

Figura 72. Bosque montano oriental. 98

Figura 73.Bosque piemontano oriental. 99

Figura 74. Bosque húmedo tropical amazónico. 100

Figura 75. Ecosistemas de El Ecuador. 104

Figura 76.Ecosistema. 105

Figura 77. Interacción en un ecosistema. 106

Figura 78.Tipos de ecosistemas. 107

Figura 79. Ecosistema acuático. 108

Figura 80. Ecosistema terrestre. 109

Figura 81.Ecosistemas mixtos. 109

Figura 82. Ecosistema microbiano. 110

Figura 83. Ecosistema artificial. 111

Figura 84. Ecosistema subterráneo. 111

Figura 85. Niveles tróficos. 113

Figura 86. Ecosistemas de El Oro. 115

Figura 87.Manglar de la provincia de El Oro. 116

Figura 88.. Bosques secos de tierras bajas de la provincia de El Oro. 116

Figura 89. Bosques montanos bajo de la provincia de El Oro. ... 117

Figura 90. Bosques montanos de la provincia de El Oro. 117

Figura 91. Bosques montano alto y páramo de la provincia de El Oro. 118

Figura 92.Bosques piemontano y nublado de la provincia de El Oro. 119

Figura 93.Especies de reptiles, anfibios y aves en los ecosistemas de El Oro. 119

Figura 94. Ecosistemas del Ecuador continental. 121

Figura 95. Ecosistemas del Ecuador continental. 122

Figura 96. Interacciones entre el ecosistema natural y social..... 128

Figura 97. Ecosistema humano. 129

Figura 98.Adaptación. 131

Figura 99. Plasticidad. 132

Figura 100. Ecosistema agrícola. 134

Figura 101.Erosión del suelo en ecosistemas agrícolas. 135

Figura 102. Ecosistema urbano. 136

Figura 103. Contaminación acústica. 138

Figura 104.Flujo de energía en ecosistemas urbanos. 139

Figura 105. Áreas verdes urbanas. 140

Figura 106. Servicios ecosistémicos. 142

Figura 107. Tipos de servicios ecosistémicos. 143

Figura 108. Servicios ecosistémicos de los agroecosistemas. 146

INTRODUCCIÓN

La ecología es una rama de la biología que tiene como eje central el análisis científico de las relaciones entre los seres vivos y el medio en el que habitan. Esta disciplina estudia desde los organismos como individuos hasta las poblaciones, comunidades y ecosistemas enteros, para comprender como interactúan factores bióticos con abióticos, lo que permite determinar patrones de abundancia, distribución y diversidad de los organismos en el planeta.

Entender y poner en práctica la ecología significa que, como resultado de intrincadas redes de interdependencia, la vida en el planeta es sostenible. El movimiento de elementos fundamentales, como el agua, el carbono y el nitrógeno a través de los sistemas naturales, así como la transferencia de energía desde los productores hasta los consumidores y descomponedores son factores que benefician al equilibrio ecológico. Garantiza que los ecosistemas operen adecuadamente, tengan la capacidad de recuperarse si se ven alterados y sostengan el suministro constante de bienes y servicios esenciales para las personas.

La provincia de El Oro es considerada un entorno ideal para el aprendizaje ecológico, gracias a la diversidad que posee en ecosistemas y especies. Ecuador, que es conocido como uno de los países más megadiversos del mundo, tiene una amplia biodiversidad, tipos de vegetación y formas de vida. Esta diversidad brinda oportunidades excepcionales para la investigación de procesos ecológicos en situaciones reales. La enorme diversidad natural del país lo convierte prácticamente en un laboratorio al aire libre, donde se puede observar

de primera mano cómo la geografía, el clima, las actividades humanas y la historia evolutiva han ido dando forma a los ecosistemas que conocemos hoy.

Este libro fue creado para convertirse en un apoyo completo para estudiantes de la asignatura de Ecología de la carrera de Ingeniería Ambiental y áreas relacionadas. Su contenido sigue de manera directa la organización planteada en el syllabus de la asignatura, de modo que el aprendizaje avance de forma clara, ordenada y fácil de seguir. El documento aborda temas clave como el ambiente físico, las relaciones organismo-ambiente, la dinámica de poblaciones, las interacciones entre especies, la ecología de comunidades, la ecología de ecosistemas, los sistemas ecológicos del Ecuador y la ecología humana.

CAPÍTULO I

1 EL ORGANISMO, SU AMBIENTE Y POBLACIONES

Esta Unidad contempla los lineamientos ideales para entender como los organismos interactúan con el entorno que los rodea, así como comprender cómo esto tiene repercusión en las estructuras y conductas poblacionales. Estos vínculos son la base de cualquier comprensión ecológica, ya que describen los factores que deciden la distribución de las especies, su cantidad y su capacidad para sobrevivir en diferentes ecosistemas.

Dentro de esta unidad se estudiarán las interacciones que existen entre especies, desde la competencia hasta la depredación, así como también los componentes bióticos y abióticos que comprende el entorno y como se jerarquiza la organización ecológica. Además, se analizarán los procesos que influencian el crecimiento poblacional, la variabilidad genética, la dispersión y los patrones espaciales, con ejemplos aplicados a ecosistemas del Ecuador y la provincia de El Oro.

1.1 Preguntas de comprensión

- ¿Cómo influyen los factores abióticos en el comportamiento y supervivencia de los organismos?
- ¿Qué determina que una especie pueda vivir en un ambiente y no en otro?
- ¿Cuáles son las principales características que definen a una población?

1.2 Preguntas de pensamiento crítico

- ¿Cómo podría cambiar una población si se altera algún componente del ambiente físico?
- ¿Por qué la estructura de un ecosistema completo puede ser modificado debido a la interacción entre especies?
- ¿Qué ejemplos de interacciones interespecíficas pueden observarse en la provincia de El Oro?

1.3 Objetivos / resultados de aprendizaje

Al finalizar esta unidad, el estudiante será capaz de:

- Comprender la relación que se presenta entre los organismos y su entorno, determinando factores bióticos y abióticos.
- Analizar los procesos que intervienen en el crecimiento poblacional, características y parámetros.
- Reconocer y entender los distintos tipos de interacciones que se dan entre especies, y su dinámica en los ecosistemas.
- Aplicar conocimientos básicos de ecología en casos de estudio dentro de la región.

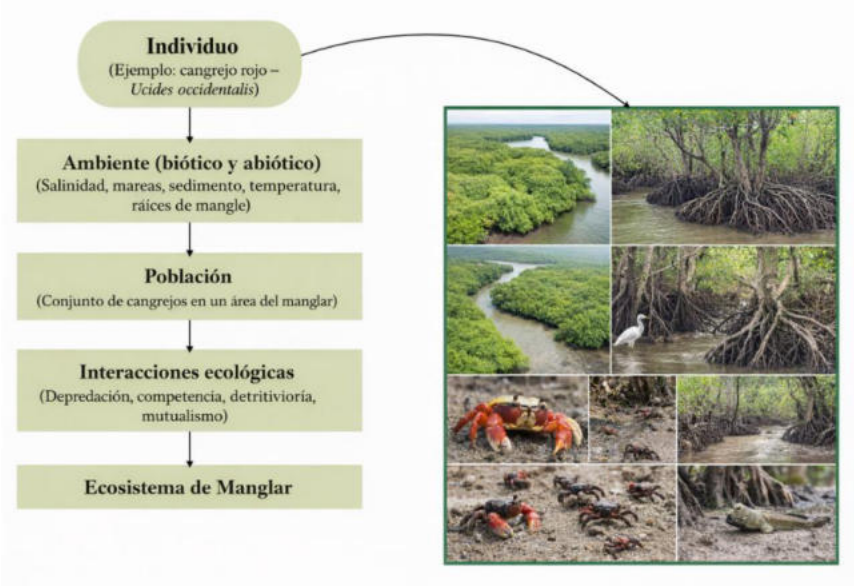


Figura 1. Ejemplo de individuo en el ecosistema.

Imagina un ecosistema manglar ubicado en la costa de la Provincia de El Oro. La luz del sol, la salinidad del agua, los sedimentos que se encuentran en el suelo y las mareas son factores que determinan las especies capaces de vivir en esa área. Los cangrejos, las aves, los peces y los árboles de mangle dependen unos de otros para vivir. La composición del manglar se altera si la salinidad sube debido a una sequía que dure mucho tiempo, o si baja a causa de lluvias fuertes.

"En la naturaleza, nada existe solo." – Rachel Carson

1.4 El organismo y su ambiente

Los organismos están en constante relación con el entorno, del cual obtienen todos los recursos necesarios para sobrevivir, crecer y reproducirse. Esta relación comprende factores bióticos como abióticos,

desde otros organismos hasta factores como luz solar, temperatura, suelo. Es por esta razón que los organismos deben ser estudiados en conjunto con las condiciones ambientales que los rodean.

El estudio de los organismos y su entorno permite conocer como estos responden a cambios, utilidad de recursos disponibles y relación con otros organismos. Además, esto contribuye a explicar su distribución y abundancia, así como los procesos que mantienen en equilibrio los ecosistemas. Comprender estas relaciones e interacciones constituyen la base fundamental para el estudio de la ecología.

1.4.1 Conceptos fundamentales de ecología

La ecología es la ciencia que estudia a todos los organismos dentro del entorno en el que habitan, así como los factores fisicoquímicos que intervienen en su medio. Esto quiere decir que, estudia las interrelaciones de los organismos entre sí y con su entorno. Históricamente hablando, la palabra ecología se atribuye al biólogo alemán Ernst Haeckel, quien en 1869 dio el significado de “economía de la naturaleza” a este término (Henao Orozco et al., 2018).

Krebs (1972) sugirió una definición menos vaga: “La ecología es el estudio científico de las interacciones que determinan la **distribución y abundancia** de los organismos”. La definición de Krebs no utiliza la palabra "medio ambiente"; Para ver por qué, es necesario definir la palabra. Dentro del medio natural, existen factores bióticos (organismos) como abióticos (físicos químicos) que influyen en el ambiente de un individuo, lo que provoca las denominadas interacciones. Las “interacciones” en la definición de Krebs son, por

supuesto, interacciones con estos mismos factores. Por tanto, el medio ambiente conserva la posición central que le dio Haeckel. La definición de Krebs tiene el mérito de señalar el tema fundamental de la ecología: la distribución y abundancia de los organismos: dónde se encuentran los organismos, cuántos se encuentran allí y por qué (Begon & Townsend, 2021).



Figura 2. Ejemplo de individuo en el ecosistema.

Desde que Taylor la definió en 1936 como la ciencia que estudia todas las relaciones entre los organismos y su ambiente, la ecología ha ido ampliando su alcance hasta convertirse en una disciplina integradora. Hoy en día, su importancia es tal que, de alguna manera, nuestra propia supervivencia podría depender de cómo apliquemos sus principios. Esta ciencia se centra especialmente en el estudio de los organismos cuando interactúan en grupos y en los procesos funcionales que ocurren en la tierra, en las aguas continentales y en los océanos. Por eso, la ecología abarca áreas como la ecología terrestre, la ecología de aguas dulces o limnología (que estudia lagos, ríos, humedales y otros cuerpos de agua continentales) y la ecología marina u oceanografía, encargada de

analizar los mares desde los aspectos físicos y químicos hasta los biológicos y geológicos (Henao Orozco et al., 2018).



Figura 3. Ejemplo de individuo en el ecosistema.

1.4.2 Métodos de investigación ecológica

En este apartado se desarrollarán los métodos existentes para la investigación ecológica, desde la observación y comprensión en el método científico en ecología, hasta la valoración empírica.

El método científico comienza con la **observación** de un hecho o fenómeno natural que despierta nuestra curiosidad: puede ser un comportamiento, un patrón o cualquier suceso que llama la atención. Esta curiosidad innata nos lleva a intentar explicarlo y a comprobar si nuestra interpretación es correcta. Para que el conocimiento generado por diferentes investigadores sea comparable y contribuya a una **comprensión** más amplia del funcionamiento de la naturaleza, es necesario seguir un procedimiento común. Esto permite evaluar y

verificar las explicaciones propuestas en cualquier momento. A dicho procedimiento se le conoce como **método científico**, utilizado por numerosas ciencias, tanto experimentales como no experimentales, aunque cada disciplina lo adapta según sus características y su objeto de estudio (Castro, 2005).

En este contexto, se analizará cómo se aplica el método científico dentro de la Ecología. De manera general, este método se desarrolla a través de una serie de etapas:

- Definición del problema y revisión de antecedentes
- Planteamiento de hipótesis
- Valoración empírica de la hipótesis
- Interpretación: aceptación o rechazo de la hipótesis

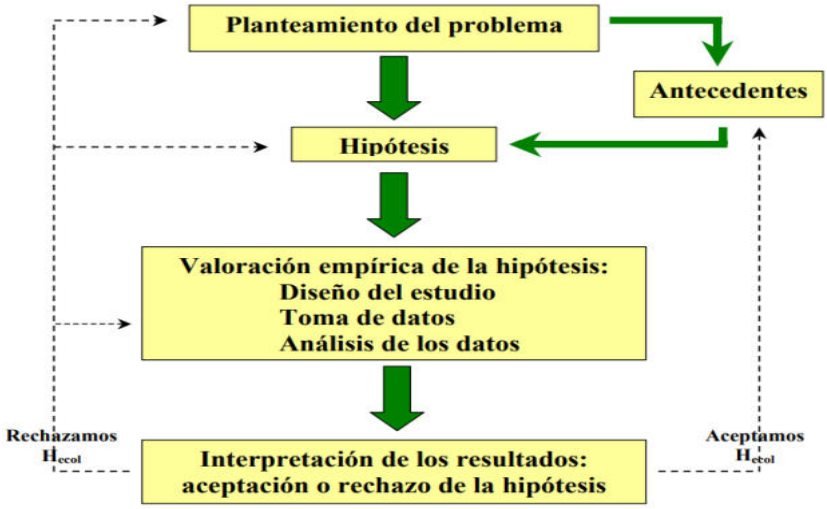


Figura 4. Flujograma del planteamiento del problema.

En Ecología la obtención de datos empíricos implica el realizar **muestreos de campo o experimentos**, como muestra la figura 4. La aceptación final de la hipótesis implica que los resultados forman parte de los antecedentes que otras personas han investigado. Si una hipótesis es rechazada —siempre que el diseño experimental y el análisis de los datos hayan sido adecuados— significa que debemos formular una nueva explicación y ponerla a prueba mediante otro experimento o muestreo. Este proceso puede conducir a la generación de hipótesis más profundas e interesantes (Castro, 2005).

1.4.3 Valoración empírica de la hipótesis

La valoración empírica de la hipótesis es la fase clave en la respuesta a nuestra pregunta ecológica. La primera decisión a tomar es si lo más adecuado para contrastar nuestra hipótesis es hacer un **estudio observacional o experimental**, es decir, si vamos a plantear un muestreo de campo o un experimento. En cualquiera de los dos casos, es necesario definir primero qué variables se van a medir y de qué manera se obtendrá la información, es decir, qué tipo de muestreo o experimento se llevará a cabo. También es importante decidir qué análisis se aplicarán para responder a la pregunta de investigación. Una vez establecidos estos aspectos, se puede proceder a recoger los datos y posteriormente analizarlos (Castro, 2005).

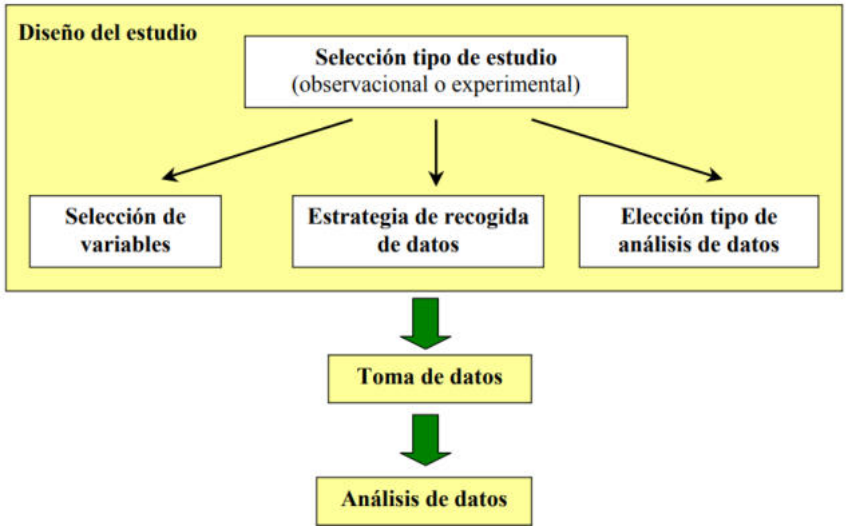


Figura 5.Diseño del estudio.

1.4.4 Tipos de estudio

Dentro de este apartado se desarrollan los diferentes tipos de estudio que se pueden emplear para investigar temas ecológicos.

Observación y trabajo de campo

Todo experimento requiere observación. Los ecólogos deben observar el entorno, las **especies que lo habitan** y cómo estas **interactúan, crecen y cambian**. Los proyectos de investigación pueden necesitar distintos tipos de evaluaciones y formas de observar un fenómeno. En algunos casos, los ecólogos recurren a una **evaluación documental** (DBA), que consiste en recopilar y sintetizar información proveniente de fuentes existentes sobre un tema o área de interés. Es decir, en lugar de generar datos nuevos, trabajan con materiales ya registrados por otros investigadores o instituciones. (Hermance, 2022).

Sin embargo, a menudo los ecólogos se basan en la **observación y el trabajo de campo**. Esto implica adentrarse en el hábitat del objeto de interés para observarlo en su **estado natural**. Mediante estudios de campo, los ecólogos pueden rastrear el crecimiento poblacional de las especies, observar la ecología de las comunidades en acción y estudiar el impacto de cualquier nueva especie u otros fenómenos introducidos en el entorno. Cada sitio de campo será diferente en naturaleza, forma y otros aspectos. Los métodos ecológicos permiten estas diferencias, lo que permite utilizar diferentes herramientas para las observaciones y el muestreo. Es fundamental que el muestreo se realice de **forma aleatoria** para evitar sesgos (Hermance, 2022).



Figura 6. Observación y trab ajo de campo, adaptado de Eurofins (2025) y Ortega (2024).

1.4.5 Experimentos ecológicos

Una de las estrategias ideales para comprender cómo los organismos se relacionan con el entorno, son los experimentos ecológicos. Estos permiten someter a prueba hipótesis mediante la manipulación —o la **observación de cambios naturales**— sobre factores ambientales, poblaciones o especies. Para su implementación se diseña un **plan de muestreo** específico, que define el área de estudio según el organismo o comunidad: por ejemplo, pueden emplearse parcelas pequeñas para organismos como artrópodos del suelo o áreas extensas para fauna como aves o árboles (Hermance, 2022).

Dentro de la ecología se reconocen principalmente tres modalidades de experimentación: manipulativa, natural y observacional. Los **experimentos manipulativos** implican modificar intencionalmente alguna variable —como la disponibilidad de nutrientes, la densidad de individuos o la presencia de depredadores— para observar los efectos en el sistema. Este tipo de experimentos puede realizarse en laboratorio o en campo, y es útil para establecer relaciones de causa-efecto bajo condiciones controladas (Hermance, 2022).

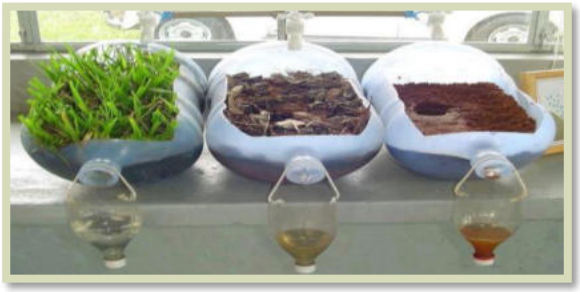


Figura 7. Experimentos naturales.

Los **experimentos naturales** se basan en variaciones o perturbaciones que ocurren sin intervención directa del investigador: por ejemplo, alteraciones ambientales, eventos climáticos, invasiones de especies, entre otros. En estos casos, el investigador no manipula activamente el sistema, sino que toma ventaja de los cambios ya producidos para estudiar sus efectos. Aunque resulta más difícil establecer causalidad directa, estos estudios ofrecen valiosas evidencias de cómo los ecosistemas responden en condiciones reales (Hermance, 2022).



Figura 8.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025.

