

CAPÍTULO 14

Conflictos ecológicos distributivos: suelos y ciclos biogeoquímicos

*Lorena Coppiarolo, Verónica Pohl Schnake
y Analía Zamponi*

(...) las diferentes estrategias de apropiación de la naturaleza en diferentes contextos ecológicos, sean culturales o capitalistas, generan procesos ecológicos politizados que son efecto de estrategias de poder. Política es la vía por la cual la ontología de lo Real se realiza en una realidad; política es la vía para transitar de un mundo global regido por el poder unificador del mercado hacia la construcción de un mundo diverso orientado por una ontología de la diversidad, la diferencia y la otredad.

Enrique Leff, LAS RELACIONES DE PODER DEL CONOCIMIENTO EN EL CAMPO DE LA ECOLOGÍA POLÍTICA: UNA MIRADA DESDE EL SUR

El presente capítulo pretende despertar el interés en el aprendizaje de algunos conceptos desarrollados en la cátedra de Biogeografía, reconociendo aportes en el análisis de las **transformaciones territoriales** en su dimensión ambiental. Centra la mirada particularmente en las características de los **suelos** y los **ciclos biogeoquímicos** considerando sus alteraciones en el contexto de las cadenas globales de mercantilización e importancia en la construcción de respuestas alternativas al modelo mercantilizador de la naturaleza. Al mismo tiempo, con la clara intención de ampliar la mirada hacia la apropiación diferencial de los sistemas naturales, focaliza en la desigual distribución de los beneficios y perjuicios del proceso de transformación de la naturaleza, origen de los conflictos socioambientales entendidos en términos ecológicos distributivos.

En la construcción del territorio se transforma la naturaleza, la sociedad como especie humana, es también naturaleza, de modo que al modificar esta última, las sociedades se modifican a sí mismas. Es decir, naturaleza y sociedad constituyen una unidad, de allí la importancia de referirse a la **naturaleza/sociedad**, eliminando la “y”, evidenciando el valor de reconocer la co-evolución entre los pueblos, su cultura y los lugares.

Contrariamente, el actual modelo mercantilizador disocia la naturaleza de la sociedad, considerando a la primera como un objeto cuya finalidad es ser explotada para lograr ganancias y beneficios, derivando en una innegable crisis ambiental, “entendida como crisis de civilización” (Leff, 2000, p. 8), caracterizada por la creciente desigualdad y concentración de la riqueza. No obstante, y en la búsqueda de respuestas alternativas, emergen distintas iniciativas que pueden ser entendidas a partir de

una relación sociedad-naturaleza que genera “una apropiación diferente del territorio, y consecuentemente transformaciones en el mismo, a partir de considerar los elementos y funciones de la naturaleza como **bienes comunes**” (Pohl Schnake y del Llano, 2022, p. 3). Se puede reconocer en ellas la importancia del manejo del suelo, la preservación de la biodiversidad, la selección de semillas-cultivos y la erradicación de agrotóxicos. De modo, que la puesta en marcha de

agroecosistemas agroecológicos se postulan como respuestas a los desafíos ambientales y al cambio de perspectiva necesaria, proponiendo como eje central la biodiversidad y el funcionamiento agroecosistémico, intentando así superar los conflictos entre la dualidad producción – ambiente, propio de los agroecosistemas industriales (Mantegna, 2021, p.2).

Retomando la mirada hacia el modelo productivo imperante, el mismo se caracteriza por un desarrollo tecnológico de envergadura y cadenas globales de comercialización que conducen a una apropiación, expropiación y modificación sin precedentes de los elementos y funciones de la naturaleza (o bienes comunes) a escala planetaria. Esta exacerbada mercantilización de la naturaleza tiene consecuencias socioambientales que recaen en la población de modo diferencial. En tal sentido, autores como Martínez Alier (1997, p. 44; 2006, p. 1) introducen, en el análisis de la actual crisis ambiental, el concepto de **conflictos ecológicos distributivos**.