Finalmente, los **experimentos observacionales** consisten en monitorear variables o procesos ecológicos sin alterar el ambiente, simplemente registrando datos sobre organismos, poblaciones o comunidades a lo largo del tiempo. Aunque no permiten manipular variables, sí permiten describir patrones, tendencias y asociación entre factores ecológicos, lo cual resulta útil para generar hipótesis o identificar correlaciones (Hermance, 2022).



Figura 9.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025.

Modelado

El **modelado ecológico** consiste en usar herramientas matemáticas y computacionales para representar ecosistemas, poblaciones o comunidades, de modo que podamos analizar su dinámica sin necesidad de intervenir directamente en ellos. En base a datos obtenidos mediante muestreos o recolectados en campo, se construyen modelos con gráficos, simulaciones, análisis estadísticos o ecuaciones, que describen las relaciones ecológicas y estiman los cambios que pueden ocurrir en los escenarios con distintas condiciones (Hermance, 2022).

Este estudio es ideal cuando los datos a analizar son extensos y resulta difícil realizar experimentos in situ. Estas herramientas les dan a los científicos la posibilidad de simular procesos, inferir comportamientos y explorar futuros potenciales. Por lo tanto, uno puede hacer preguntas del tipo "¿qué pasaría sí?" en respuesta a eventos como el cambio climático, cambios en el hábitat, cambios de tamaño de poblaciones o la extirpación de especies. También facilita estimar efectos acumulativos

o de largo plazo que, en condiciones reales, serían muy difíciles de observar. (Hermance, 2022).

Ahora bien, para que un modelo sea confiable debe construirse a partir de datos reales, supuestos claramente definidos y criterios transparentes. Luego, siempre que se pueda, es fundamental validar los resultados con información empírica. Esto significa que el modelado no sustituye por completo la observación ni la experimentación, sino que las **complementa**. Las predicciones que genera deben contrastarse con estudios de campo o experimentales, y es precisamente esta interacción lo que convierte al modelado en una pieza clave dentro del conjunto de métodos utilizados en la investigación ecológica (Hermance, 2022).

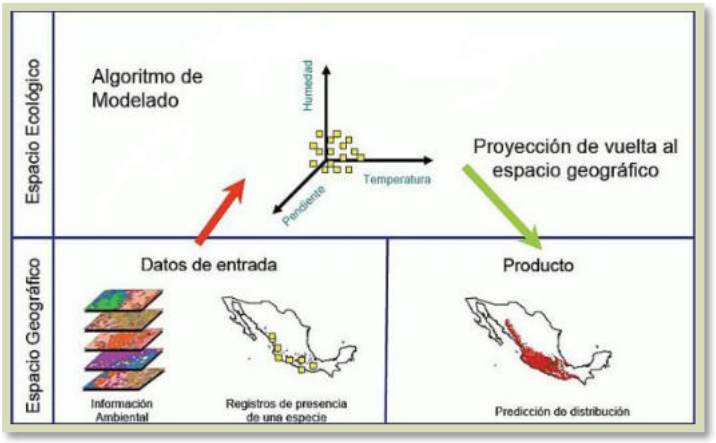


Figura 10.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025.

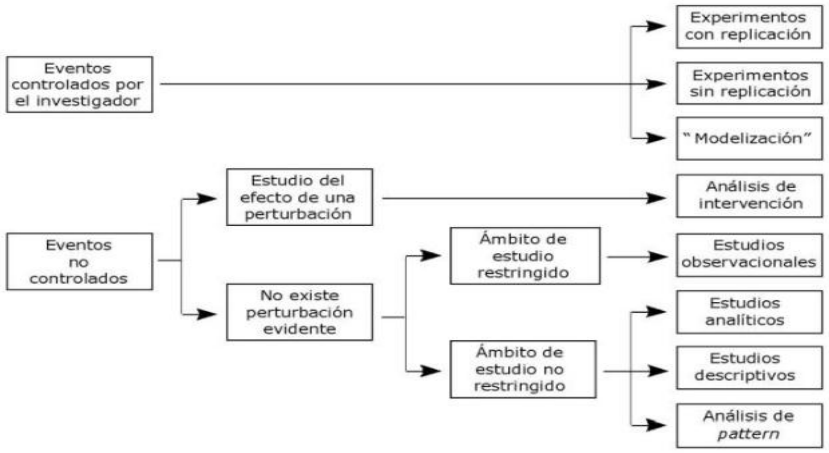


Figura 11.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025.

1.5 Ambiente físico

El ambiente físico es la unión de los procesos que llevan a cabo factores abióticos, formando el entorno donde los organismos se desarrollan. Representa el escenario natural que rodea a los organismos y determina en gran medida su distribución, comportamiento, funcionamiento y supervivencia.

1.5.1 Componentes del ambiente físico y su interacción con las especies

El ambiente incluye todos los elementos físicos y químicos del entorno, los cuales influyen directamente en los procesos ecológicos (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

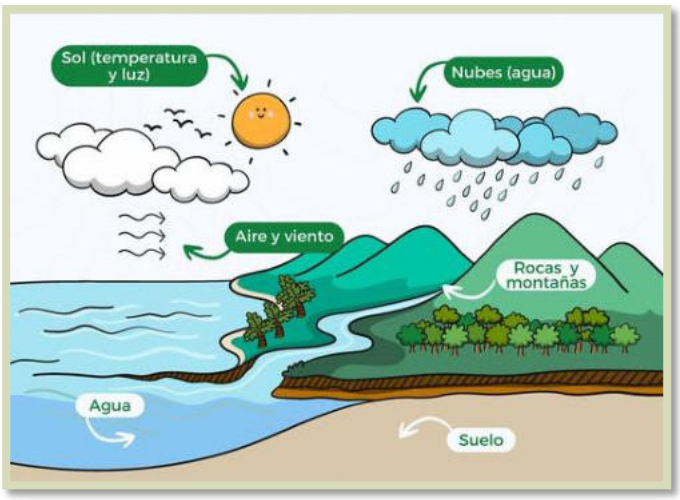


Figura 12.Experimento natural Aldeas infantiles SOS, 2025.

1.5.2 Factores abióticos (factores físicos o biotipos)

Para vivir y crecer en un lugar, cada organismo necesita ciertas condiciones de temperatura, luz, agua y tipo de suelo. Estos elementos ayudan a determinar la clase de hábitat o medio donde cada especie puede sobrevivir. Por ejemplo, en los ecosistemas de la tierra, dos elementos fundamentales son el volumen de lluvia y la temperatura. A pesar de que todos los otros factores sean adecuados, si uno solo no satisface lo que la especie requiere, el crecimiento se verá restringido. La ley del mínimo ecológico es el nombre que recibe este principio, según el cual los recursos más escasos determinan el crecimiento de un organismo, no la totalidad de los disponibles (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Cada factor ambiental que afecta a un organismo tiene un intervalo de tolerancia, que se refiere al rango de condiciones en el cual dicho

organismo puede evolucionar normalmente. Hay un área óptima dentro de este rango en la que los factores son ideales para el crecimiento, desarrollo y reproducción de la población. El área fuera de la zona de tolerancia es la zona de tolerancia. Si bien las condiciones allí no son óptimas, los organismos todavía tienen la capacidad de subsistir, aunque con una eficiencia reducida. Por último, más allá de estos límites se halla la zona letal, en la que las condiciones son tan adversas que los organismos no pueden sobrevivir. (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Ciertas especies no son muy exigentes frente a las alteraciones de ciertos factores ambientales y tienen un amplio rango de tolerancia. Por lo general, son organismos con un alto potencial biológico. Los organismos y las poblaciones poseen distintos grados de plasticidad ecológica, lo que les permite ajustarse y adaptarse a cambios temporales o espaciales en los factores ambientales que limitan su desarrollo. Esta capacidad de adaptación es crucial para sobrevivir en condiciones variables y para aprovechar oportunidades en entornos fluctuantes (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Según el grado de adaptabilidad se habla de:

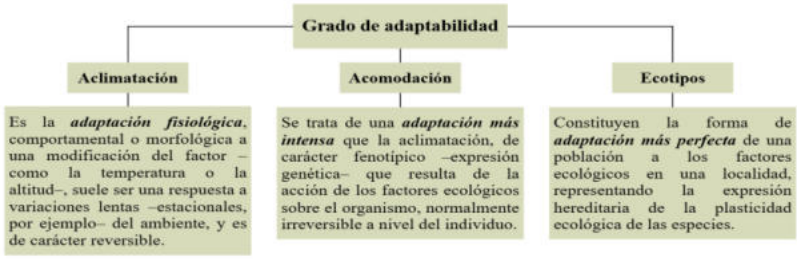


Figura 13. Grado de adaptabilidad.

1.5.3 Factores abióticos climáticos

Luz solar

Es la principal fuente de energía del planeta, esencial para el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas donde convierten esta energía en energía química. Su efecto sobre los seres vivos depende de tres aspectos: **calidad** (espectro), **intensidad** y **duración del día** o **fotoperiodo**. En ecosistemas terrestres la calidad de la luz varía poco, pero en ambientes acuáticos disminuye rápidamente con la profundidad, lo que lleva a que algunas algas posean pigmentos especiales, como las algas rojas, para poder fotosintetizar. (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 14. Grado de adaptabilidad.

La **intensidad luminosa** puede variar según distintos factores como la estación del año y la latitud, afectando los ciclos biológicos que existen en la naturaleza. El **fotoperiodo** regula procesos como la floración donde las plantas de días cortos florecen cuando las noches son largas, mientras que las de días largos lo hacen cuando la noche es corta, y por

otro lado, muchas plantas no dependen de la intensidad lumínica (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Los organismos responden de distintos modos a los estímulos lumínicos:

- ***Fototropismo:*** Es cuando las plantas crecen siguiendo la luz. Por ejemplo, los tallos se inclinan hacia donde hay luz (**fototropismo positivo**) gracias a la acción de la hormona **auxina**, que ayuda a que la planta se estire y crezca en esa dirección.
- ***Fototaxia:*** Es el movimiento de un organismo hacia la luz. Aquí, el ser vivo se desplaza directamente siguiendo la fuente de luz, como una respuesta natural al estímulo.
- ***Fotonastia:*** Es un movimiento de partes de la planta frente a la luz, pero a diferencia del fototropismo, la dirección de la luz **no determina hacia dónde se mueve** la planta. Un ejemplo clásico es el girasol, que abre y cierra sus flores siguiendo el ciclo de la luz del día.



Figura 15. Grado de adaptabilidad.

La disponibilidad de luz genera **estratos vegetales**: las plantas que requieren alta luminosidad se llaman **heliófitas**, mientras que las que

crecen en sombra son **esciófitas**. En los animales, los cambios en el fotoperiodo influyen en su fisiología y comportamiento, afectando procesos como mudas, migraciones y la reproducción (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 16. Grado de adaptabilidad.

Temperatura

La **temperatura** es uno de los factores físicos que más condiciona la **distribución** de plantas y animales. En las plantas, las **heladas** son determinantes porque muchas especies no pueden evitar el **congelamiento de sus tejidos**. Para enfrentar temperaturas extremas, desarrollan diversas **adaptaciones**: algunas **flores** se abren según la temperatura, muchas **semillas** requieren **vernalización** (un periodo frío) para germinar, y ciertos **árboles frutales** necesitan un invierno previo para **florecer** en primavera. Los **árboles caducifolios** pierden sus hojas para entrar en **reposo vegetativo** y proteger sus **yemas** del frío. En **desiertos**, donde la variación térmica diaria es amplia, organismos como

los **cactus** ajustan sus periodos de actividad, incluso **floreciendo de noche** (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 17. Efectos de temperatura en plantas.

En los animales, la temperatura influye en su **comportamiento** y en sus **ciclos biológicos**. Muchos **reptiles** se **aletargan** en invierno y mamíferos como los **osos** entran en **hibernación**. Otros organismos, como algunos **caracoles**, presentan **dormancia** en estaciones cálidas y secas. Además, múltiples especies realizan **migraciones estacionales** (como **aves**, **mariposas**, **langostas** y **ballenas**) para encontrar mejores condiciones de **alimentación** o **reproducción** cuando el clima se vuelve desfavorable (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 18. Efectos de temperatura en plantas.

Precipitaciones

Los ecosistemas pueden ir desde ambientes totalmente acuáticos hasta lugares completamente secos. Todos los organismos necesitan del recurso agua para poder sobrevivir, unos en menor cantidad que otros. Según su necesidad de agua, las plantas se pueden clasificar en tres grupos: (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012):

- ***Hidrófitas:*** plantas que habitan y crecen en el agua.
- ***Mesófitas:*** plantas con requerimientos de agua intermedios, que no necesitan ni exceso ni escasez.
- ***Xerófitas:*** plantas adaptadas a ambientes secos, capaces de sobrevivir con poca agua, como los cactus y otras suculentas.



Figura 19. Efectos de temperatura en plantas.

Los seres vivos han desarrollado diversas estrategias para enfrentar la falta de agua. En las plantas, los **estomas** regulan la pérdida de agua mediante movimientos de apertura y cierre, controlados por factores como la presión de las células, la temperatura, la luz, la concentración de gases como el dióxido de carbono y la presencia de ciertos iones (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Los animales también muestran una adaptación clara al déficit de agua. Estructuras como la quitina en los insectos, las escamas de los reptiles, las plumas de las aves y el pelaje de los mamíferos contribuyen a disminuir la pérdida de agua. Hay ciertos animales, como los camellos, que tienen tejidos capaces de soportar la deshidratación, lo que les permite subsistir durante extensos períodos sin tomar agua. Asimismo, algunos insectos son capaces de absorber agua directamente del aire, lo que demuestra su notable capacidad para adaptarse a entornos áridos (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Viento

La temperatura provoca la expansión y contracción del aire, generando zonas de alta y baja presión que originan el viento. Su movimiento se intensifica por la convección en zonas tropicales y el **efecto Coriolis**, que desvía los vientos según el hemisferio. En ambientes ventosos, las plantas desarrollan **adaptaciones** como cierre de estomas, cutículas gruesas y raíces profundas. El viento también erosiona el suelo desprotegido y su efecto desecante puede favorecer los incendios (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

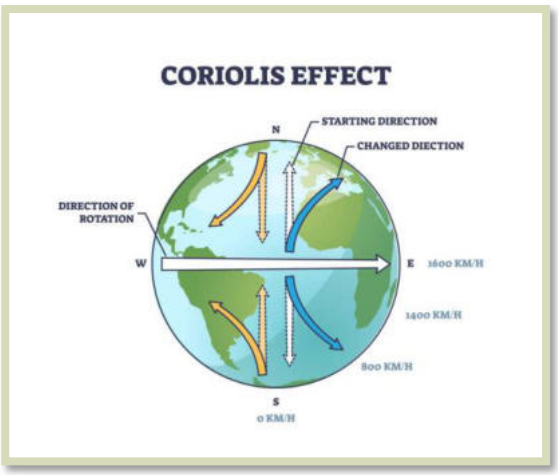


Figura 20. Efectos de temperatura en plantas.

1.5.4 Factores abióticos hidrográficos

En los ecosistemas acuáticos también existen factores abióticos relacionados directamente con el agua. Estos biotopos suelen ser menos sensibles a los cambios estacionales de temperatura y permiten la disolución de sales minerales y gases, elementos esenciales para la supervivencia de los organismos que habitan en ellos (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 21. Factores abióticos hidrográficos.

Factores físicos: En los ecosistemas acuáticos, la densidad del agua varía por presión, salinidad y temperatura, generando una **estratificación** en la que las capas profundas son más frías y densas. La luz solo penetra hasta unos 150 m, por lo que la temperatura desciende con la profundidad del ecosistema. Por otra parte, las corrientes marinas transfieren calor y nutrientes, influyendo de manera directa en el desarrollo y distribución de muchos organismos (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

Factores químicos: El agua de mar disuelve enormes cantidades de CO_2, por lo que los océanos actúan como sumideros de carbono, este CO_2 disuelto forma bicarbonatos y carbonatos que regulan el pH que se vuelve alcalino en la superficie del mar y más neutro en profundidad, por otra parte, en aguas continentales el pH depende del sustrato. La salinidad del océano es de casi 35 g/L, mientras que en aguas continentales varía según los minerales presentes. La contaminación orgánica reduce el oxígeno del agua, por otro lado la contaminación química suele producir un proceso de **eutrofización** por altos niveles de nitrógeno y fósforo (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

1.5.5 Factores abióticos edáficos

El **suelo** es la capa superficial no consolidada de la corteza terrestre, formada por la acción conjunta de los agentes meteorológicos y la actividad biológica. Posee distintas propiedades, conocidas como parámetros edáficos, que influyen directamente en la vida que puede desarrollarse sobre él. Algunos de estos rasgos son la textura, el pH, la temperatura, la porosidad y la capacidad de almacenar agua. La textura

del suelo se establece en función del tamaño de sus partículas. Las arcillas son muy finas, los limos tienen un tamaño intermedio y las arenas son de grano grueso. Aunque los suelos arenosos son fáciles de manipular y drenan con facilidad, no retienen una gran cantidad de nutrientes. En cambio, los suelos arcillosos tienen una capacidad mayor para mantener agua y nutrientes, aunque su aireación es restringida (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).



Figura 22. Factores abióticos edáficos.

La **porosidad** determina la cantidad de aire y agua en el suelo, siendo esencial para la respiración de raíces y microorganismos. La **temperatura del suelo** influye en la actividad biológica y la descomposición, variando poco a cierta profundidad, pero sí de manera estacional. El agua del suelo se presenta en tres formas: **higroscópica**, **capilar** y **gravitacional**, cada una ocupando diferentes espacios entre las partículas. La **materia orgánica** en descomposición forma el **humus**, clave para la fertilidad del suelo. Finalmente, el **pH** afecta la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de las plantas, favoreciendo a unas especies en suelos ácidos (como los helechos) y a otras en suelos alcalinos (como plantas xerófitas) (Antón Giudice & Antón Piquero, 2012).

1.5.6 Niveles de organización ecológica

Es indispensable diferenciar dentro del medio natural, los factores abióticos (temperatura, clima, etc.) de los factores bióticos (organismos). La interacción constante entre ambos tipos de factores determina la supervivencia, el desarrollo y la reproducción de las especies. Para facilitar su estudio, la ecología organiza los sistemas biológicos en una **jerarquía de niveles**, lo que permite analizar de manera específica la **dinámica** que ocurre en cada uno de ellos. En todos estos niveles se producen intercambios de materia y energía, aunque cada nivel posee características propias y modos particulares en los que ocurren dichos procesos. Esta clasificación abarca **seis niveles ecológicos**, que se ordenan desde la unidad más simple hasta la más amplia (Sánchez Falcón, 2020):



Figura 23. Niveles de organización, adaptado de Morgan, 2021.

Nivel 1: individuos u organismos

Este es el nivel más básico de organización ecológica, donde se encuentran las unidades fundamentales que estudia la ecología. En este nivel, los organismos funcionan de manera independiente a nivel fisiológico, incluso cuando existen varios individuos pertenecientes a la misma especie (Sánchez Falcón, 2020).

Un ejemplo claro de este primer nivel es el caso de un colibrí (familia *Trochilidae*) o un álamo (*Populus*). Aquí el objetivo es comprender cómo cada organismo se relaciona con el ambiente en el que vive, considerando que las condiciones ambientales no siempre son constantes ni necesariamente favorables. Además, en este nivel se analizan aspectos como la estructura, el funcionamiento y la conducta de los individuos. (Sánchez, 2020).



Figura 24. Individuos, Sánchez Falcón, 2020.

Nivel 2: Población

La población se refiere al **conjunto de individuos que pertenecen a una misma especie**, como ejemplo podemos referirnos a una colonia de

colibríes, o una alameda. Dentro de este nivel se analiza el tamaño poblacional, densidad, natalidad, mortalidad, migración, variaciones geográficas y dinámicas temporales. Una población constituye "un todo organizado con una historia y una evolución definidas" (Sánchez Falcón, 2020).

Dentro de las poblaciones existen distintos tipos de interacciones entre organismos. Por ejemplo, los organismos de una misma especie pueden competir entre ellos, lo que se denomina competencia **intraespecífica**, o pueden presentar un comportamiento social que se conoce como **cooperación**, cuyo objetivo es el bienestar común. La mayoría de los organismos se relacionan con otros de la misma especie para su **supervivencia**, y debido a esto han desarrollado adaptaciones para evitar la muerte de sus integrantes (Sánchez Falcón, 2020).



Figura 25.Población, Sánchez Falcón, 2020.

Nivel 3: comunidad

Es el conjunto de poblaciones conformadas por distintas especies, quienes se relacionan e interactúan dentro de un mismo espacio y

tiempo. La estructura más usual de una comunidad está formada por plantas, animales y descomponedores donde están presentes bacterias y hongos. Dentro de este nivel se estudian las distintas interacciones que ocurren entre especies como competencia, depredación, parasitismo, comensalismo, mutualismo, además de la estructura y composición de la comunidad. También se estudian los cambios que estas interacciones producen en el sistema. Las relaciones que establecen con otras poblaciones se conocen como **interespecíficas**, es decir, son interacciones con organismos de diferentes especies que pueden ser beneficiosas, negativas o neutras. (Sánchez Falcón, 2020).

La **función** que una especie desempeña en una comunidad o conjunto de comunidades que comparten el mismo hábitat se conoce como **nicho ecológico**. Esto es, la forma en la que se desenvuelve una especie ante las condiciones del hábitat en el que se encuentra y la influencia de otras especies. El nicho ecológico de una especie depende de las adaptaciones estructurales y fisiológicas que posea y de la manera en que utiliza los recursos del lugar en el que se encuentra (Sánchez Falcón, 2020).

En una comunidad existen **especies dominantes** que se encuentran en abundancia o en mayor número y **especies clave** que ejercen un control sobre la estructura de la comunidad, pero que no son muy numerosas (Sánchez Falcón, 2020).



Figura 26.Comunidad, Sánchez Falcón, 2020.

Nivel 4: ecosistema

Está constituido por la biocenosis o interacción entre factores bióticos, y los biotipos o componentes abióticos. La biocenosis comprende las relaciones establecidas dentro de un conjunto de especies. Los científicos reconocen los diferentes **roles tróficos** de las especies que conforman una comunidad: **productores, consumidores y descomponedores.** Por otro lado, el biotopo se refiera a los componentes físico químicos presentes en el entorno, y que pueden variar a lo largo del tiempo e influyen en la supervivencia de los organismos al determinar su abundancia y su distribución en el medio (Sánchez Falcón, 2020).

De la misma manera que estructuramos una organización de los distintos niveles ecológicos, también podemos encontrar y estructurar distintos ecosistemas presentes en la naturaleza, que se encuentran clasificados

en: ecosistemas acuáticos, como el ecosistema marino y el ecosistema de agua dulce, ecosistemas terrestres, como ecosistemas desérticos, ecosistemas montañosos y ecosistemas forestales (Sánchez Falcón, 2020).



Figura 27.Ecosistema, Sánchez Falcón, 2020.

Nivel 5: bioma

Se establece como el conjunto de ecosistemas que presentan similares interacciones con los factores abióticos presentes en el medio. Los biomas son zonas extensas donde los distintos ecosistemas que se encuentran dentro presentan condiciones climáticas similares, lo que a su vez permite desarrollar organismos con formas de vida similares. Por lo tanto, las comunidades no se encuentran distribuidas aleatoriamente, sino que ciertos **factores** de temperatura, humedad, viento, precipitaciones, entre otros, definen sus **características y distribuciones** (Sánchez Falcón, 2020).

Al igual que los ecosistemas, existen distintos tipos de biomas, entre los que se pueden mencionar ocho principales, aunque se pueden presentar distintas clasificaciones (Sánchez Falcón, 2020).



Figura 28. Bioma, Sánchez Falcón, 2020.

Nivel 6: biosfera

Dentro de este nivel se comprenden todos los biomas del planeta, siendo el nivel más complejo de estudiar, implicando procesos globales como cambio climático, calentamiento global, distribución de la vida a nivel global.

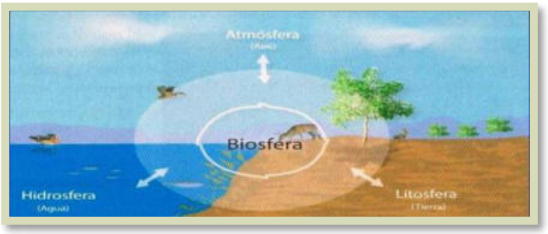


Figura 29. Biosfera, Sánchez Falcón, 2020.

1.6 Interacciones entre especies

Las interacciones que surgen entre organismos y el medio físico dan como resultado a los distintos niveles de organización ecológica. Es importante tomar en cuenta la diversidad de especies cuando se requiere realizar actividades de conservación o restauración, puesto que son cruciales indicadores del estado ecológico del ecosistema, gracias a la participación en procesos de reproducción, regeneración y sucesión ecológica. Estas dinámicas reflejan diversas **interacciones** entre organismos (Atilio de la Orden, 2020).

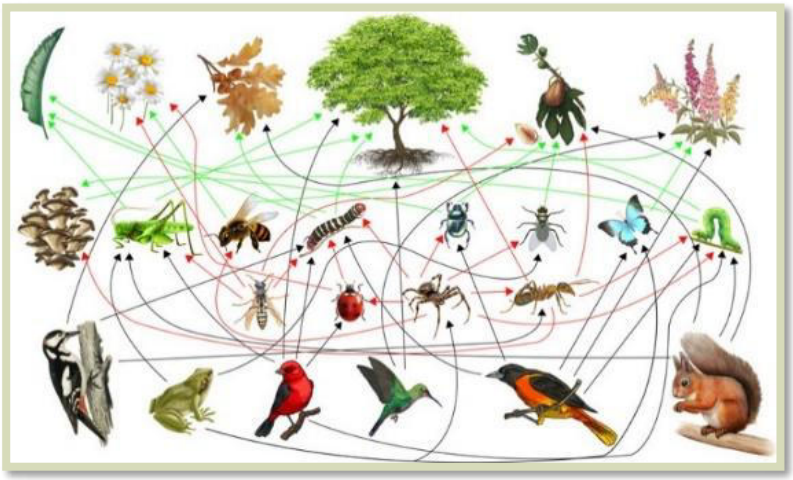


Figura 30. Interacciones entre especies, Gortari, 2022.

Las **relaciones abióticas** se denominan **acciones**, como la influencia de la pendiente en la profundidad del suelo o la exposición del paisaje en la humedad y temperatura. Las **relaciones entre elementos abióticos y bióticos** se llaman **reacciones**, por ejemplo, el aporte de hojas, frutos y desechos por plantas y animales que aumenta la materia orgánica,

mejora la estructura del suelo y su retención de agua. Las relaciones que se realizan entre elementos bióticos (seres vivos) son denominadas **coacción** (Atilio de la Orden, 2020).



Figura 31. Relaciones en el ecosistema.

1.6.1 Tipos de interacciones ecológicas

El estudio de una población en su ambiente natural requiere considerar las **relaciones** que esta mantiene con otras poblaciones, tanto animales como vegetales, ya que estas **interacciones** son fundamentales para satisfacer necesidades como alimento, protección o reproducción. Unos cuantos tipos de interacciones son bastante evidentes y fáciles de observar, mientras que otras son muy **sutiles**, lo que hace difícil su análisis (Atilio de la Orden, 2020).

Estas interacciones pueden presentar diferentes niveles de complejidad, donde muchas especies dependen de otras, animales que dependen de plantas y viceversa, o involucrar especies de distintos tamaños y naturaleza, desde grandes mamíferos e insectos hasta árboles con microorganismos (Atilio de la Orden, 2020).

Así mismo, las interacciones pueden ser permanentes, temporales, vitales o casuales, teniendo como consecuencia efectos beneficiosos

para ambas especies, o por el contrario perjudiciales para las dos, beneficiosa para una y perjudicial para otra, o simplemente puede ser indiferente. Dichas interacciones pueden varias con el tiempo y las condiciones que se presenten dentro del entorno (Atilio de la Orden, 2020).

Las interacciones ecológicas pueden dividirse en dos grandes grupos según la ventaja o desventaja que presente la población:

1.6.2 Interacciones positivas

Son aquellas interacciones en donde ambas especies resultan beneficiadas (+) (+) o al menos una es favorecida mientras que la otra es perjudicada (+) (0).

Simbiosis



Figura 32. Simbiosis.

La simbiosis es una estrecha relación entre dos organismos que, en numerosas ocasiones, es tan esencial que cada uno depende del otro para subsistir o finalizar su ciclo vital. Un ejemplo claro es la simbiosis que sucede entre un hongo y un alga, dando como resultado un líquen.

Mediante el hongo se mantiene la humedad para que el alga acceda a minerales produciendo alimento a través de la fotosíntesis. Otro ejemplo clave es el de las bacterias Rhizobium que habitan en las raíces de las leguminosas, ayudando a la planta a fijar nitrógeno al mismo tiempo que obtiene nutrientes. Estas interacciones muestran lo fundamental que es la cooperación entre especies en la naturaleza (Atilio de la Orden, 2020).



Figura 33. Simbiosis de Rhizobium con raíces de leguminosas.

Podemos encontrar 3 tipos de simbiosis; el mutualismo y comensalismo dentro de los tipos de interacciones positivas, y el parasitismo, dentro de las interacciones negativas.

Mutualismo



Figura 34. Mutualismo.

El mutualismo es una interacción biológica en la que dos especies se favorecen mutuamente, pero a diferencia de la simbiosis, esta asociación no es constante; sucede de forma intermitente o por breves intervalos. Se la relaciona con la alimentación, sin embargo las especies que participan en esta interacción tienen acceso a distintos tipos de beneficios (Atilio de la Orden, 2020).

Uno de los ejemplos más evidentes es el mutualismo que existe entre los pájaros con grandes rumiantes, quienes se benefician alimentándose de sus ectoparásitos, mientras los rumiantes quedan libres de estos



Figura 35. Mutualismo entre pájaros y rumintes.

Otro caso es la relación entre **hormigas y pulgones**: las hormigas obtienen una **secreción nutritiva** al estimular a los pulgones, mientras

que estos reciben **protección**, transporte y cuidados, incluso durante el invierno, lo que asegura su reproducción.



Figura 36. Mutualismo entre hormigas y pulgones.

La **polinización**, realizada por abejas, insectos o aves, también es un ejemplo de mutualismo. En algunos casos, esta interacción ha llegado a una **coevolución estrecha**, donde planta y polinizador se han adaptado de forma tan específica que dependen uno del otro para reproducirse (Atilio de la Orden, 2020).



Figura 37. Polinización como mutualismo.

Comensalismo



Figura 38.Comensalismo.

El comensalismo es una relación biológica donde un organismo **se beneficia (+)** y el otro no recibe **ni beneficios ni perjuicios (0)**. La interacción suele empezar cuando el comensal se acerca o vive cerca, sobre o dentro del **hospedero**, del cual obtiene abrigo, transporte, soporte o alimento, sin causarle daño. El comensal puede estar **fijado permanentemente** (como en algunos parásitos no dañinos) o ser **libre**, acercándose al hospedero de forma intermitente.

Un ejemplo clásico es el de las plantas epífitas, como el *clavel del aire*, que crecen sobre los árboles usando su tronco como soporte, pero sin quitarles nutrientes (Atilio de la Orden, 2020).

1.6.3 Interacciones negativas

Las interacciones bióticas negativas son todas aquellas en las que al menos **una de las especies** miembro de la interacción, resulta **afectada (+) (-).**

- **Competencia**



Figura 39.Comensalismo.

Esta interacción ocurre cuando dos organismos luchan por un mismo recurso debido a que no puede abastecer a ambos. Ejemplos de esta interacción como las plantas que compiten por luz, nutrientes y espacio, por otro lado, los animales compiten por hábitat, comida y territorio (Atilio de la Orden, 2020).

Esta interacción aparece cuando las poblaciones tienen **altas densidades** y el recurso compartido es **limitado**. Como consecuencia, la competencia reduce la densidad poblacional o el flujo de energía, funcionando como un mecanismo natural que ayuda a evitar la **sobrepoblación**. Un ejemplo se observa en las zonas áridas, donde los arbustos están muy separados y equidistantes, lo que refleja una estrategia para reducir la competencia por el agua, permitiendo que solo un individuo domine un área determinada.

Cuando existe una competencia entre individuos de la misma especie, a esta se la conoce competencia intraespecífica, por el contrario, si es una competencia entre diferentes especies, se la conoce como competencia interespecífica.



Figura 40.Comensalismo.

La competencia intraespecífica es más intensa que la interespecífica porque los individuos de la misma especie necesitan exactamente los mismos recursos y comparten condiciones idénticas como temperatura, hábitat y alimentación.

Por otro lado, la competencia interespecífica sucede cuando dos especies distintas presentan nichos similares, lo que favorece a la disputa por recursos, en menor intensidad que los individuos de la misma especie (Atilio de la Orden, 2020).

- **Depredación**



Figura 41.Comensalismo.

En esta interacción participan organismos con vida independiente, donde el depredador busca que su presa le ofrezca únicamente una fuente de energía. El depredador suele ser más grande que la presa, y recurre a matarla para consumirla (Atilio de la Orden, 2020).

Principios de la relación depredador – presa:

- El primer principio indica que el depredador depende de su energía para atrapar a sus presas, mientras que la presa depende de su habilidad para escapar del depredador y evitar ser cazada.
- El segundo principio indica que, cuando en un ecosistema estable depredadores y presas coexisten por un largo periodo de tiempo, la depredación causa, sobre todo, efectos regulativos en lugar de impactos adversos.

- **Parasitismo**



Figura 42. Parasitismo.

Esta interacción establece la relación entre un parásito y un hospedador, donde el parásito va a ser beneficiado, sin implicar siempre que el hospedador sea perjudicado (Atilio de la Orden, 2020).

Un parásito es un organismo pequeño que vive dentro o sobre un hospedador, del cual obtiene energía y utiliza como hábitat. Se clasifican en **endoparásitos** (internos) y **ectoparásitos** (externos) (Atilio de la Orden, 2020).



Figura 43. Parasitismo.

Los parásitos son más pequeños que sus hospederos, presentan alta especificidad en su elección y no los matan. Los parásitos obligados no pueden vivir fuera del hospedador, mientras que los facultativos pueden completar parte o todo su ciclo fuera de él (Atilio de la Orden, 2020).

Los parasitoides viven dentro de un solo hospedador y sí lo matan para completar su desarrollo. Se diferencian de los depredadores porque solo requieren un **hospedador**, aunque varias larvas pueden usar el mismo (Atilio de la Orden, 2020).

1.7 Poblaciones

Una población se establece como el grupo de individuos que son parte de la misma especie y que presentan rasgos biológicos semejantes, además de una cohesión reproductiva fuerte. Esta cohesión hace referencia al intercambio de material genético entre individuos, por otro lado, la cohesión ecológica requiere que los individuos interactúen unos con otros porque comparten necesidades del entorno para subsistir y reproducirse.



Figura 44.Población, Timtom, 2014.

Aunque una especie puede abarcar amplias áreas geográficas, suele dividirse en varias poblaciones que experimentan condiciones ambientales diferentes. Una población local hace referencia a un grupo de individuos de la misma especie que habitan en el mismo lugar y tiempo (Morláns, 2004).

En una población local los individuos suelen ser más semejantes entre sí en contraste con individuos de otra población local de la misma especie. Esto ocurre porque comparten el mismo rango geográfico y pueden desplazarse libremente dentro de él. Sin embargo, permanecen aislados de otras poblaciones por barreras geográficas o ambientales, como montañas, penínsulas o cambios bruscos en las condiciones del hábitat (Morláns, 2004).

1.7.1 Características y parámetros poblacionales

La dinámica de población se refiere a cómo cambia la densidad de una población a lo largo del tiempo y a las consecuencias que generan esos cambios en sus aspectos demográficos. Debido a que las poblaciones no son estables por completo, es importante conocer cómo las poblaciones varían y los factores que influyen en esto (Morláns, 2004).



Figura 45. Dinámica de poblaciones, Ropero, 2024.

En la tabla 1 se detallan los parámetros y características poblacionales.

Tabla 1. Características y parámetros poblacionales.

Tipo	**Características**	
Estructurales	No. de individuos	Abundancia
		Densidad
	Biomasa total	
	Proporción de edades o clases diamétricas	
	Proporción de sexos	
	Distribución horizontal	Uniforme
		Al azar
		Agrupada
Dinámicas (sujetas a ritmo)	Curva de crecimiento	
	Índice de crecimiento	
	Tasa de natalidad	
	Tasa de mortalidad	
	Migraciones	
	Supervivencia	

Caracteres estructurales

Abundancia: se refiere a la cantidad total de personas que componen una población. Esto se refiere a la cantidad de organismos de una misma especie que existen en un lugar y momento específicos.

Abundancia relativa: facilita la comparación entre diferentes circunstancias o contextos.

Densidad: indica la cantidad de individuos por unidad de espacio. Esta propiedad puede expresarse como densidad bruta, que toma en cuenta toda el área disponible, o como densidad ecológica, que solo toma en consideración el espacio al cual tiene acceso la población. Para calcularla, se multiplica el número estimado de organismos por su peso promedio.

Proporción de edades: se refiere a la cantidad de individuos que pertenecen a cada edad o rango de interacciones. Esta proporción puede expresarse como porcentaje del total de la población, tanto la distribución de edades como la de sexos influyen directamente en la capacidad reproductiva y en la dinámica futura de la población. No obstante, obtener estos datos en poblaciones naturales suele ser complicado y requiere conocer en detalle la biología de la especie.

Las dificultades para determinar la proporción de sexos pueden estar establecidas por los siguientes factores:

Tabla 2. Dificultades para determinar la proporción de sexos.

Hermaphroditismo
Similitud morfológica entre machos y hembras
Desimilitud extrema (pueden parecer especies distintas)
Comportamientos diferentes que afectan los recuentos por captura
Inversión espontánea del sexo por edad o condiciones ambientales

Pirámide poblacional: Representación gráfica de la población donde se muestra la abundancia, sexo y edad.

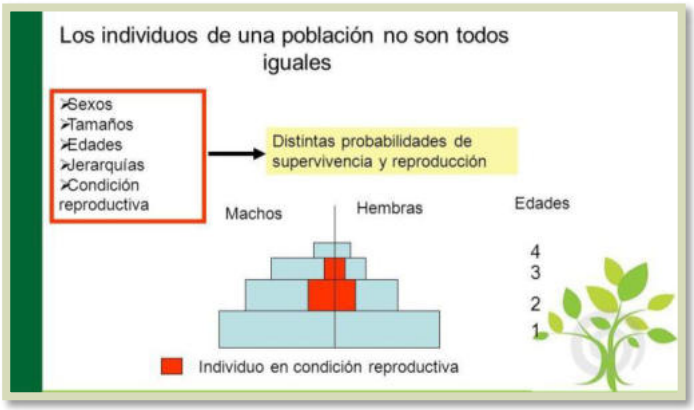


Figura 46. Pirámide poblacional, Ramos, 2024.

Tipos de pirámides:

- Pirámide con una base muy extensa, indica una gran proporción de individuos jóvenes; es un patrón típico de poblaciones que crecen con rapidez.

- Pirámide con distribución más equilibrada, porcentajes moderados de individuos en cada grupo de edad; este tipo es característico de poblaciones que se mantienen estables a lo largo del tiempo.
- Pirámide con base estrecha y una mayor cantidad de individuos adultos que jóvenes, lo que indica que la población está en proceso de disminución.

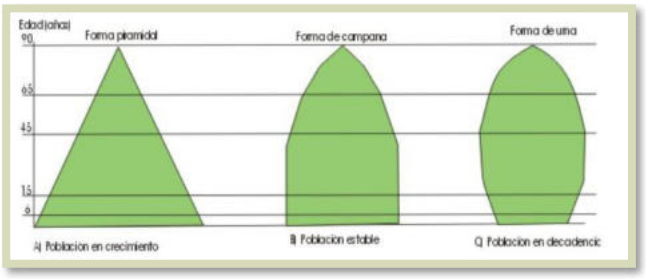


Figura 47. Tipos de pirámides poblacionales.

Distribución: Las distribuciones espaciales son muy útiles, ya que posibilitan la formulación de hipótesis acerca de los procesos que afectan a las poblaciones naturales. En general, la forma en que los miembros de una especie se distribuyen en un área específica está determinada por diversas condiciones del medio ambiente, como la competencia existente, la disponibilidad de alimentos o la presencia de factores físicos propicios (Morláns, 2004).

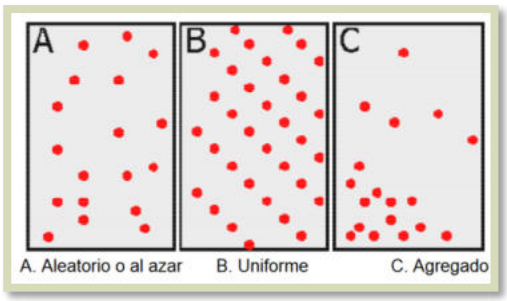


Figura 48.Tipos de distribuciones.