En este contexto, la creciente producción agropecuaria global, no sólo no da respuestas a los problemas de alimentación deficiente y hambre, que continúan aquejando a una importante parte de la población mundial, sino que también genera otras consecuencias. En algunas regiones del mundo, consideradas las grandes productoras de biomasa, el uso de agrotóxicos, fertilizantes, extracción excesiva de agua subterránea y superficial, reducción genética, baja diversidad de cultivos, deforestación, están produciendo contaminación de distinto tipo, problemas en la salud humana y de otras especies, afectación en las cadenas tróficas, pérdidas de biodiversidad, alteraciones en los cursos y cuerpos de agua, degradación de los suelos y expulsión de población local. Sin embargo, como ya se mencionara, existen muchos movimientos y organizaciones que en la búsqueda de un territorio más solidario y justo repiensen las relaciones prevalecientes en el actual sistema socio productivo.

Desde esta perspectiva los contenidos abordados en Biogeografía, en su doble vertiente - aquellos vinculados a los ecosistemas y los relacionados a la distribución de la vida -, aportan herramientas que contribuyen a interpretar las transformaciones territoriales desde su dimensión ambiental, favoreciendo la convergencia de los campos ecológico-biológicos con los de las ciencias sociales, tan pregonada hoy ante la crisis civilizatoria por pensadores como Edgar Morín (Pohl Schnake, 2019). Asimismo, considerando la cátedra que promueve el presente libro, este capítulo se dedica particularmente al componente suelo y los ciclos biogeoquímicos, evidenciando en su abordaje la unidad sociedad/naturaleza. Se reconocen así las contribuciones analíticas en una doble dimensión, por un lado, en el actual modelo dominante a partir de las alteraciones biofísicas en el contexto de las cadenas globales de mercantilización, y por otro, en sus reinterpretaciones en la construcción de alternativas, como las iniciativas agroecológicas. Sin embargo, este capítulo particularmente se centrará en

la primera de las dimensiones mencionadas, a efectos de brindar herramientas que permitan contribuir al abordaje de los conflictos ecológico distributivos en torno a la producción de alimentos en el actual contexto de las cadenas globales de comercialización.

De acuerdo a lo expresado, a lo largo del capítulo se plantea responder los siguientes interrogantes que guiarán el desarrollo de los contenidos: ¿A qué se alude cuando se habla de transgresión de las fronteras ecológicas y alteración de los ciclos biogeoquímicos? ¿En qué consiste la integración de la producción agropecuaria, minera y petroquímica?

Estas preguntas remiten a otras: ¿Qué es y cómo se forma el suelo? ¿En qué consiste un ciclo biogeoquímico? ¿A qué se llaman macro y micronutrientes? ¿A qué se refieren los intangibles ambientales, movimiento global, desbalance y agotamiento de nutrientes?

¿En qué consisten los fertilizantes industriales o minerales? ¿Son infinitos? ¿Qué problemas originan? ¿A qué se alude cuando se habla de cascada de nitrógeno?, ¿y eutrofización?

Ampliando la mirada hacia la apropiación diferencial de los sistemas naturales

Desde una concepción de la naturaleza que considera vínculos diferentes al impuesto por el lenguaje económico y mercantilizador, se reconocen los **bienes comunes** integrados a ecosistemas y ecorregiones. Referirse a los elementos y funciones de la naturaleza como **recursos naturales** o **servicios ambientales** es la primera forma de apropiación desde el lenguaje (Rodríguez Pardo, 2009, párr. 1).

La resistencia al poder y a la uniformización e instrumentalización de la naturaleza contenida en el término recurso natural, es reflejada y refractada por el término bienes comunes que surge en el contexto de luchas sociales por la apropiación, el manejo y el uso de la naturaleza (Ivars, 2013, p.88).

No obstante este origen del término, es importante estar atentos al uso que, en otro sentido, también están realizando distintos países centrales y organismo internacionales, justificando así la injerencia en distintos países o regiones.