Distribución al azar: se presenta cuando los individuos no siguen ningún patrón ni muestran afinidad entre sí (Morláns, 2004).

Distribución uniforme: en este tipo de distribución, los organismos mantienen distancias regulares entre ellos, ya sea por competencia directa o por algún tipo de antagonismo que obliga a separarse. Este patrón suele implicar el establecimiento de territorios bien definidos (Morláns, 2004).

Distribución agregada: se caracteriza por una agrupación irregular, no producto del azar. Ocurre cuando hay variaciones locales en el hábitat donde los individuos encuentran mejores condiciones (Morláns, 2004).

1.7.2 Determinantes del crecimiento global de una población

Una población aumenta cuando ocurren nacimientos (su ritmo natural de reproducción) y cuando llegan individuos procedentes de otras poblaciones de la misma especie (inmigración). Así mismo, disminuye cuando los individuos emigran o cuando mueren (Morláns, 2004).

Tasa de natalidad: Consiste en el aumento poblacional que se produce solamente a través de la reproducción natural, es decir, por medio de la división, la germinación, la eclosión o el nacimiento (Morláns, 2004).

Tasa de mortalidad: Se refiere a la magnitud de fallecimiento de individuos. Establece el número de individuos que mueren por unidad de tiempo, expresado en porcentaje (Morláns, 2004).

Potencial Biótico: Se refiere a la capacidad de reproducción de una especie (Morláns, 2004).

Supervivencia: Se refiere al porcentaje de organismos que nacen y siguen con vida durante diferentes etapas en el tiempo (Morláns, 2004).

1.8 Evaluación

1. **Explica cómo los factores abióticos influyen en la distribución de una especie. Da un ejemplo real.**

_____

_____

_____

2. Selecciona Verdadero o Falso

Los límites de tolerancia determinan las condiciones bajo las cuales una especie puede vivir.

( ) Verdadero ( ) Falso

3. Selección múltiple

El nicho ecológico incluye:

a) El lugar físico donde vive un organismo

b) Su función dentro del ecosistema

c) Sus relaciones con otras especies

d) Todas las anteriores

4. Completa el enunciado

La _____ poblacional es el número de individuos por unidad de área en un ecosistema.

5. Relaciona con la columna correspondiente

a. Competencia	1. (+/-)
b. Mutualismo	2. (+/+)
c. Parasitismo	3. (+/-)

6. Interpreta la imagen



_____

_____

_____

7. Selección múltiple

¿Cuál de los siguientes NO es un factor abiótico?

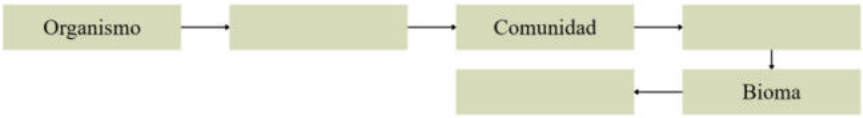
a) Radiación

b) Microorganismos

c) Salinidad

d) Suelo

8. Completa el siguiente organizador gráfico



9. Selecciona Verdadero o Falso

Un cambio en la temperatura ambiental puede afectar el crecimiento poblacional.

( ) Verdadero ( ) Falso

10. Menciona una interacción entre especies observada en tu localidad y explica su importancia ecológica.

CAPÍTULO I

2 ECOLOGÍA DE COMUNIDADES

Dentro de esta unidad se examinan los rasgos que surgen en las comunidades, los patrones de biodiversidad y las metodologías que tienen un impacto sobre su composición, su organización y su estabilidad. Además, se muestra la investigación sobre la flora ecuatoriana, que está basada en el Libro de Vegetación del Ecuador. Este es un trabajo fundamental para comprender la variedad de ecosistemas presentes en el país.

Esta unidad permite al estudiante interpretar cómo las interacciones interespecíficas, los gradientes ambientales, la historia natural y los factores bióticos moldean la organización de las comunidades. También conecta estos conceptos con la realidad ecológica del Ecuador, uno de los países megadiversos del mundo.

2.1 Preguntas de enfoque

- ¿Qué características permiten diferenciar una comunidad ecológica de una población?
- ¿Por qué la diversidad biológica no se distribuye de manera uniforme en el planeta?
- ¿Qué factores determinan la estructura y composición de una comunidad?
- ¿Cuál es la importancia del Libro de Vegetación del Ecuador para el estudio ecológico del país?

2.2 Objetivos / resultados de aprendizaje

Al finalizar esta unidad, el estudiante será capaz de:

- Definir los componentes fundamentales de una comunidad ecológica.
- Analizar los patrones regionales y globales de diversidad biológica.
- Interpretar la vegetación del Ecuador a partir de clasificaciones oficiales.
- Integrar conocimientos sobre diversidad y comunidad para evaluar ecosistemas locales.

2.3 Competencias a desarrollar

- Comprensión de patrones de diversidad.
- Análisis comparativo de comunidades.
- Interpretación de clasificaciones de vegetación.
- Pensamiento crítico para evaluar cambios ecológicos.

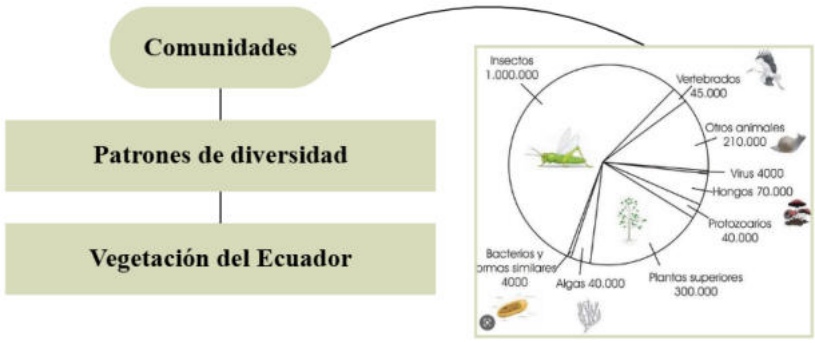


Figura 49.Comunidades.

En un bosque montano del sur del Ecuador, distintos estratos de vegetación albergan aves, insectos, anfibios y plantas endémicas. Allí, incluso un cambio sutil en humedad o temperatura puede transformar la composición de especies. Este espacio demuestra cómo la comunidad es un tejido vivo en constante cambio.

"La diversidad no es un accidente, sino el resultado evolutivo de millones de interacciones." – E.O. Wilson

2.4 Definición de comunidades

Las comunidades son sistemas complejos, que se caracterizan por su estructura (el número de poblaciones que las integran, su tamaño y la interacción entre ellas) y por su dinámica (los cambios en estas poblaciones y sus relaciones a través del tiempo).

2.4.1 Estructura, dinámica e interacciones de comunidades

Entender tanto la estructura como la dinámica de las comunidades nos ayuda a reducir nuestro impacto sobre los ecosistemas y a manejar de manera más consciente aquellas comunidades ecológicas de las que dependemos para nuestro bienestar (Ha & Schleiger, 2025).



Figura 50. Comunidad de peces, Vásquez, 2011.

En relación con el tamaño, hay comunidades que se conocen como "comunidad mayor"; este tipo de comunidad es vista como autosuficiente e independiente. Por otro lado, se conoce como "menor" a una comunidad que depende ineludiblemente de las adyacentes (Vásquez, 2011).

Las comunidades poseen algunas **características**, como la diversidad de especies y la dominancia: (Vásquez, 2011).

- La dominancia ocurre cuando una o más especies **regulan** las condiciones ambientales que afectan a las especies asociadas (Vásquez, 2011).
- La diversidad se relaciona con la **proporción** que cada especie representa (Vásquez, 2011).

La comunidad tiene una estructura organizada, ya que los organismos se distribuyen tanto en el espacio como en el tiempo para aprovechar mejor las condiciones que ofrece su entorno. Esta organización espacial se refleja en estratos, mientras que la temporal se manifiesta en fenofases,

que son las etapas del ciclo vital de cada especie. Dentro de esta distribución, cada organismo cumple una función específica y tiene ciertas necesidades que debe satisfacer para sobrevivir, asegurando así el equilibrio de la comunidad (Vásquez, 2011).

Las particularidades que determinan los recursos que un organismo emplea y el rol que juega en su comunidad constituyen lo que se conoce como nicho ecológico. No solo depende del lugar donde vive, sino también de cómo responde a las condiciones físicas y biológicas del entorno.

Las comunidades pueden clasificarse de acuerdo con sus características estructurales (especies dominantes), por especies indicadoras, por el hábitat que ocupan o por las funciones y comportamientos de sus componentes (Vásquez, 2011).



Figura 51. Hábitat vs nicho ecológico, Ciencia, 2022.

La biomasa es otra de las propiedades de la comunidad. Cada comunidad tiene una biomasa específica que va cambiando con el tiempo. A lo largo del tiempo, las comunidades se suceden unas a otras hasta llegar a una comunidad final que tiene la máxima biomasa posible y que se llama

comunidad clímax. En esencia, esta comunidad es la más compleja, estable y variada de la sucesión dinámica primaria. Aparece una sucesión secundaria cuando la comunidad original es destruida o alterada (Vásquez, 2011).



Figura 52. Biomasa, Vázquez, 2011.

2.4.2 Procesos de sucesión

En este apartado se desarrollarán los procesos de sucesión que se llevan a cabo en las comunidades

2.4.3 Especies clave

Una **especie clave** es aquella cuya presencia ejerce un efecto mucho mayor del que cabría esperar sobre la estructura, el funcionamiento y, en muchos casos, la biodiversidad de su comunidad. Por ejemplo, la estrella de mar *Pisaster ochraceus*, que habita en zonas intermareales del noroeste de Estados Unidos, es un claro ejemplo: cuando desaparece, las poblaciones de mejillones, su principal presa, se disparan, modificando toda la composición de especies y disminuyendo la biodiversidad (Ha & Schleiger, 2025).

El tetra rayado es otro ejemplo claro puesto que este pez vive en arroyos tropicales y contribuye de manera significativa al ciclo de nutrientes al proporcionar fósforo, un elemento esencial para la comunidad. La dieta de este pez consiste mayormente en insectos del ecosistema terrestre y el excremento de fósforo que libera en el medio acuático fertiliza el ecosistema. La extinción de las especies causaría alteraciones drásticas en las relaciones entre los grupos humanos y, con alta probabilidad, tendría un impacto en la biodiversidad del ecosistema (Ha & Schleiger, 2025).



Figura 53. Estrella de mar como especie clave en las zonas intermareales, Ha & Schleiger, 2025.

Dinámica comunitaria

La forma en que varía la composición y estructura de una comunidad con el paso del tiempo, sobre todo luego de alteraciones medioambientales, se conoce como dinámica comunitaria. Aunque

algunas comunidades mantienen un número relativamente constante de especies, este equilibrio es dinámico, porque las identidades y relaciones entre las especies pueden variar, manteniendo el balance general. Tras una perturbación, la comunidad puede recuperar este estado de equilibrio o cambiar hacia un nuevo balance (Ha & Schleiger, 2025).

Sucesión ecológica

La **sucesión ecológica** describe cómo las especies aparecen y desaparecen de manera secuencial en una comunidad luego de una perturbación significativa. En la **sucesión primaria**, organismos colonizan superficies desnudas, como rocas recién formadas, mientras que, en la **sucesión secundaria**, un ecosistema parcialmente alterado se recupera a partir de remanentes de la comunidad previa (Ha & Schleiger, 2025)



Figura 54.Sucesión ecológica, Carreto, 2016.

Sucesión primaria y especies pioneras

La sucesión primaria se produce cuando surge un nuevo suelo, o cuando una zona queda totalmente despojada de vida y de suelo anterior. Un caso evidente se da en la Isla Grande de Hawái, donde las erupciones de los volcanes producen corrientes de lava que se enfrían al tocar el mar. Esto origina constantemente nueva tierra que posteriormente puede ser ocupada por organismos pioneros. A raíz de este proceso volcánico, la Isla Grande de Hawái aumenta en aproximadamente 13 hectáreas de terreno cada año. Otro ejemplo de sucesión primaria por eliminación de suelo se da con los glaciares: su enorme peso y movimiento erosiona el terreno hasta dejar al descubierto el lecho rocoso. Cuando el glaciar se derrite y retrocede, el suelo original desaparece por completo, quedando la roca desnuda lista para ser colonizada por organismos pioneros (Ha & Schleiger, 2025).



Figura 55.Plantas suculentas como especies pioneras, Ha & Schleiger, 2025.

En ambos casos, el ecosistema parte de **roca desnuda**, sin vida. Con el tiempo, la meteorización y otros procesos naturales van descomponiendo la roca, permitiendo que aparezcan los primeros organismos resistentes. Poco a poco, la zona llega a un **estado de**

equilibrio, con una comunidad de organismos muy diferente a la inicial (Ha & Schleiger, 2025).

La interacción entre las especies pioneras y las de sucesión tardía muestra la complejidad de la vida en un ecosistema. Al principio, las pioneras facilitan la llegada y el crecimiento de las especies más competitivas, lo que parece una relación de **beneficio unilateral**. Sin embargo, con el tiempo, estas nuevas especies llegan a superar a las pioneras, transformando la relación en **competencia**, un ejemplo claro de cómo cambian las interacciones bióticas a lo largo del desarrollo de una comunidad.

Sucesión secundaria

Un ejemplo primordial de sucesión secundaria sucede en los bosques deforestados provocados por incendios o por la tala rasa. Van quemando todo a su paso, hasta el forraje vegetativo, y a menos de que las especies puedan escapar, terminan muriendo. No obstante, los nutrientes regresan al suelo en forma de materia orgánica y ceniza; aunque la comunidad se haya visto afectada, el ecosistema edáfico brinda las bases para una recolonización (Ha & Schleiger, 2025).

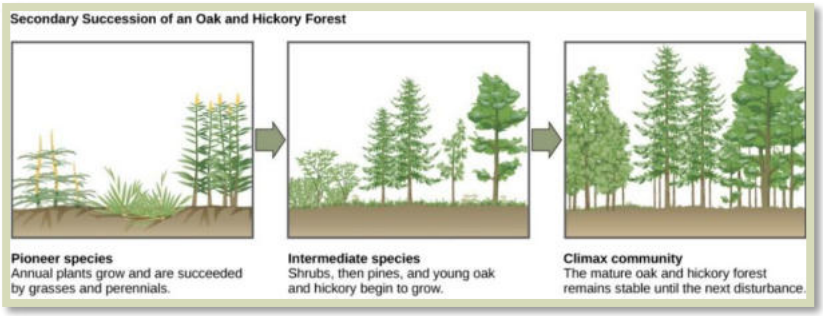


Figura 56. Sucesión en un bosque de robles y nogales.

2.5 Patrones de diversidad biológica

La biodiversidad no está repartida de manera uniforme en el planeta. El lago Victoria en África es un ejemplo claro, puesto que alguna vez albergó casi 500 especies distintas de cíclidos. Esta increíble variedad comenzó a desaparecer cuando, entre las décadas de 1980 y 1990, se introdujo la perca del Nilo, una especie invasora que causó una extinción masiva de estos peces (Ha & Schleiger, 2025).



Figura 57.Lago Victoria en África.

Las siguientes tres ramas de la biología representan lo que conocemos como Patrones de Biodiversidad:

- Taxonómicos
- Biogeográfico
- Ecológico

2.5.1 Patrones taxonómicos

La taxonomía se refiere a los sistemas de clasificación, para la jerarquización ordenada y sistemática de los seres vivos. Es decir, partiendo de la especie como la unidad básica de clasificación, los organismos se organizan en una serie de grupos jerárquicos que se van incluyendo unos dentro de otros. Estos grupos, llamados taxones, forman una estructura ordenada que finalmente reúne a todas las especies dentro de grandes categorías conocidas como reinos (Vásquez, 2023).

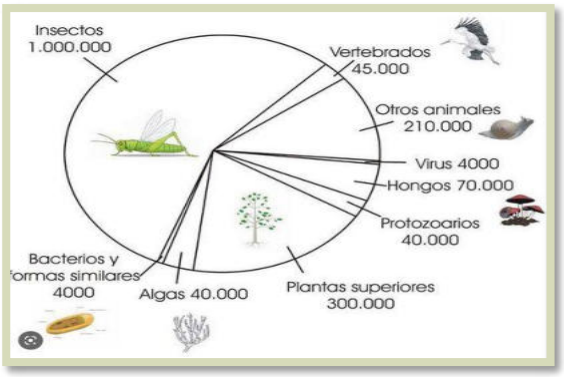


Figura 58.Número de especies conocidas en el mundo.

En esta primera mirada a la biodiversidad, los científicos se dedican a buscar especies que aún no han sido descritas, con el fin de ampliar el conjunto de organismos conocidos y ubicarlos dentro de los **taxones** que les corresponden (Vásquez, 2023).

En 2018, en Australia se identificó una serpiente venenosa de madriguera que hasta la fecha no había sido registrada. El hallazgo fue completamente accidental: el animal cayó de un cargamento de bauxita justo antes de ser embarcado en el puerto. A esta nueva especie se le dio el nombre científico *Vermicella parscauda* (Vásquez, 2023).



Figura 59.Vermicella parscauda.

De esta manera, los taxónomos continúan ampliando el conjunto de especies que conocemos. Hasta ahora se han descrito alrededor de dos millones de especies en todo el mundo. Esto permite elaborar listas globales e incluso listas por continente, pero estas listas son ***aespaciales*****,** lo que quiere decir que solo mencionan qué especies existen, sin indicar en qué lugares específicos viven. Por eso, aunque son útiles, este primer

nivel de aproximación no nos dice mucho sobre la biota presente en una localidad concreta (Vásquez, 2023).

2.5.2 Patrones biogeográficos

El siguiente paso para comprender la biodiversidad es la biogeografía. Esta disciplina, como su nombre lo sugiere, estudia cómo se distribuyen las especies a lo largo del planeta. A diferencia del enfoque anterior, aquí la dimensión espacial es fundamental. Además, la biogeografía está estrechamente relacionada con procesos como la capacidad de dispersión de las especies, los movimientos de las placas tectónicas y los mecanismos que generan nuevas especies (Vásquez, 2023).

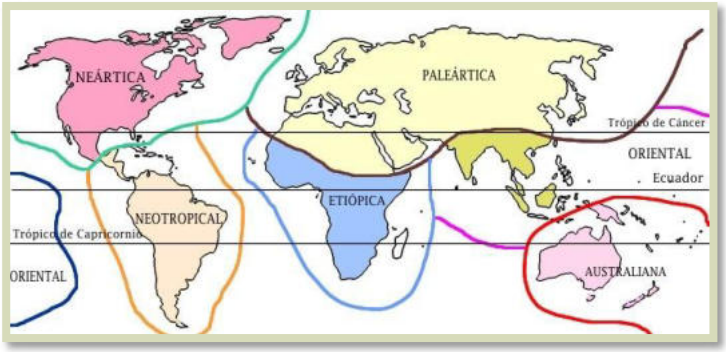


Figura 60. Reinos biogeográficos.

Cada reino biogeográfico posee una biota propia. Aunque algunos comparten ciertas especies, también presentan un número importante de especies endémicas, es decir, organismos cuya distribución se restringe a una zona geográfica específica (Vásquez, 2023).

Dentro de la disciplina geográfica existen tres grandes áreas: la biogeografía ecológica, que analiza los factores actuales que determinan dónde viven plantas y animales; la biogeografía histórica o paleobiogeografía, que se centra en las distribuciones del pasado; y la biogeografía de la conservación, que utiliza tanto la información histórica como la actual para orientar acciones destinadas a proteger y recuperar especies (Ha & Schleiger, 2025).

2.5.3 Patrones ecológicos

Cuando se intenta entender la biodiversidad en una zona específica, los patrones ecológicos son el tercer nivel de enfoque. Este método proporciona una representación más precisa de la diversidad que existe realmente en un lugar determinado. Esta visión, al cruzarse con los datos biogeográficos y de taxonomía, brinda el nivel más alto de precisión sobre la constitución biológica de un sitio, salvo que se realice una investigación directa y detallada del espacio (Vásquez, 2023).



Figura 61. Diversidad biológica en regiones.