Desde disciplinas que consideran distintos lenguajes de valoración, entre otros autores, Martínez Alier (2014, p. 5), destaca la importancia del estudio del **metabolismo social**, es decir, el análisis de los flujos de energía, materiales, la apropiación humana de la producción primaria neta de biomasa (*HANPP*, por sus siglas en inglés), el ciclo hidrosocial y los flujos del agua, como así también el estudio y defensa de la biodiversidad agrícola y “silvestre”. Asimismo, el mencionado autor, particularmente a partir de las contribuciones de Walter Pengue, también reconoce el aporte al análisis de los denominados **intangibles ambientales** en los balances de materiales relacionados fundamentalmente a la extracción de biomasa, especialmente exportación de soja, sector en torno al cual señala también el incremento de la conflictividad socioambiental.

De acuerdo a Pengue, los intangibles ambientales hacen referencia a elementos imprescindibles para garantizar la producción de los productos primarios (biomasa) que la economía global

demanda y que no son cuantificables en los costos de producción. “Son bienes o recursos de base para garantizar la posibilidad productiva: agua virtual, suelo virtual, condiciones climáticas que participan del comercio internacional”. Cuando se exportan granos, carnes, maderas, no se considera el agua que “ha quedado atrás” que ya no está incorporada en el producto, ni los nutrientes del suelo que forman parte de los productos (Pengue, 2017, p. 120).

El **suelo virtual** constituye un flujo de nutrientes que salen de ciertos lugares (las ecorregiones) con los cultivos, los granos, la carne, la madera, la biomasa en general y migran hacia otros donde estos no son contemplados, si bien también dejan un pasivo no calculado.

Retomando el concepto de metabolismo social, Delgado Ramos (2018, p.168), entre otros autores, recuerda que a lo largo de la historia de la humanidad es posible identificar dos dimensiones en los perfiles metabólicos: 1) el metabolismo básico o el que se sustenta en la reproducción natural de los ciclos biogeoquímicos y 2) el metabolismo ampliado que es viable mediante la movilización de recursos desde fuera de la biósfera, es decir, de recursos no renovables como los combustibles fósiles y los minerales (Fischer-Kowalski y Haberl, 2000, pp. 21-34).