La comunidad está compuesta por todas las especies que habitan en una determinada área, y el entorno abiótico comprende los elementos químicos y físicos del medio. Por una parte, como ejemplo, el clima representa un elemento físico del ecosistema, y, por otra parte, el pH del agua o de la tierra es un factor químico (Vásquez, 2023).

Por lo tanto, en el ámbito de la ecología, un ecosistema es la unidad básica de investigación. Para comprenderlo por completo, es necesario analizar cómo fluye la energía en su interior y cuánto material hay disponible. En esencia, la complejidad de un ecosistema está determinada por la cantidad de energía que recibe y por cuánto material puede convertirse en biomasa, pues estos factores influyen en su estructura y funcionamiento (Vásquez, 2023).

2.5.4 Biodiversidad de los trópicos

Uno de los patrones más conocidos y antiguos en ecología es que la biodiversidad tiende a aumentar conforme nos acercamos al ecuador. Dicho de otro modo, las zonas tropicales suelen albergar una mayor cantidad de especies, mientras que hacia los polos la riqueza biológica disminuye de manera notable. Este gradiente latitudinal se ha observado en numerosos grupos de organismos y sigue siendo un tema central para entender cómo y por qué la vida se distribuye como lo hace en el planeta (Ha & Schleiger, 2025).

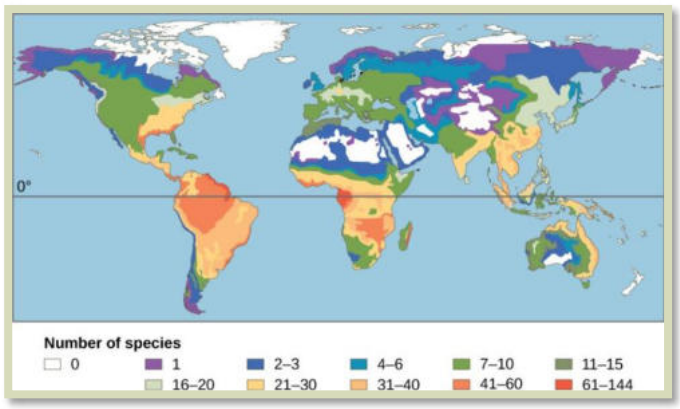


Figura 62.Tendencia de número de especies de anfibios en el mundo.

La biodiversidad es mayor cerca del ecuador, aunque aún no se conocen con certeza las causas. Entre las hipótesis destacan:

- **Mayor edad de los ecosistemas tropicales**, lo que ha permitido más tiempo para la especiación.
- **Mayor energía solar en los trópicos**, aunque no se comprende bien cómo esto conduce a más especies.
- **Mayor complejidad de los ecosistemas tropicales**, que ofrece más nichos ecológicos y favorece la diversificación.
- **Mayor estabilidad climática**, en contraste con la fuerte estacionalidad de las regiones templadas.

En conjunto, estos factores explican que los trópicos tengan más biodiversidad y un número elevado de especies endémicas.

2.5.5 Puntos críticos de biodiversidad

El ambientalista británico Norman Myers, en 1988, sugirió un criterio para identificar las áreas del mundo que albergan un alto número de especies y que, simultáneamente, tienen un gran peligro de perderlas: los puntos críticos de biodiversidad o hotspots. Para determinar esas áreas, Myers tuvo en cuenta dos elementos esenciales: que contuvieran por lo menos 1500 especies de plantas endémicas y que más del 70 % de su superficie hubiera sido transformada por la intervención humana. Las especies endémicas, recordemos, son aquellas que solo existen en un lugar específico del mundo (Ha & Schleiger, 2025).

Algunos ejemplos ayudan a entender mejor el concepto. Por ejemplo, los cíclidos que viven en el lago Victoria solo se encontraban en ese lago africano. La salamandra Barton Springs solo vive en los alrededores de un manantial ubicado en Austin, Texas, mientras que el arrendajo azul se encuentra solamente en América del Norte. Las especies de este tipo, especialmente las que tienen un rango muy limitado, son particularmente susceptibles a la extinción. Es probable que poblaciones de otras áreas retornen a colonizar la zona afectada si una especie muy extendida sufre pérdidas de individuos en un área, pero esto no sucede con las especies endémicas, ya que no hay en ninguna otra parte (Ha & Schleiger, 2025).

Las islas y las cumbres montañosas suelen presentar un nivel de endemismo superior. Una isla más grande y lejana tiene una mayor posibilidad de albergar especies únicas que no se localizan en ningún otro sitio. Estos puntos críticos han pasado a ser una herramienta

indispensable para la preservación. Facilita el enfoque de esfuerzos en zonas donde se puede salvaguardar la máxima cantidad de especies haciendo uso de los recursos disponibles. En el mundo se reconocen actualmente 34 hotspots de biodiversidad, donde albergan alrededor de la mitad de todas las plantas endémicas del planeta (Ha & Schleiger, 2025).

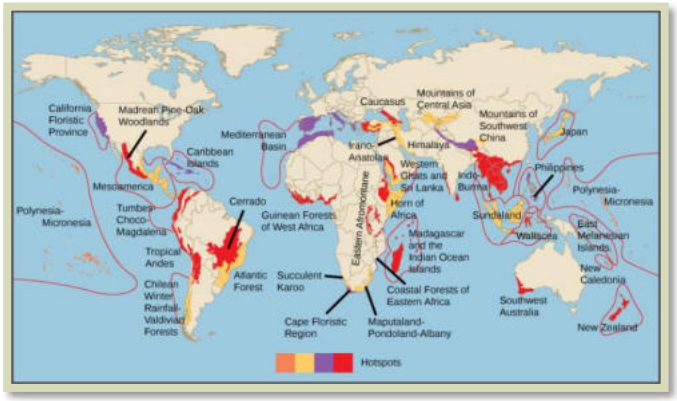


Figura 63.Hotspots de biodiversidad en el mundo.

2.6 Libro de vegetación del Ecuador

2.6.1 Distribución de la vegetación en Ecuador

En Ecuador, las condiciones ambientales cambian mucho de un lugar a otro, lo que ha dado origen a regiones naturales muy distintas. Esta variedad de ambientes es una de las razones por las que el país es considerado **megadiverso** y uno de los mayores centros de concentración de especies del mundo (Ron, 2020).

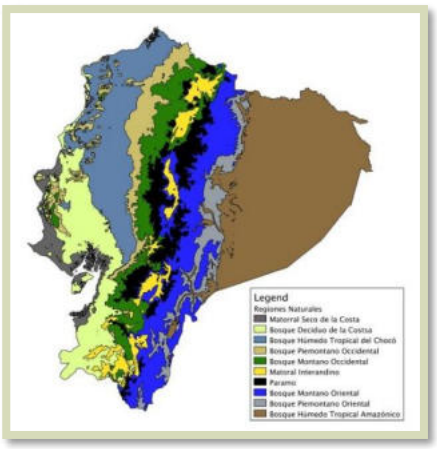


Figura 64. Regiones naturales del Ecuador.

Matorral seco de la costa

Esta región se distingue por su clima cálido y extremadamente seco. En algunos lugares, como Salinas (Guayas), la lluvia anual ni siquiera llega a 60 mm. El Matorral Seco de la Costa ocupa unos 8033 km² y se extiende solo a lo largo del centro del litoral ecuatoriano. En varias zonas, las hierbas introducidas para el ganado han desplazado a la vegetación nativa. En los sitios más áridos predominan los cactus y otras plantas espinosas (Ron, 2020).



Figura 65. Matorral seco de la costa.

Bosque Deciduo de la costa

Esta región se encuentra entre los 50 y 300 m de elevación (entre 100 y 400 m en el sur del país) y abarca unos 25 673 km², lo que corresponde al 10,3% del territorio nacional. Es un ambiente más seco y con menor densidad de árboles que los bosques siempreverdes. La mayoría de los árboles no supera los 20 m de altura y el sotobosque suele ser denso, con abundantes hierbas. Algunas especies, como los ceibos, pierden sus hojas durante la estación seca. El impacto humano ha sido considerable: se estima que más del 60% de esta región ha sido transformada o destruida por actividades como la agricultura y la ganadería (Ron, 2020).



Figura 66. Bosque deciduo de la costa.

Bosque Húmedo Tropical del Chocó

Esta es la segunda región natural más extensa del Ecuador, con 31 732 km². Se encuentra entre 0 y 300 m de elevación y se caracteriza por un clima cálido y húmedo. Sus bosques tienen un dosel cerrado, con árboles que pueden llegar a los 30 m de altura. La diversidad arbórea es alta (más de 100 especies por hectárea) aunque menor que en los bosques

húmedos amazónicos. Lamentablemente, es también una de las regiones más degradadas del país: cerca del 75% de sus bosques han sido destruidos por actividades humanas. No aparece en las tierras bajas del suroccidente debido a las condiciones más secas. En conjunto, es considerada la región más amenazada del Ecuador, con un 74,1% de deforestación (Ron, 2020).



Figura 67.Bosque húmedo tropical del chocó.

Bosque piemontano occidental

Esta región natural abarca 15 305 km² en las estribaciones occidentales de los Andes y se extiende entre los 300 y 1300 m de elevación (400 a 1000 m en el sur del país). Su clima es húmedo y moderadamente cálido. Predominan las palmas y árboles de familias como Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae. El dosel del bosque supera los 30 m y los troncos y ramas suelen estar cubiertos de musgos, orquídeas, bromelias y helechos. El endemismo vegetal es especialmente alto entre los 0 y 3 grados de latitud sur. En la cordillera de la Costa, esta región comprende zonas como Mache-Chindul, Chongón-Colonche y parte de los bosques

de la Reserva Manglares-Churute. Se estima que cerca del 52,1% de sus bosques han sido talados debido a actividades antropogénicas, lo que la transforma en uno de los ecosistemas más amenazadas del país (Ron, 2020).



Figura 68.Bosque piemontano occidental.

Bosque montano occidental

Esta región natural cubre 21 576 km² y se encuentra entre los 1300 y 3400 m de elevación (1000 a 3000 m en el sur del país). El dosel del bosque nunca sobrepasa los 25 metros de altura, y su clima es templado. Es un entorno muy abundante en epífitas, como orquídeas, musgos, helechos y bromelias. Sobre todo, durante las horas de la tarde, la neblina cubre el bosque en áreas de altitud intermedia, lo que añade humedad a través de la precipitación horizontal que viene de las nubes bajas. El Bosque Montano Occidental se extiende en una zona más bien angosta, desde el hoyal del río Mira, cerca de la frontera con Colombia, hasta los hoyales de los ríos Chanchán y Chimbo, alrededor del paralelo 2° sur. Hacia el sur, cerca de los 4° S y aproximándose a la frontera con Perú, este bosque deja paso a ambientes más secos, como el Matorral

Interandino. Hoy en día, casi la mitad de la superficie original de este bosque ha sido deforestada, lo que refleja la presión que la actividad humana ejerce sobre estos ecosistemas tan valiosos (Ron, 2020).



Figura 69. Bosque montano occidental.

Páramo

El páramo es la región natural de mayor elevación en Ecuador, con un límite altitudinal inferior que oscila entre los 3000 y 3600 m. Tiene una extensión de aproximadamente 15 976 km2, ocupando el 6,1% del territorio nacional. Este ecosistema presenta una vegetación baja, compuesta por hierbas densas y especies de bajas temperaturas, radiación solar intensa y con requerimiento bajo de agua. Dentro del páramo la agricultura se encuentra limitada por las heladas, condiciones climáticas que ocurren con frecuencia, además enfrenta amenazas como pastoreo de ganado, siembra de árboles introducidos como lo son los pinos, generando erosión del suelo y la vegetación (Ron, 2020).



Figura 70.Páramo.

Matorral interandino

En los valles interandinos, que se encuentran entre las cordilleras Occidental y Oriental, el Matorral Interandino ocupa aproximadamente 11.266 km². Su altura varía de 1400 a 3000 metros. Gracias a la silueta pluviométrica que producen las dos cordilleras, esta área presenta unas precipitaciones relativamente bajas. La vegetación primigenia, que consistía principalmente en arbustos, ha sido reemplazada mayormente por tierras agrícolas, bosques de especies extranjeras como eucalipto, pino y praderas. En los valles más secos (como Chota, Guayllabamba y Patate) predomina una vegetación nativa espinosa, característica de ambientes áridos. El Matorral Interandino está escasamente representado en el sistema estatal de áreas protegidas, y su hábitat muestra un alto nivel de degradación, ya que más de dos tercios de su superficie han sido alterados por actividades humanas (Ron, 2020).



Figura 71.Matorral interandino.

Bosque montano oriental

El Bosque Siempre-Verde Montano Oriental abarca 31 555 km² entre los 1300 y 3600 m de elevación en las estribaciones orientales de los Andes. Su estructura vegetal es semejante a la del Bosque Montano Occidental. Por debajo de los 2900 m, los árboles están densamente cubiertos de musgos y presentan una alta abundancia de plantas epífitas, especialmente orquídeas, helechos y bromelias, que alcanzan aquí su mayor diversidad, por otra parte, por encima de los 2900 m, el suelo se encuentra tapizado de musgos y los árboles muestran troncos irregulares que se ramifican desde la base, una característica típica de los bosques de altura (Ron, 2020).



Figura 72. Bosque montano oriental.

Bosque piemontano oriental

El Bosque Siempre-Verde Piemontano Amazónico ocupa 13 133 km² entre los 600 y 1300 m de elevación. Se evidencia un conjunto de especies propias de los Andes y de las tierras bajas amazónicas. Su dosel alcanza hasta 30 m y posee un subdosel y sotobosque denso. La diversidad arbórea es menor que en el Bosque Húmedo Tropical Amazónico, con alrededor de 130 especies por hectárea. Con una precipitación media anual de 2833 mm, es la segunda región más lluviosa del país (Ron, 2020).



Figura 73.Bosque piemontano oriental.

Bosque húmedo tropical amazónico

El Bosque Húmedo Tropical Amazónico es la región natural más grande del Ecuador, con 73 909 km². Se extiende por zonas que están por debajo de los 600 metros de altitud y recibe la mayor cantidad de lluvia del país, alrededor de 3349 mm al año. Su vegetación típica es el bosque de Tierra Firme, con suelos bien drenados y árboles cuyo dosel alcanza entre 10 y 30 metros, aunque algunos individuos emergentes pueden llegar a 40 o incluso 50 metros. La diversidad es impresionante: en una sola hectárea puede haber 200 a 300 especies de árboles. Además, esta región incluye otros ambientes como bosques inundables (várzea e igapó), bosques rivereños, matorrales de islas en los ríos y pantanos donde domina la palma *Mauritia flexuosa* (Ron, 2020).



Figura 74. Bosque húmedo tropical amazónico.

2.7 Evaluación

1. ¿Qué factores explican que la diversidad biológica sea mayor en regiones tropicales?

_____

_____

_____

2. Selecciona Verdadero o Falso

La sucesión ecológica describe cambios graduales en la estructura de una comunidad.

( ) Verdadero ( ) Falso

3. Selección múltiple

Un ejemplo de alta diversidad alfa es:

a) Un desierto

b) Un bosque húmedo tropical

c) El polo norte

d) Una tundra

4. Completa el enunciado

El Libro de Vegetación del Ecuador clasifica los _____ de acuerdo a características ambientales y florísticas.

5. Relaciona con la columna correspondiente

a. Alfa	1. Diversidad en un sitio pequeño
b. Beta	2. Cambio entre sitios
c. Gamma	3. Diversidad regional

6. Interpreta la imagen: Identifica uno de los tipos de vegetación y escribe dos características.





_____

_____

7. Selección múltiple

La sucesión ecológica secundaria ocurre cuando:

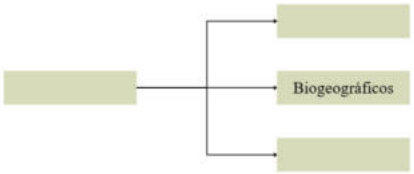
a) Aparece vida donde nunca la hubo

b) Se recupera un ecosistema perturbado

c) No intervienen factores humanos

d) No hay suelo presente

8. Completa el siguiente organizador gráfico



9. Selecciona Verdadero o Falso

El gradiente latitudinal indica que la diversidad disminuye hacia los polos.

( ) Verdadero ( ) Falso

10. Explica cómo un cambio en la vegetación afecta a la comunidad ecológica.

_____

_____

CAPÍTULO III

3 ECOLOGÍA DE ECOSISTEMAS

La Unidad III estudia el ecosistema como una unidad funcional donde interactúan componentes bióticos y abióticos mediante flujos de energía y ciclos biogeoquímicos. Esta unidad permite comprender cómo los ecosistemas funcionan, se clasifican y se distribuyen tanto a nivel global como en el Ecuador y la provincia de El Oro.

Se analizan las propiedades de los ecosistemas, su dinámica, sus límites y su relación con los factores ambientales. También se estudian los ecosistemas existentes en Ecuador continental, con enfoque en sus características distintivas, servicios ecológicos y vulnerabilidad. La unidad culmina con una práctica de campo destinada a identificar ecosistemas de forma crítica y aplicada.

3.1 Preguntas de enfoque

- ¿Cómo fluye la energía dentro de un ecosistema?
- ¿Qué factores diferencian los ecosistemas de la costa, sierra y amazonía?
- ¿Qué características permiten identificar un ecosistema de campo?
- ¿Cómo afectan las actividades humanas la estructura y función de los ecosistemas de El Oro?

3.2 Objetivos / resultados de aprendizaje

Al finalizar esta unidad, el estudiante será capaz de:

- Explicar las propiedades fundamentales de los ecosistemas.
- Comparar diferentes tipos de ecosistemas a escala global y nacional.
- Identificar ecosistemas de Ecuador mediante indicadores específicos.
- Aplicar conocimientos en contextos reales mediante prácticas de campo.

3.3 Competencias a desarrollar

- Interpretación ecológica avanzada.
- Identificación de ecosistemas.
- Resolución de problemas de campo.
- Análisis de vulnerabilidad ecosistémica.

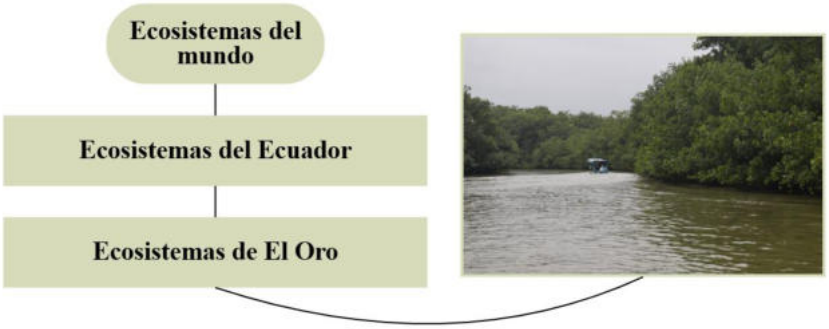


Figura 75. Ecosistemas de El Ecuador.

Durante una salida de campo a la parte alta de El Oro, los estudiantes observan cómo el cambio de altitud modifica la flora, la temperatura y la humedad. Cada variación ambiental da origen a un nuevo ecosistema, evidenciando la estrecha relación entre clima y biodiversidad.

"Un ecosistema es más que la suma de sus partes; es un flujo constante de energía y vida." – Eugene Odum

3.4 Propiedades de los ecosistemas

Un ecosistema está compuesto por los organismos que lo pueblan, el sitio en el que habitan y todas las interacciones que sostienen entre sí y con su entorno. Las especies que lo componen interactúan de diversas formas, y por medio de estas interacciones se establecen los flujos de energía y materia que se mueven en el entorno (Daily et al., 1997).



Figura 76.Ecosistema.

En el planeta existe una enorme variedad de ecosistemas, que se clasifican en acuáticos, terrestres, mixtos, microbianos, artificiales y subterráneos (Daily et al., 1997).

3.4.1 Características de un ecosistema

Las principales características de los ecosistemas son:

- Está formado por componentes bióticos y abióticos que interactúan de manera continua.
- Es un sistema complejo, cuya complejidad aumenta a medida que crece su biodiversidad.
- Puede presentarse en diferentes tipos, tamaños y estructuras.
- Suele albergar una gran diversidad de especies.
- Es dinámico y variable, ya que experimenta cambios naturales o provocados por actividades humanas; en ambos casos, existe un constante flujo de energía y nutrientes.
- Su principal fuente de energía es la radiación solar, que las plantas utilizan para transformar materia inorgánica en materia orgánica.

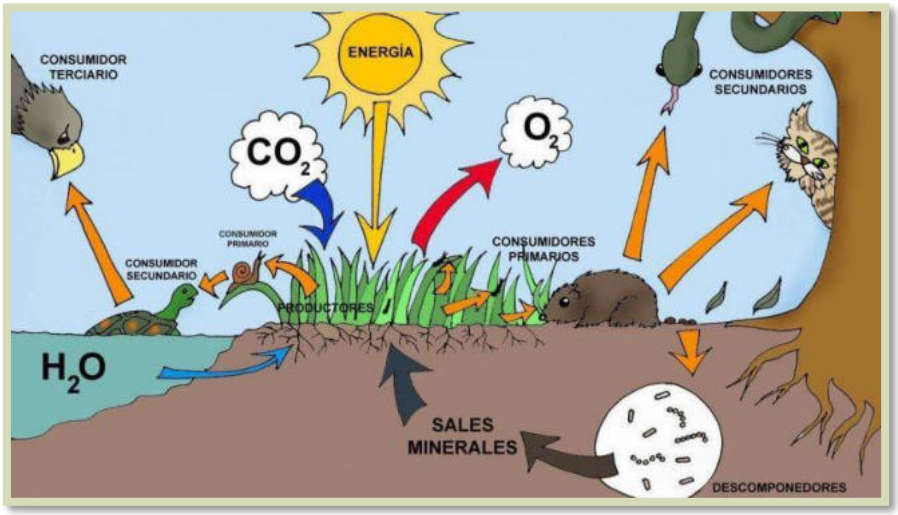


Figura 77. Interacción en un ecosistema.

El ecólogo Robert Whittaker propuso tres niveles de diversidad en los ecosistemas: Alfa, Beta y Gama. Señalando características y condiciones para cada nivel:

- **Alfa:** se refiere a la diversidad del ecosistema, considera el número de especies.
- **Beta:** incluye la dimensión de la variación entre las especies que se encuentran entre un ecosistema y otro.
- **Gamma:** se refiere a la diversidad de la región en su totalidad, en esta se suman las diversidades Alfa de cada ecosistema presente en una región geográfica.

3.4.2 Tipos de ecosistemas



Figura 78. Tipos de ecosistemas.

Existen distintos ecosistemas, que pueden ser organizados conforme al entorno en el que se encuentran:

- **Ecosistemas acuáticos**. Los ecosistemas acuáticos se distinguen porque el agua es su componente principal. Son, además, los más abundantes del planeta, ya que representan casi el 75 % de todos los ecosistemas conocidos. Dentro de este grupo se incluyen tanto los ecosistemas marinos, como los de aguas continentales, ya sean dulces o salobres, entre ellos ríos, lagos y lagunas (Daily et al., 1997).



Figura 79. Ecosistema acuático.

- **Ecosistemas terrestres**. Los ecosistemas terrestres se pueden encontrar en variaciones de relieves, como montañas, planicies, valles y llanuras, pertenecen a la zona continental. Presentan diferencias marcadas en temperatura, disponibilidad de oxígeno, tipos de suelo y niveles de humedad, lo que favorece una biodiversidad amplia y diversa. Entre los ecosistemas terrestres más representativos se encuentran los bosques, los matorrales, las estepas y los desiertos (Daily et al., 1997).



Figura 80. Ecosistema terrestre.

- **Ecosistemas mixtos**. Estos ecosistemas se forman en zonas donde el agua y la tierra se encuentran, creando ambientes con dinámicas muy particulares. Las especies que viven allí suelen pasar la mayor parte del tiempo en uno de los dos medios, pero dependen del otro para descansar, alimentarse o reproducirse. Entre los ejemplos más conocidos de estos ecosistemas mixtos están los manglares, los esteros y las zonas costeras (Daily et al., 1997).



Figura 81.Ecosistemas mixtos.

- **Ecosistemas microbianos**. Estos ecosistemas están compuestos por organismos microscópicos que pueden vivir prácticamente en cualquier lugar: en el agua, en la tierra e incluso dentro de otros seres vivos. Un ejemplo claro es la flora microbiana que habita en el intestino humano, fundamental para nuestra salud (Daily et al., 1997).

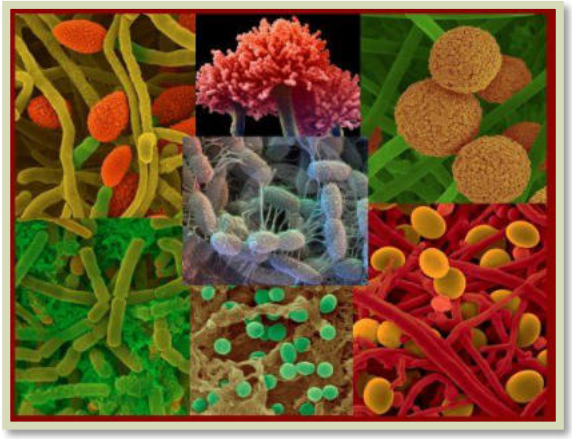


Figura 82. Ecosistema microbiano.

- **Ecosistemas artificiales**. Estos ecosistemas son creados o modificados por la acción humana, por lo que también se les llama ecosistemas antrópicos. Su presencia es cada vez más frecuente en el planeta. Entre los ejemplos más comunes se encuentran las ciudades, los embalses y los terrenos agrícolas (Daily et al., 1997).



Figura 83. Ecosistema artificial.

- **Ecosistemas subterráneos**. Estos ecosistemas se encuentran bajo la superficie de la tierra y están habitados por organismos adaptados a la oscuridad y a la escasez de recursos. Algunos ejemplos son las cuevas y los sistemas de aguas subterráneas (Daily et al., 1997).



Figura 84. Ecosistema subterráneo.

3.4.3 Niveles tróficos

Cuando hablamos de **niveles tróficos** en un ecosistema, nos referimos a los grupos de organismos que ocupan la misma posición en la **cadena alimenticia**. Es decir, se clasifican según cómo obtienen su alimento y la energía del entorno que los rodea (Daily et al., 1997).

Estos niveles se pueden representar en una pirámide trófica o en esquemas similares. Entre ellos se establecen relaciones tróficas, ya que unos organismos se alimentan de otros. De esta manera, podemos distinguir cadenas tróficas, que muestran una línea directa de alimentación, o redes tróficas, que reflejan las complejas interacciones de todo el ecosistema (Daily et al., 1997).

Se dice que existe una **relación trófica** entre dos organismos cuando uno se alimenta del otro. Además, el organismo que consume puede, a su vez, convertirse en alimento de otro dentro del mismo ecosistema. De esta manera, se enlazan varios organismos formando una **cadena trófica**, donde cada eslabón representa a un ser vivo que se alimenta de otro o que es consumido por otro (Daily et al., 1997).

Dentro de estas cadenas, encontramos distintos **niveles tróficos**, que dependen de la categoría o postura que ocupa cada individuo en las cadenas tróficas. Esto quiere decir que, un nivel trófico engloba a todas las especies que consiguen su alimento de la misma forma dentro del ecosistema.

Existen tres niveles tróficos:

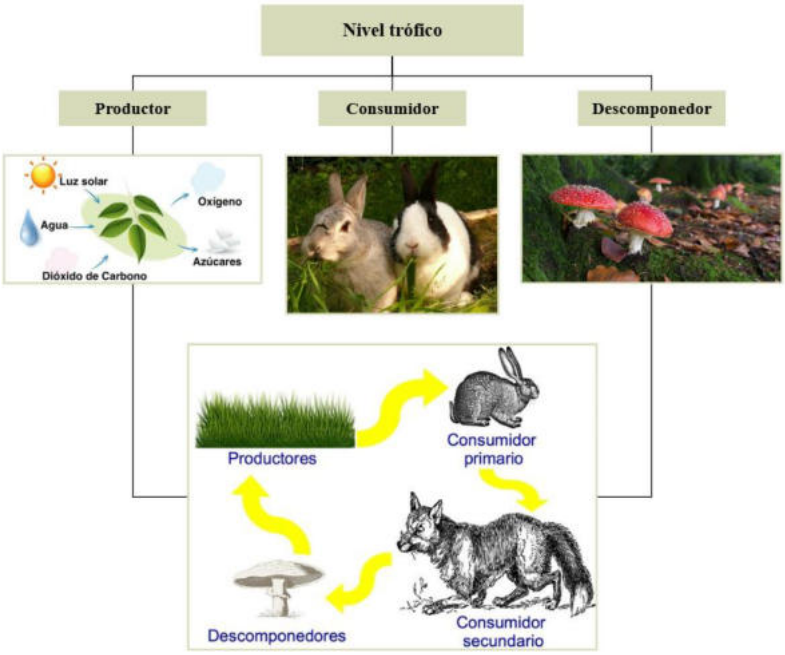


Figura 85. Niveles tróficos.

- **Productores**: Generan su propio alimento a partir de materia orgpanica mediante fotosíntesis o quimiosíntesis. Representan el primer nivel de la cadena alimentaria y forman la base de los ecosistemas. Son los organismos capaces de fabricar su propio alimento a partir de elementos inorgánicos, principalmente mediante la fotosíntesis. Entre ellos se encuentran las plantas, las algas, el fitoplancton y algunas bacterias, que, al generar energía y materia orgánica, permiten que los demás seres vivos del ecosistema puedan alimentarse y sobrevivir (Daily et al., 1997).
- **Consumidores**: Son seres vivos que no tienen la capacidad de producir su propia comida, por lo que requieren de otros organismos para conseguir nutrientes y energía. Estos se llaman heterótrofos. Los categorizamos en distintos niveles de acuerdo a

su lugar dentro de la cadena alimentaria: los consumidores primarios, que son herbívoros y se nutren de los productores; los secundarios, que son carnívoros y dependen de los consumidores primarios para alimentarse; y los terciarios y cuaternarios, que son depredadores y obtienen su comida de las capas inferiores, tal como las secundarias o terciarias. Cada uno de estos niveles mantiene el equilibrio del ecosistema y asegura el flujo de energía a través de la cadena trófica (Daily et al., 1997).

- **Descomponedores**: Son todos los organismos que se nutren de materia orgánica que se encuentra en estado de **descomposición**, aprovechando restos de otros seres vivos. Desempeñan un papel crucial en los ecosistemas al reciclar nutrientes y devolverlos al suelo. Entre ellos se incluyen hongos, lombrices y ciertas bacterias (Daily et al., 1997).

3.5 Los Ecosistemas de Ecuador y su distribución en la Provincia de El Oro

El Oro tiene una gradiente de altitud que se extiende desde los 0 metros sobre el nivel del mar hasta los 3.900 metros de altitud, lo cual genera una gran cantidad de hábitats y ecosistemas, desde manglares hasta diferentes clases de bosques, como secos, piemontanos, montanos y páramos. Esta provincia posee más de quince ecosistemas ecológicos (Garzón et al., 2017).

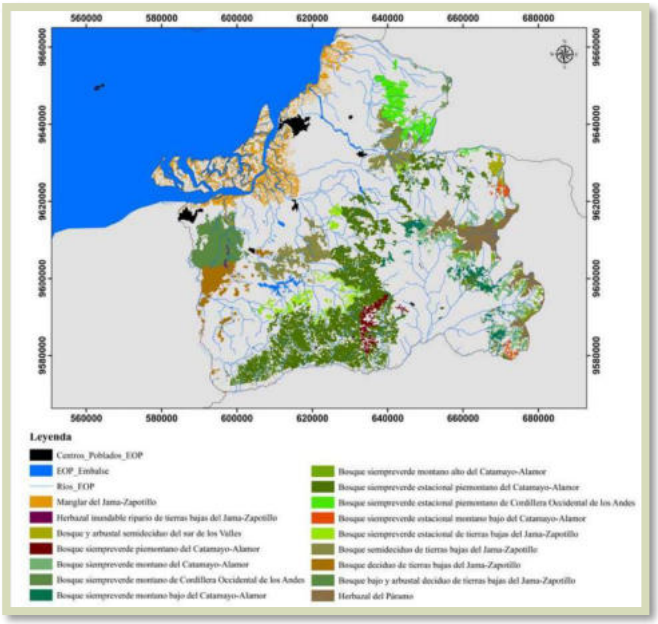


Figura 86. Ecosistemas de El Oro.

3.5.1 Manglar y zona marino costera

Estos ecosistemas contribuyen a mejorar la calidad del agua y protegen las zonas costeras frente a marejadas, inundaciones, tormentas y procesos erosivos. En nuestra provincia, ocupan alrededor de 239 km², situándose entre los 0 y 10 metros sobre el nivel del mar (Garzón et al., 2017).

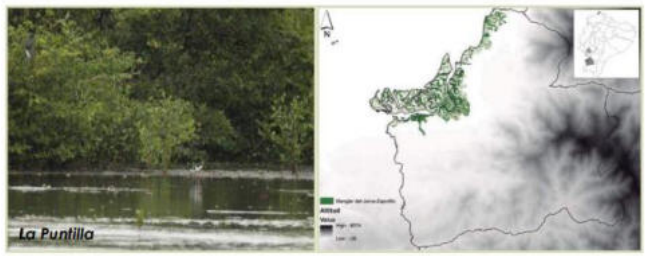


Figura 87.Manglar de la provincia de El Oro.

3.5.2 Bosques secos de tierras bajas

Estos ecosistemas son poco conocidos pero muy valiosos por su importancia económica y biodiversidad, han sido catalogados como ecorregiones únicas en el mundo. Se destacan por su alto nivel de especies endémicas. En nuestra provincia abarcan 468 km², desde los 0 hasta los 300 metros sobre el nivel del mar (Garzón et al., 2017).

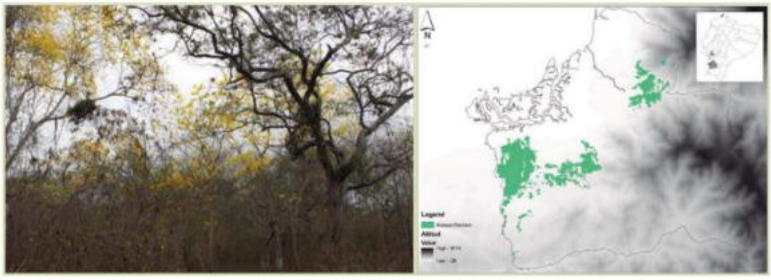


Figura 88.. Bosques secos de tierras bajas de la provincia de El Oro.

3.5.3 Bosques montanos bajo

Es un ecosistema andino donde la mayoría de especies de plantas y animales típicos de las tierras bajas desaparecen. Aquí las epífitas, como musgos, helechos, orquídeas y bromelias, se vuelven muy abundantes.

En nuestra provincia, estos ecosistemas cubren 59 km², entre los 1900 y 2400 metros sobre el nivel del mar (Garzón et al., 2017).

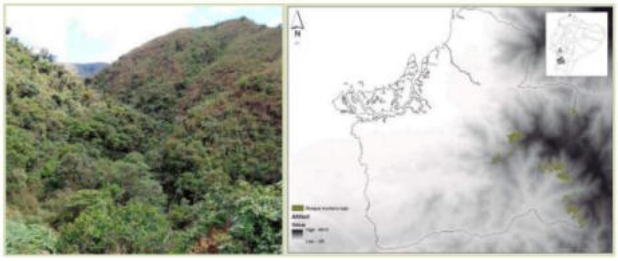


Figura 89. Bosques montanos bajo de la provincia de El Oro.

3.5.4 Bosques montanos

Este ecosistema es típico de la región andina, son de prioridad local, regional y mundial puesto que existe una gran biodiversidad en estos tipos de bosques, además de cumplir papeles importantes en procesos ecológicos como la regulación hídrica y la conservación de la calidad del agua. En nuestra provincia ocupa 101 k m2 de territorio, con una gradiente altitudinal que va desde los 2200 a 2900 metros sobre el nivel del mar (Garzón et al., 2017).

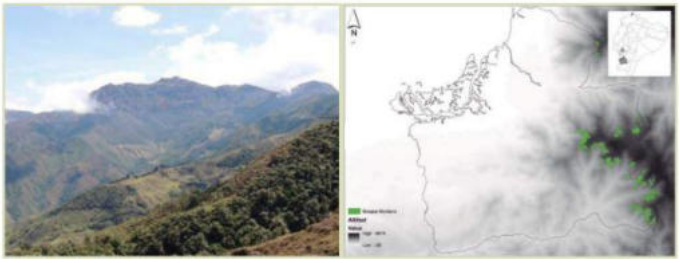


Figura 90. Bosques montanos de la provincia de El Oro.

3.5.5 Bosques montano alto y páramo

Los ecosistemas de páramo, de clima frío y húmedo, son esenciales para el almacenamiento y distribución del agua en sus cuencas. En la provincia de El Oro se encuentran hasta los 4000 metros de elevación, cubriendo 193 km², desde los 2900 hasta los 3900 metros sobre el nivel del mar (Garzón et al., 2017).



Figura 91. Bosques montano alto y páramo de la provincia de El Oro.

3.5.6 Bosques piemontano y nublado

Este ecosistema se encuentra ubicado entre los bosques tropicales de tierras bajas y los montanos, se caracteriza por su alta humedad y niebla constante. Es hogar de especies endémicas y amenazadas, como el Perico de El Oro (*Pyrrhura orcesi*). En nuestra provincia ocupa 780 km² de territorio, y tiene un gradiente altitudinal que va desde los 400 a los 1600 metros de elevación. (Garzón et al., 2017).

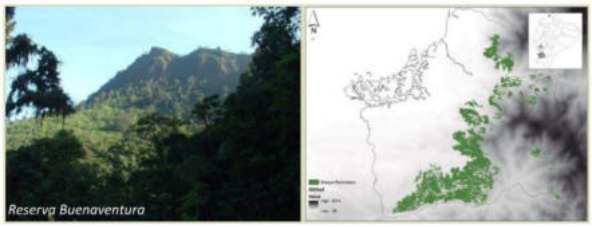


Figura 92.Bosques piemontano y nublado de la provincia de El Oro.

En los Bosques Piemontanos se encuentran los famosos bosques nublados, caracterizados por su constante neblina, alta humedad, gran diversidad y, sobre todo, abundante agua. Estos bosques son fundamentales para la regulación ecológica y el mantenimiento de los procesos naturales, ofreciendo beneficios directos e indirectos para las personas, como la producción de oxígeno y el suministro de agua (Garzón et al., 2017).

Los árboles de este ecosistema pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y albergan una gran cantidad de epífitas. Además, sus troncos y ramas funcionan como microecosistemas por sí mismos, proporcionando hábitat a numerosas especies (Garzón et al., 2017).

SIGLAS	ECOSISTEMA	ALTURA
MZMC	Manglar y Marino Costero	0 -10 m.s.n.m.
BTBJZ	Bosque de Tierras Bajas Secos	0-300 m.s.n.m.
BPCA	Bosque Piemontano	400 -1600 m.s.n.m.
BMBCA	Bosque Montano Bajo	1900 -2400 m.s.n.m.
BMCA	Bosque Montano	2200 -2900 m.s.n.m.
PARM	Páramo	2900 -3900 m.s.n.m.

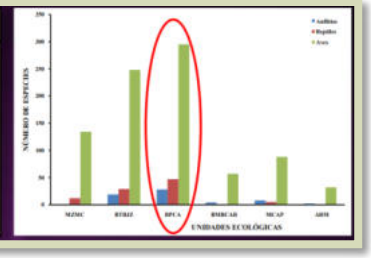


Figura 93.Especies de reptiles, anfibios y aves en los ecosistemas de El Oro.

3.6 Ecosistemas de Ecuador continental

El Ecuador continental alberga una excepcional diversidad de ecosistemas gracias a su ubicación geográfica, su compleja topografía y la influencia de la cordillera de los Andes. En Ecuador existen tres grandes regiones naturales: la Sierra, la Costa y la Amazonía, cada una posee su propio relieve, fauna y clima (Ministerio del Ambiente, 2013). A partir de estas 3 grandes regiones, se genera una extensa diversidad entre ecosistemas, que va desde junglas tropicales y bosques áridos hasta manglares y páramos andinos. El país, gracias a su diversidad, cuenta con una enorme riqueza biológica y brinda servicios ecosistémicos que son esenciales para la existencia de los seres humanos. Como resultado, se encuentra entre las naciones más megadiversas del mundo.

El Ecuador continental cuenta con 91 ecosistemas identificados que se dividen en 65 ecosistemas boscosos, 14 ecosistemas herbáceos y 12 ecosistemas arbustivos (MAATE, 2018).