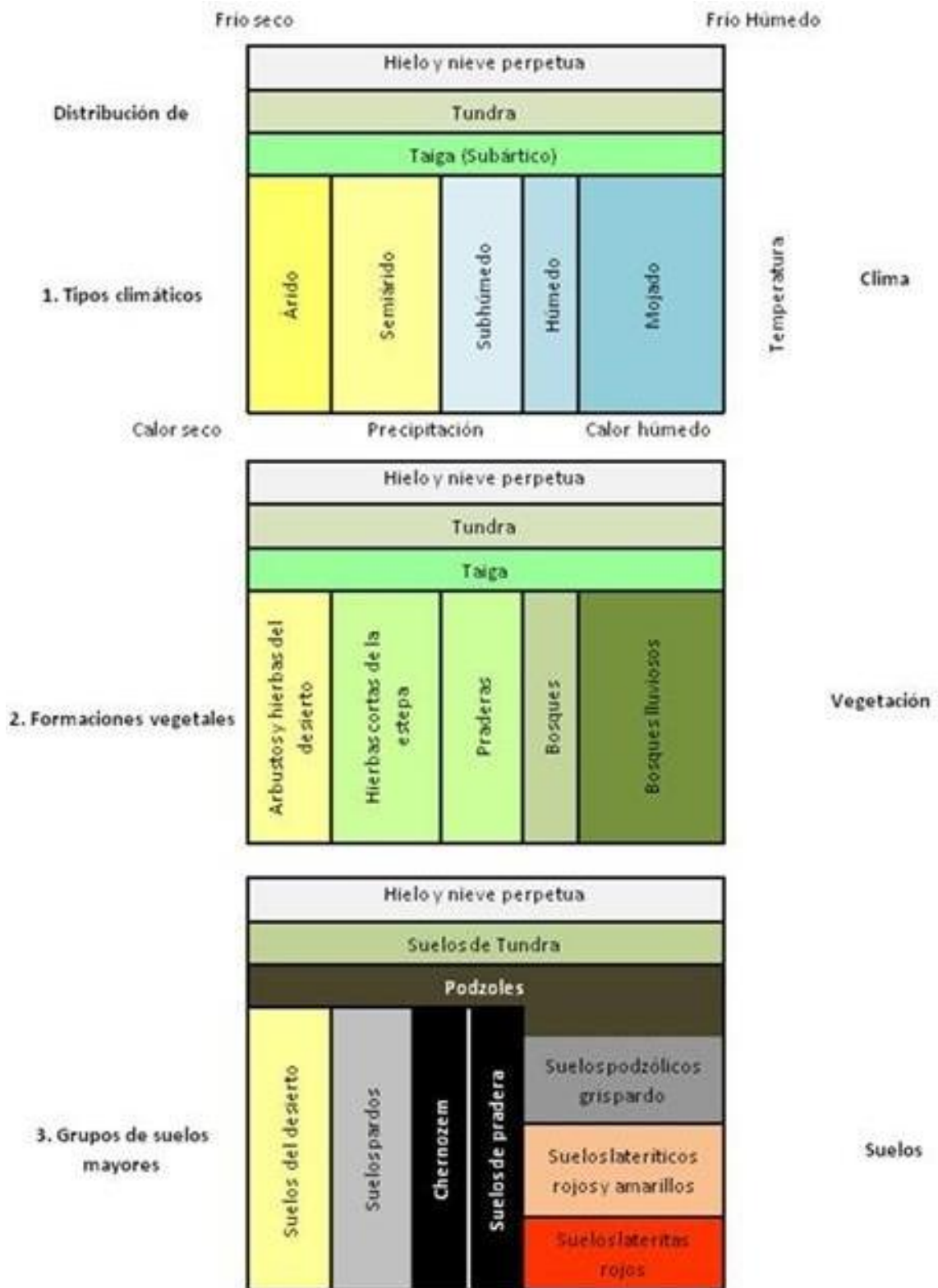
La ilusión de un crecimiento económico constante, sostenido en un metabolismo ampliado a partir de flujos crecientes de materiales y energía, se desvanece frente a los efectos de la transgresión de las **fronteras ecológicas** de un sistema natural finito.

El movimiento internacional de nutrientes, impulsado en el marco globalizador de las políticas liberales y extractivistas aplicadas a la producción agropecuaria, trae aparejado el agotamiento de nutrientes, desbalances de fertilizantes, degradación, contaminación, cuestiones cuya comprensión remite al concepto de ciclo biogeoquímico y a la integración de la producción agropecuaria, minera y petroquímica. En el caso de los nutrientes, la extracción y el consumo de los productos a distancias considerables, genera alteraciones en los ciclos de los nutrientes del suelo (macro y micronutrientes), tanto en las regiones de donde son extraídos como en las de destino, alterando los ciclos naturales en ambos lugares.

¿A qué se alude cuando se habla de transgresión de las fronteras ecológicas?

Para continuar respondiendo las preguntas planteadas es necesario remitirse a la organización y distribución de la vida. La gran variedad de especies en nuestro planeta, tienen en común las mismas necesidades básicas vitales, los mismos problemas relativos a la adquisición de alimentos como fuente de energía, de espacio para vivir y reproducción. Ante estas necesidades se dan distintas formas adaptación para vivir en una clase particular de lugar que reúne determinadas características físicas, adquiriendo tolerancia a ciertos límites de humedad, precipitación, viento, sol, temperatura, gravedad, y características bióticas, representadas por todas las plantas y animales que viven en la misma región. Blumenstock y Thornthwaite (1941, 2004, p.113) proponen una representación esquemática que muestra las relaciones recíprocas entre los climas, las formaciones vegetales y los grupos zonales de suelos (figura 1).