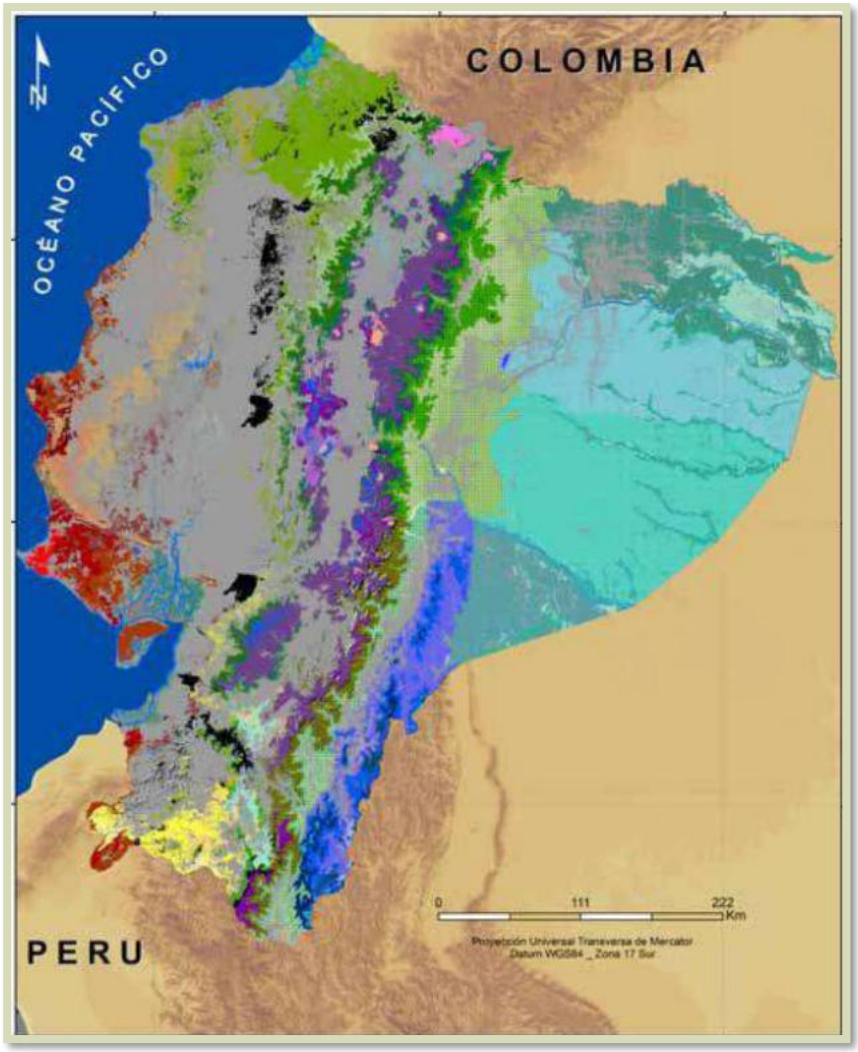


Figura 94. Ecosistemas del Ecuador continental.





Figura 95. Ecosistemas del Ecuador continental.

3.7 Evaluación

1. Explica que son los productores y que función cumplen en las cadenas tróficas.

_____

_____

_____

2. Selecciona Verdadero o Falso

Un ecosistema marino es un ecosistema acuático.

( ) Verdadero ( ) Falso

3. Selección múltiple

La productividad primaria depende principalmente de:

a) Oxígeno

b) Luz solar

c) Viento

d) Pluviosidad exclusivamente

4. Completa el enunciado

Los _____ ecosistémicos permiten identificar el tipo de ecosistema según condiciones ambientales.

5. Relaciona con la columna correspondiente

a. Bosque seco	1. Clima estacional, árboles caducifolios
b. Manglar	2. Suelo lodoso, alta salinidad
c. Páramo	3. Temperaturas bajas, vegetación almohadillada

6. Interpreta la imagen



_____

_____

7. Selección múltiple

El ecosistema de El Oro presente en zonas altas es:

a) Manglar

b) Bosque húmedo piemontano

c) Bosque seco

d) Estuario

8. Completa el siguiente organizador gráfico



9. Selecciona Verdadero o Falso

Los consumidores son organismos autótofros, es decir producen su propio alimento.

( ) Verdadero ( ) Falso

CAPÍTULO IV

4 ECOLOGÍA HUMANA

La Unidad IV abarca los conceptos ecológicos que se han analizado en las secciones anteriores, con el objetivo de comprender la relación entre las sociedades humanas y los ecosistemas. La Ecología Humana se centra en cómo las acciones humanas cambian el medio ambiente natural y, simultáneamente, cómo estos cambios impactan la producción agrícola, la sostenibilidad y el bienestar de los seres humanos.

Esta unidad analiza asuntos como los ecosistemas de las ciudades, los agroecosistemas, la circulación de energía en entornos alterados por el ser humano, los servicios que prestan los ecosistemas y la relación entre la sociedad y el medioambiente. Así, el estudiante puede comprender cómo la cultura, la economía y la naturaleza se influyen mutuamente desde un enfoque ecológico.

4.1 Preguntas de enfoque

- ¿Cómo afectan las actividades humanas a los ecosistemas naturales?
- ¿Qué papel cumplen los agroecosistemas en la seguridad alimentaria del Ecuador?
- ¿Qué servicios ecosistémicos son más vulnerables en zonas urbanas?
- ¿Cómo fluye la energía en un ecosistema urbano?

4.2 Objetivos / resultados de aprendizaje

Al finalizar esta unidad, el estudiante será capaz de:

- Comprender la relación entre los ecosistemas y los sistemas sociales.
- Analizar los servicios ecosistémicos y su importancia para la vida humana.
- Evaluar agroecosistemas relevantes del Ecuador.
- Identificar problemas ambientales en sistemas urbanos y rurales.

4.3 Competencias a desarrollar

- Análisis socioambiental.
- Identificación de servicios ecosistémicos.
- Evaluación de impacto humano.
- Solución de problemas ecológicos urbanos y rurales.

En Machala, el crecimiento urbano genera cambios en el flujo de energía y produce problemas como isla de calor, pérdida de áreas verdes y contaminación. Al mismo tiempo, los agroecosistemas de banano y cacao en zonas rurales dependen de servicios ecosistémicos como polinización, suelos fértiles y disponibilidad de agua.

"El ser humano forma parte de la naturaleza, no está separado de ella." – Vandana Shiva

4.4 Ecología Humana

La ecología humana se centra en estudiar de manera científica cómo interactúa la especie humana (*Homo sapiens*) con los distintos componentes y procesos de los ecosistemas en los que participa, considerando estas relaciones en tiempo y espacio. Su principal objetivo es comprender cómo las sociedades humanas perciben, utilizan y transforman el ambiente, incluyendo sus respuestas biológicas, sociales y culturales frente a los cambios que ocurren en él (Restrepo, 1997).

Los estudios de ecología humana son claves para la sociedad porque permiten:

- Conocer la historia y el estado actual de la relación entre las sociedades y el ambiente, así como de las poblaciones humanas.
- Identificar, diseñar y probar alternativas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de las comunidades.

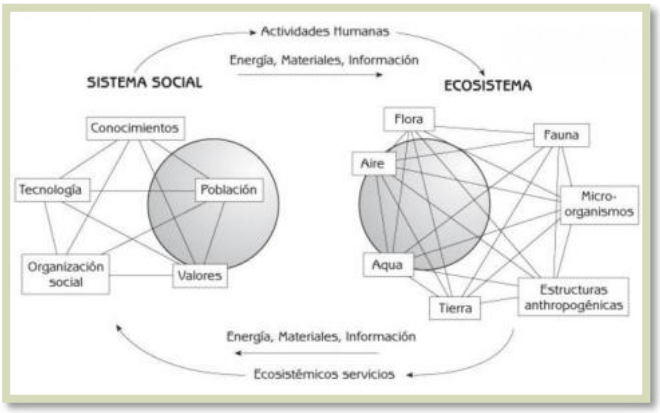


Figura 96. Interacciones entre el ecosistema natural y social.

4.4.1 Relación ser humano-ecosistema

El ecosistema humano se concibe como una unidad compleja en la que interactúan cuatro componentes fundamentales: las poblaciones humanas, el medio geográfico, el medio biológico y el medio cultural (Restrepo, 1997).



Figura 97. Ecosistema humano.

Las **poblaciones humanas** funcionan como unidades reproductoras y sociales que comparten recursos, valores, organización social, conocimientos y tecnologías (Restrepo, 1997).

El medio **geográfico** proporciona las condiciones físicas, químicas, climáticas y orográficas que determinan dónde se establecen los asentamientos, su accesibilidad y gran parte de la variabilidad biológica observable en las personas, como la pigmentación, la forma del cuerpo o ciertos rasgos faciales (Restrepo, 1997).

El medio **biológico** incluye tanto las relaciones de los seres humanos con otras especies, por ejemplo, los alimentos que consumen, los agentes patógenos y los animales y plantas con los que conviven como las relaciones internas de la población, relacionadas con la fecundidad, la mortalidad, la densidad y la estructura por edades (Restrepo, 1997).

El medio **cultural** es lo que distingue principalmente al ecosistema humano, ya que actúa como mediador entre lo biológico y lo geográfico. La cultura, mediante estructuras políticas y económicas, tecnologías, costumbres de comportamiento y valores sociales, regula las reacciones biológicas y sociales de las poblaciones e influye en la manera en que se expresan los efectos del medio ambiente. Los flujos energéticos del ecosistema se componen de la energía nutritiva o vital, que respalda las actividades biológicas, y de la energía extrasomática o cultural, que preserva la vida a nivel social y tecnológico (Restrepo, 1997).

Procesos de interacción entre el ser humano y su ambiente

Las poblaciones humanas están sometidas de manera constante a presiones ambientales que exigen ajustes fisiológicos, conductuales y sociales. Existen tres procesos **centrales** que explican esta interacción: adaptación, ajuste y plasticidad (Restrepo, 1997).

La **adaptación** ocurre a escala poblacional y resulta de la selección natural, de manera que ciertos genotipos se vuelven más frecuentes a través de las generaciones por conferir mayor supervivencia o fertilidad. Muchos rasgos visibles —como la pigmentación o las proporciones corporales— son resultado de antiguas adaptaciones al clima, la

radiación solar, la temperatura o la disponibilidad de recursos (Restrepo, 1997).



Figura 98. Adaptación.

El **ajuste** es una respuesta individual que permite enfrentar cambios ambientales inmediatos o sostenidos mediante mecanismos homeostáticos, como regular la temperatura corporal, modificar el metabolismo o alterar el comportamiento. Los organismos pueden adaptarse a cambios en su entorno en cualquier etapa de su vida, y estas adaptaciones dependen de factores como la intensidad del estímulo ambiental, la edad, el sexo y su estado fisiológico (Restrepo, 1997).

La **plasticidad**, en este contexto, es la capacidad de un mismo genotipo para desarrollarse de diferentes maneras según el ambiente en el que se encuentre. Esta capacidad es especialmente evidente en los primeros momentos de la vida, cuando los genes pueden expresarse de formas distintas, generando cambios duraderos en la anatomía, la fisiología o el comportamiento del organismo (Restrepo, 1997).

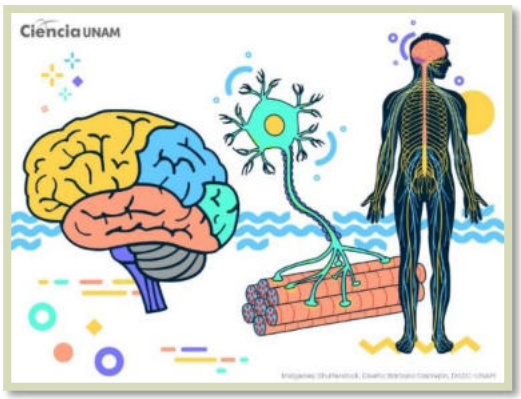


Figura 99. Plasticidad.

Cambios seculares y salud ambiental

Los cambios ambientales globales ocurridos en el último siglo han dejado huella visible en la biología humana, dando lugar a lo que se conoce como cambios seculares. Entre estos se incluyen aumentos en la estatura promedio, adelanto de la pubertad, mayores índices de masa corporal, incremento del sobrepeso y la obesidad, así como modificaciones en el ritmo de crecimiento y desarrollo. Estas transformaciones muestran claramente las circunstancias socioeconómicas, tecnológicas, sanitarias, nutricionales y ambientales en las que vive cada grupo poblacional (Restrepo, 1997).

Los cambios seculares son indicadores reales de la salud medioambiental, ya que posibilitan determinar si el ecosistema humano promueve o afecta negativamente el bienestar. Por ejemplo, un incremento constante en la altura normalmente se entiende como una señal de que la salud, la alimentación y la calidad de vida están mejorando; en cambio, un avance rápido de la obesidad puede ser

indicativo de entornos con mucha energía a disposición, estrés social, sedentarismo o desigualdad (Restrepo, 1997).

La salud humana depende tanto del entorno biológico como del cultural y geográfico. Por ello, las variaciones fenotípicas a lo largo de la vida revelan la calidad del ambiente en el que se desarrolla cada población. Estos indicadores son herramientas clave para diseñar políticas públicas de prevención, nutrición, ejercicio, atención prenatal y protección social, además de permitir identificar a los grupos más vulnerables afectados por pobreza, desnutrición, contaminación o acceso limitado a servicios de salud (Restrepo, 1997).

4.4.2 Ecosistemas agrícolas

Un ejemplo evidente de sistemas que han sido creados y alterados por el ser humano son los ecosistemas agrícolas. Su procedencia y conservación están vinculadas directamente con nuestras actividades, especialmente las que se refieren a la producción de alimentos. Con el paso del tiempo, la intervención humana sobre la tierra ha sido progresiva, lo que ha posibilitado que las prácticas agrícolas se incorporen y se ajusten a los ecosistemas semi-naturales circundantes. Una buena muestra de esta "coevolución" se observa en numerosos sistemas tradicionales de agropastoralismo, que logran un balance entre la actividad humana y la naturaleza que favorece a la producción agrícola y también a la biodiversidad local (Sans, 2007).



Figura 100. Ecosistema agrícola.

La intensificación excesiva de la agricultura ha traído consigo consecuencias importantes para el medio ambiente. En muchos casos, los paisajes han sido transformados drásticamente, los suelos se han empobrecido y los procesos de erosión se han acelerado hasta volverse, a veces, irreversibles. En los últimos cincuenta años, el uso masivo de productos químicos para proteger los cultivos ha provocado contaminaciones que, en ocasiones, resultan permanentes. Además, la concentración de explotaciones ganaderas separadas de la producción agrícola ha generado problemas adicionales, como la contaminación de acuíferos, la erosión del suelo y la acumulación de residuos. Estos cambios en la gestión de los sistemas agrícolas y pastorales han llevado a que la agricultura y ganadería tradicionales sean reemplazadas por modelos de producción intensiva centrados únicamente en criterios económicos, con consecuencias negativas tanto para el medio ambiente como para el paisaje (Sans, 2007).



Figura 101.Erosión del suelo en ecosistemas agrícolas.

En los últimos 50 años, la principal causa de la pérdida de biodiversidad terrestre ha sido la transformación de los hábitats, principalmente por la conversión de paisajes naturales y semi-naturales en áreas agrícolas. Además, la acumulación de nutrientes, especialmente nitrógeno y fósforo provenientes de fertilizantes y desechos agrícolas, se ha convertido en uno de los factores más importantes que alteran los ecosistemas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008).

4.5 Ecosistemas y sistemas sociales

4.5.1 Ecosistemas urbanos

Son aquellos ecosistemas donde conviven humanos con infraestructuras como edificios, calles, parques, etc. La presencia de estas construcciones

ha reemplazado, en gran medida, a los ecosistemas y comunidades que existían previamente (Reyes et al., 2018).



Figura 102. Ecosistema urbano.

Los ecosistemas urbanos combinan elementos naturales y construidos, donde las interacciones entre ellos están influenciadas tanto por procesos naturales, como el clima o la geografía, como y de manera más significativa, por la cultura, la organización social, la economía, la política y el comportamiento de las personas que habitan en la ciudad. Los ecosistemas urbanos han sido descritos como un complejo de tres subsistemas: **natural, construido y social**. Al igual que en otros ecosistemas, pueden ser caracterizados en términos de sus componentes bióticos y abióticos, y de la **circulación** de materia y energía. Las ciudades presentan características biofísicas distintivas en comparación a otros ecosistemas terrestres tales como: mayores temperaturas a nivel superficial y del aire, menor humedad del aire, suelos altamente compactados y contaminados, y dominan las superficies impermeables, tienen una mayor concentración de contaminantes atmosféricos y

existen altos niveles de ruido y luminosidad nocturna (Reyes et al., 2018).

4.5.2 Problemas de los ecosistemas urbanos

La vida en las ciudades es compleja por distintos motivos como la **superpoblación** (esto es, un gran número de personas viviendo en un mismo lugar), la falta de espacio para vivir, la alta movilidad (muy presente en capitales como Madrid o Washington DC), la falta de espacios verdes y el uso excesivo de recursos y energía, entre otros. ejemplos de este tipo de ciudades son: Londres, París, Nueva York, Sídney, etc. todo ello conlleva algunas consecuencias negativas para los entornos naturales cercanos y a nivel global (Reyes et al., 2018).

Por un lado, la cantidad de gases de las fábricas y automóviles propician el **aumento de las temperaturas**, provocando el llamado efecto invernadero. éste surge a causa de los gases producidos por el ser humano, los cuales impiden que el calor que penetra en la atmósfera de la tierra rebote y se pierda (Reyes et al., 2018).

Asimismo, los gases, los vertidos de aguas fecales y de fábricas, el uso excesivo de plástico y la gran cantidad de basura producida por hombres y mujeres, entre otras cosas, acarrean una gran **contaminación ambiental**, en el aire, agua y tierra. en esta línea, conviene señalar que la alta contaminación del aire conlleva la lluvia ácida, creada por la mezcla de ácidos, provenientes del aire de los motores y fábricas, y el agua de la lluvia (Reyes et al., 2018).

Además, existe un problema conocido como **contaminación acústica**, entendida como la polución por un ruido excesivo y prolongado. Los países más afectados por estos problemas son China, India, Japón, EEUU y algunos países europeos (Reyes et al., 2018).

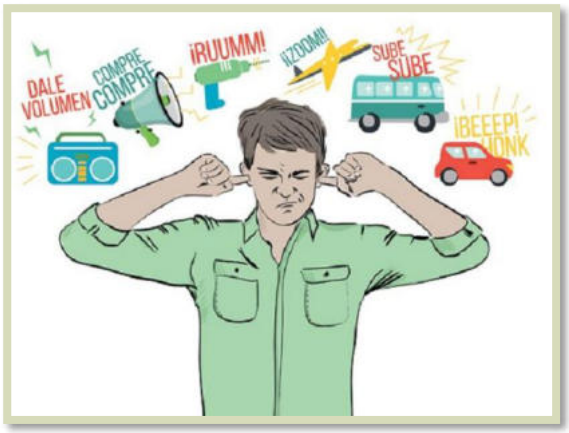


Figura 103. Contaminación acústica.

Finalmente, otro de los inconvenientes de la vida en las ciudades que afecta, en este caso, especialmente al ser humano es el alto **nivel de estrés**, generado por el gran ajetreo y ritmo frenético de vida que se lleva en las grandes urbes (Reyes et al., 2018).

4.5.3 Flujo de energía en ecosistemas urbanos

Esta circulación energética en ecosistemas urbanos, contempla los aportes del medio natural (luz solar, agua, nutrientes, clima) así como los aportes y modificaciones introducidos por la **actividad humana**: edificaciones, infraestructura, consumo, redes de servicios, mantenimiento del verde urbano, etc (Reyes et al., 2018).

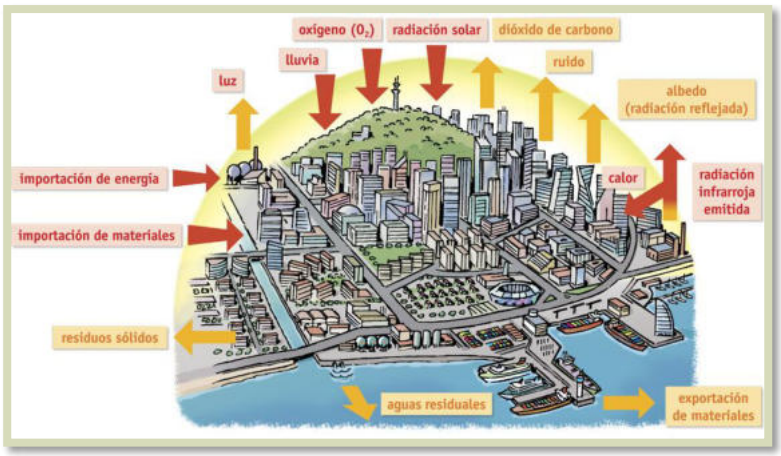


Figura 104.Flujo de energía en ecosistemas urbanos.

El flujo de energía en ecosistemas urbanos tiene algunas características distintas respecto a ecosistemas naturales:

- Las ciudades suelen presentar **superficies impermeables**, suelos compactados, menor humedad del aire, y suelo/agua/nutrientes reorganizados por construcción. Esto altera los flujos naturales de agua, nutrientes y energía del suelo (Reyes et al., 2018).
- A pesar de esas modificaciones, se mantiene **biota urbana**: vegetación (árboles, jardines, parques, jardines residenciales) y fauna (insectos, aves, murciélagos, otros animales urbanos) que participan del flujo de energía: producen biomasa, consumen recursos, interactúan, y utilizan los recursos energéticos del sistema (Reyes et al., 2018).
- En gran parte, las decisiones de los seres humanos establecen qué especies de plantas o animales se introducen, se mantienen o se eliminan. La administración de la energía disponible, su

distribución, la productividad biológica y los servicios ecosistémicos se ven modulados por esa gestión antrópica (Reyes et al., 2018).

La fauna y la vegetación, tanto las nativas como las que se han adaptado, pueden sobrevivir gracias a la energía que fluye por los ecosistemas urbanos. La vegetación urbana es fundamental para el ecosistema porque: controla el clima a nivel local, evita las inundaciones, mejora la calidad del aire, atrapa carbono y ofrece refugio y alimento a diversas especies; de esta manera, fomenta la diversidad biológica en la ciudad.

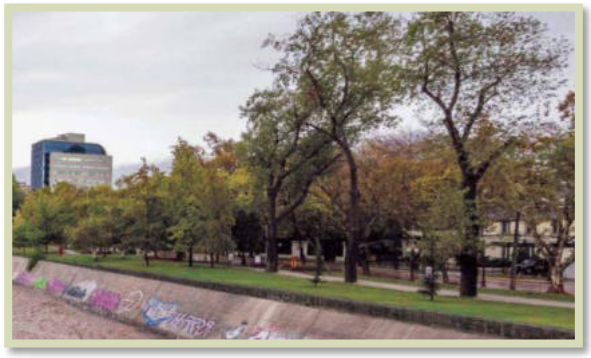


Figura 105. Áreas verdes urbanas.

Las áreas verdes urbanas como parques, plazas, jardines, humedales urbanos y riberas, funcionan como una "**infraestructura verde**" que facilita un flujo energético más cercano al de ecosistemas naturales. Integrar estas áreas permite mejorar la calidad del ambiente urbano y favorecer la sostenibilidad del ecosistema.

La distribución espacial, el diseño, mantenimiento y la gestión de la vegetación urbana condicionan cuán efectivo es ese **flujo de energía**

hacia funciones ecológicas y servicios ecosistémicos. Zonas con pocas áreas verdes o con exceso de pavimento limitan esos flujos.

4.6 Servicios ecosistémicos y agroecosistemas

Los servicios ecosistémicos son todos los beneficios que los ecosistemas nos ofrecen y que contribuyen a nuestra salud, economía y bienestar. Estos servicios provienen directamente del funcionamiento de los ecosistemas y nos permiten, por ejemplo, disponer de agua limpia, mantener suelos fértiles, regular el clima o polinizar cultivos (Ramon, 2016).

Algunos ejemplos de servicios ecosistémicos son la producción de agua limpia, la formación de suelo fértil, la regulación del clima por los bosques o la polinización de cultivos. Aunque a veces no los notemos, son fundamentales para nuestra salud, nuestra economía y nuestra calidad de vida. Si no los cuidamos y permitimos que se degraden, esto puede tener consecuencias graves para el bienestar de las personas (Ramon, 2016).



Figura 106. Servicios ecosistémicos.

Un ejemplo de capacidad fundamental en los ecosistemas es el almacenamiento de biomasa vegetal debido al proceso de fotosíntesis de las plantas. Desde la perspectiva humana, el servicio ecosistémico que se deriva de esto es la captura de CO_2 atmosférico, que se incorpora a las estructuras leñosas de las plantas y contribuye a reducir uno de los principales gases de efecto invernadero (Ramon, 2016).

Por esta razón, los servicios ecosistémicos están ganando cada vez más protagonismo en las políticas nacionales y europeas, ya que sirven como sirven como señales de cómo interactuamos con nuestro entorno. El siguiente paso consiste en incorporarlos como elemento central en la elaboración de decisiones y políticas ambientales, para contar con herramientas que nos permitan mitigar los efectos del cambio global, optimizar los beneficios sociales y minimizar los riesgos y costos para los ecosistemas y las sociedades (Ramon, 2016).



Figura 107. Tipos de servicios ecosistémicos.

- **Servicios de aprovisionamiento o abastecimiento**

Estos servicios incluyen los beneficios materiales que los ecosistemas nos proporcionan para nuestro consumo o uso, como madera, el agua, alimento, frutos, fibras naturales y los combustibles renovables, entre otros (Repsol, 2023).

- **Servicios de apoyo o soporte**

Se refieren a aquellos procesos que permiten la producción de otros servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la polinización, la conservación de hábitats naturales, el ciclo del agua y el control de la erosión del suelo

son esenciales para mantener el equilibrio y la productividad de los ecosistemas (Repsol, 2023).

- **Servicios de regulación**

Estos servicios son los procesos ecológicos que facilitan y mejoran la vida, como la regulación del clima, la calidad del aire y del agua, la polinización, y el control de inundaciones, erosión del suelo o enfermedades (Repsol, 2023).

- **Servicios culturales**

Incluyen los beneficios inmateriales que los ecosistemas nos ofrecen, relacionados con el bienestar y la cultura. La naturaleza contribuye a la identidad cultural, sirve de inspiración artística, proporciona espacios para la recreación y el disfrute estético, y puede influir en la ingeniería y el diseño de obras humanas (Repsol, 2023).

Algunos servicios, como los de aprovisionamiento, son más fáciles de calcular, mientras que otros, especialmente los culturales, resultan más difíciles de valorar de forma concreta.

4.6.1 Servicios ecosistémicos de los agroecosistemas

Un estudio global importante, la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MA, 2005), destacó que la salud y el bienestar de los seres humanos y otras especies dependen de los bienes y servicios que proporcionan los ecosistemas. En los ecosistemas agrícolas, estos servicios incluyen:

- **Servicio de abastecimiento:** alimentos, fibras, combustibles, bioquímicos, recursos genéticos y agua dulce.
- **Servicios de regulación:** control de plagas y enfermedades, polinización, esparcimiento de semillas, regulación de la erosión, depuración del agua y del clima.
- **Servicios culturales:** valores de índole religiosa y espiritual, técnicas para aprender, educación, inspiración y beneficios estéticos y recreativos.
- **Servicios de apoyo:** el ciclo del agua, la producción atmosférica de oxígeno, la provisión de hábitat, la generación primaria y el ciclo de nutrientes.

La biodiversidad garantiza estos servicios preservando las condiciones fundamentales en el planeta Tierra. El suministro de productos agrícolas y alimentos es uno de los servicios más cruciales para las personas. Otro servicio fundamental para asegurar la producción agrícola es el ciclo del agua, que incluye la lluvia y el riego. Estos afectan tanto a las zonas cultivadas como a las adyacentes (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008).

En conjunto, los servicios que brindan los agroecosistemas abarcan:

- Control de plagas y enfermedades.
- Ciclo de nutrientes, incluyendo la descomposición de materia orgánica.
- Fijación y transformación de nutrientes, como la realizada por bacterias fijadoras de nitrógeno.
- Regulación de la materia orgánica del suelo y retención hídrica.

- Conservación de la fertilidad del suelo y de los organismos que lo habitan.
- Polinización llevada a cabo por abejas y otros animales silvestres.

El **suelo** es un componente fundamental del sistema agrícola, ya que su estructura, composición y química determinan la fertilidad y la adecuación para cultivos. A nivel de paisaje, áreas con **alta biodiversidad**, naturales o manejadas (bosques, humedales, setos) dentro o alrededor de tierras agrícolas, también aportan servicios ecológicos esenciales para la producción agrícola (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2008).



Figura 108. Servicios ecosistémicos de los agroecosistemas.

4.7 Evaluación

1. **Explica por qué la ecología humana es fundamental para la gestión ambiental.**

_____

_____

_____

2. **Selecciona Verdadero o Falso**

Los agroecosistemas dependen de servicios ecosistémicos como la polinización

( ) Verdadero ( ) Falso

3. **Selección múltiple**

¿Cuál de los siguientes es un ecosistema urbano?

a) Centro de una ciudad

b) Manglar

c) Bosque húmedo

d) Estuario

4. **Completa el enunciado**

La _____ de calor urbana aumenta la temperatura en áreas con poco espacio verde.

5. **Relaciona con la columna correspondiente**

a. Provisión	1. Alimentos y agua
b. Regulación	2. Control climático
c. Soporte	3. Formación del suelo
d. Cultural	4. Turismo

6. Interpreta la imagen

Explica cómo la vegetación influye en la temperatura urbana.



_____

_____

7. Selección múltiple

Un cultivo tradicional del Ecuador incluido en la unidad es:

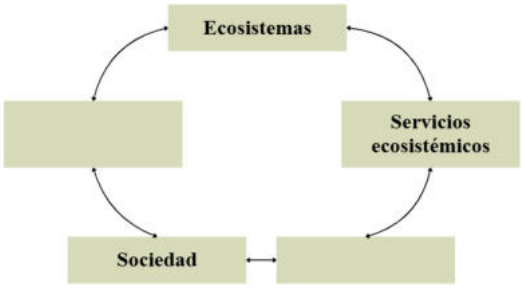
a) Trigo

b) Cacao

c) Quinua

d) Arándanos

8. Completa el siguiente organizador gráfico



9. Selecciona Verdadero o Falso

Los ecosistemas urbanos pueden generar servicios ecosistémicos.

( ) Verdadero ( ) Falso

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Factor biótico:** todos los seres vivos que conforman un ecosistema, como plantas, animales, hongos, bacterias, virus, etc., que de una u otra forma inciden en el funcionamiento del mismo.
- **Factor abiótico:** componentes físicos y químicos del medio como la luz, la temperatura, pH, salinidad, etc., que en gran medida determinan dónde y cómo pueden vivir las especies.
- **Nicho ecológico:** papel que cumple una especie dentro del ecosistema, incluyendo su hábitat, su dieta, su comportamiento y su forma de interacción con otros organismos.
- **Hábitat:** lugar en el que habita un organismo, con condiciones específicas del ambiente.
- **Límites de tolerancia:** condiciones del ambiente que permiten a una especie sobrevivir, desarrollarse y reproducirse.
- **Adaptación:** rasgo conductual, anatómico o fisiológico que ayuda a los seres vivos a sobrevivir y reproducirse.
- **Población:** conjunto de organismos vivos, de la misma especie, con capacidad para reproducirse entre sí y que habitan en una zona determinada.
- **Densidad poblacional:** Cantidad de individuos de una población que existe en una unidad de superficie o de volumen.
- **Tasa de natalidad:** número de nacimientos que se producen en una población durante un período determinado.
- **Tasa de mortalidad:** número de individuos que fallecen en una población por unidad de tiempo.

- **Distribución espacial**: manera en que los individuos de una población se disponen en el ambiente, ya sea aleatoriamente, en forma uniforme o en grupos.
- **Interacción interespecífica**: es una clase de relación ecológica que ocurre entre organismos de especies diferentes.
- **Competencia:** es la interacción entre dos especies que utilizan o necesitan los mismos recursos limitados, como el espacio, la luz o los alimentos.
- **Depredación:** es la interacción entre un depredador y una presa en donde el primero captura y se alimenta del segundo.
- **Niveles de organización ecológica:** es la jerarquía estructural que estudia la ecología, desde los individuos a las poblaciones, las comunidades, los ecosistemas y por último el paisaje y la biosfera.
- **Ecología Humana:** Estudia la manera en que los seres humanos nos relacionamos con la naturaleza y cómo nuestras acciones impactan a los ecosistemas.
- **Sistema social:** Son las normas, costumbres y estructuras económicas y políticas que ordenan la vida en sociedad.
- **Agroecosistema:** Una granja o terreno agrícola considerado como un mini-ecosistema en el que conviven plantas, animales y personas.
- **Ecosistema urbano:** Las ciudades con sus edificios, sus calles, su gente, mezcladas con espacios verdes y naturaleza.
- **Servicios ecosistémicos:** Todo lo que nos da la naturaleza: agua limpia, alimentos y aire puro.
- **Servicios de provisión:** Los bienes que recibimos directamente de la naturaleza: madera, agua, frutas, etc.

- **Servicios de regulación:** Funciones naturales que mejoran nuestras vidas, como el clima o las inundaciones.
- **Servicios de soporte:** Actividades esenciales que realiza el medio ambiente como, por ejemplo, la producción de oxígeno, el reciclado de nutrientes y la fertilización.
- **Servicios culturales:** Lo que alimenta nuestra alma: paisajes maravillosos, lugares donde recrearnos, inspirarnos y las tradiciones.
- **Isla de calor urbana:** En la ciudad hace más calor que en el campo debido a la gran cantidad de asfalto y cemento.
- **Sostenibilidad:** Usar sabiamente los recursos naturales para que perduren y nuestros hijos también puedan disfrutarlos.
- **Impacto ambiental:** El impacto que nuestras acciones tienen sobre la naturaleza.
- **Resiliencia urbana:** La capacidad de una ciudad para resistir, adaptarse y recuperarse de desastres o problemas.
- **Huella ecológica:** La "huella" que dejamos en la naturaleza en función de lo que consumimos y de los desechos que generamos.
- **Contaminación urbana:** Todo aquello que ensucia la ciudad: el humo, la basura, el ruido, los químicos, etc.

BIBLIOGRAFÍAS

Antón Giudice, D., & Antón Piquero, A. I. (2012). *Ecología y medio ambiente*. ST Editorial. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/librodeecologiaymedioambiente.pdf

Begon, M., & Townsend, C. R. (2021). *Ecology: From individuals to ecosystems* (5th ed.). Wiley.

Daily, G. C., Alexander, S., Ehrlich, P. R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P. A., Mooney, H. A., Postel, S., Schneider, S. H., Tilman, D., & Woodwell, G. M. (1997). Servicios de los ecosistemas: Beneficios que la sociedad recibe de los ecosistemas naturales. *Tópicos en Ecología* (N.º 2).

Atilio de la Orden, E. A. (2020). *Conceptos de ecología: Interacciones bióticas*. Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.

Garzón-Santomaro, C., Ortega, C., & Chala, J. (2017). *La provincia megadiversa de Pericles: Una guía didáctica para conocer los ecosistemas de la provincia de El Oro*. Gobierno Autónomo

Descentralizado de la Provincia de El Oro e Instituto Nacional de Biodiversidad.

Ha, M., & Schleiger, R. (s. f.). *Environmental science*. ASCCC Open Educational Resources Initiative.

Henao Orozco, C. C., Arrieta Ruiz, J. C., & Hurtado Ibarra, E. (2018). *Ecología* (1.ª ed.). Sello Editorial Universidad del Atlántico. https://librosuniatlanticoeduco.biteca.online/index.php/catalog/catalog/view/75/90/304

Hermance, D. (2022, 30 de agosto). *Ecological research methods: Observing, experimenting & modeling*. Sciencing. https://www.sciencing.com/ecological-research-methods-observing-experimenting-modeling-13719222/

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2018). *Estadísticas del patrimonio natural del Ecuador continental* (2.ª ed.). https://proamazonia.org/wp-

content/uploads/2019/10/ECUADOR_Folleto_Patrimonio_Natural_compressed.pdf

Morláns, M. C. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.

Ramon Revilla, A. (2016, 26 de febrero). *¿Qué son los servicios ecosistémicos?* CREAF. https://www.creaf.cat/es/articulos/que-son-los-servicios-ecosistemicos

Repsol. (2023). *Servicios ecosistémicos*. https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/servicios-ecosistemicos/index.cshtml

Restrepo, L. C. (1997). *Ecología humana: Una estrategia de intervención cultural*. Editorial San Pablo.

Reyes-Paecke, S., Barbosa, O., Celis-Diez, J. L., & de la Barrera, F. (2018). Ecosistemas urbanos. En Ministerio del Medio Ambiente (Ed.), *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos* (3.ª ed., t. 2, pp. 101–109). Ministerio del Medio Ambiente de Chile. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Celis-

Diez/publication/326257890_Ecosistemas_Urbanos/links/5ce3fe71a6fdccc9ddc2e099/Ecosistemas-Urbanos.pdf

Ron, S. R. (2020). *Regiones naturales del Ecuador*. BIOWEB, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales

Sánchez Falcón, M. (2020). *Niveles de organización ecológica: Cuáles son y ejemplos*. EcologíaVerde. https://www.ecologiaverde.com/niveles-de-organizacion-ecologica-cuales-son-y-ejemplos-2734.html

Sans, F. X. (2007). La diversidad de los agroecosistemas. *Ecosistemas, 16*(1), 44–49.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2008). *La biodiversidad y la agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf

Universidad de Alcalá, Departamento de Ecología. (2005). *Métodos de investigación en ecología: Prácticas de ecología*.

Vásquez, R. (2011). *Ecología y medio ambiente* (3.ª ed.). Grupo Editorial Patria. https://books.google.com.ec/books?id=FpctEAAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

Ecología en la ingeniería ambiental, se publicó en el mes de noviembre de 2026.

ISBN: 78-9907-802-73-3

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

BIOGRAFÍA DEAUTORES

Alex Dumany Luna Florin:

Ingeniero Agrónomo, Magíster en Impactos Ambientales y Doctor en Ciencias Aplicadas al Medio Ambiente. Profesor de Ingeniería Ambiental en la Universidad Técnica de Machala. Su labor se centra en docencia e investigación sobre ecología, biodiversidad, gestión ambiental, conservación, flora vascular, macroinvertebrados acuáticos y microplásticos en ecosistemas

Allison Adamaris Sunción Jumbo:

Estudiante de Ingeniería Ambiental en la Universidad Técnica de Machala, con experiencia en investigación y vinculación en el Bosque Seco y la Reserva Ecológica Arenillas. Ha trabajado en la elaboración de una Guía Ecológica y en la identificación de microplásticos. Sus intereses incluyen conservación y sostenibilidad ambiental.

ECOLOGÍA EN LA INGENIERÍA AMBIENTAL

Estimado lector, esta obra académica fundamenta a la ecología como el eje científico central para desentrañar las complejas interacciones entre los componentes bióticos y abióticos que determinan la distribución, abundancia y diversidad biológica en el planeta. A través de un enfoque ecosistémico y termodinámico, el texto examina las redes tróficas, el flujo energético y los ciclos biogeoquímicos fundamentales (agua, carbono y nitrógeno), postulando que la comprensión de estos mecanismos de autorregulación y resiliencia ecológica resulta indispensable para garantizar la sostenibilidad ambiental y la provisión continua de servicios ecosistémicos ante las presiones antropogénicas.

Estructurado en estricta correspondencia con el programa curricular de la carrera de Ingeniería Ambiental y disciplinas afines, el contenido progresa de manera sistemática desde los niveles de organización biológica básicos hasta las dinámicas macroecológicas: ambiente físico, adaptaciones ecofisiológicas, dinámica poblacional, interacciones inter e intraespecíficas, ecología de comunidades y funcionamiento de ecosistemas. La propuesta cobra singular relevancia al contextualizar estos marcos teóricos en los biomas de la provincia de El Oro y del territorio ecuatoriano, aprovechando su condición de laboratorio natural megadiverso para analizar cómo la geomorfología, los gradientes climáticos y la historia evolutiva modelan los hábitats locales, integrando además la dimensión de la ecología humana y el impacto territorial.

En su conjunto, el volumen se consolida como un manual formativo y metodológico riguroso para la educación superior, capacitando a los futuros ingenieros ambientales e investigadores en el diagnóstico, modelación y gestión técnica de los recursos naturales desde una perspectiva científica, situada y orientada a la conservación de la biodiversidad.

GRUPO BLR

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

ISBN: 978-9907-802-73-3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA 1969