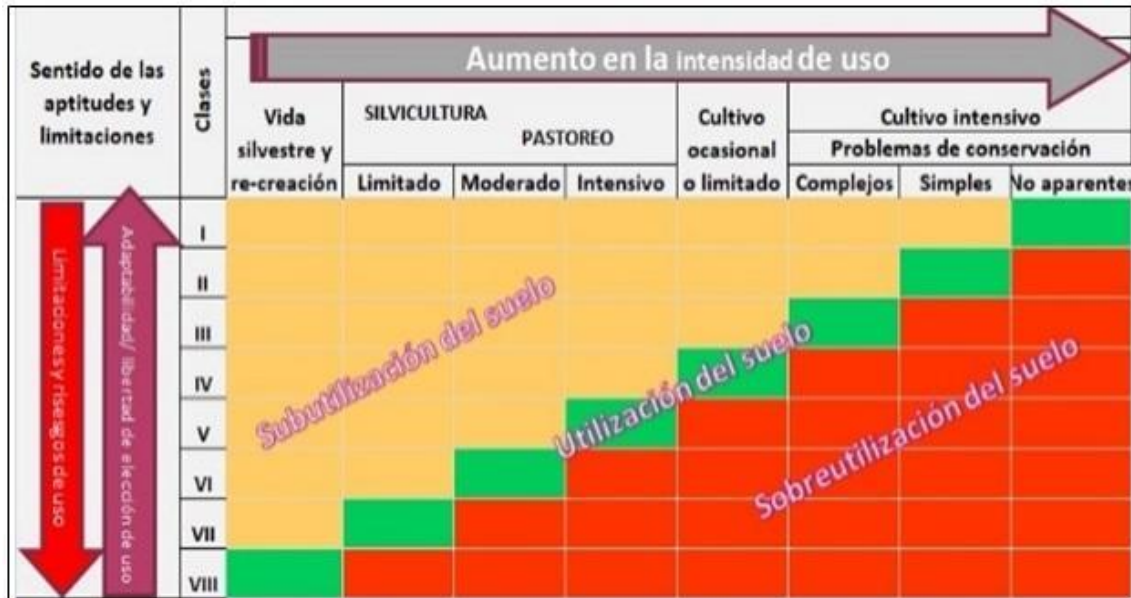
Figura 1. Factores limitantes que explican las grandes áreas de distribución de la vegetación nativa



Representación esquemática que muestra las relaciones recíprocas entre los climas, las formaciones vegetales y los grupos zonales de suelos. Fuente: Adaptado por las autoras a partir de Blumenstock y Thornthwaite, 2004, p. 113

El esquema de la figura 1, si bien es antiguo, tiene un valor didáctico al permitir comprender fácilmente la distribución de las ecorregiones desde su base biofísica al considerar las interrelaciones entre los factores limitantes. Durante muchos años, actividades como la agricultura, tomaban en consideración estas limitantes expresadas en esquemas de aptitudes de usos del suelo, como en la figura 2.

Figura 2. Clasificaciones de los suelos según aptitudes de usos



| Clase de tierra | Limitaciones para usos agrícolas generales | Manejo bajo agricultura | | |
|-----------------|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | Opción de cultivos | Prácticas de conservación | Clasificación general de las tierras |
| I | | amplia | | ARABLES (cultivos de ciclo corto) |
| II | ligeras | reducida | sencillas | |
| III | | restringida | | |
| IV | moderadas | muy limitada | complejas | |
| V | | amplia | | NO ARABLES (cultivos permanentes) |
| VI | severas | reducida | muy complejas | |
| VII | | restringida | | |
| VIII | muy severas | muy limitada | especiales | |

Fuente: adaptado por las autoras en base a clasificaciones difundidas por instituciones como el INTA.

Superando la visión biogeográfica de tinte biológico referida a distribución de la riqueza biótica, en nuestro país Jorge Morello propone el concepto de **ecorregión**. A partir del mismo se integran los macro componentes biofísicos del territorio y los aspectos socioculturales relativos a los usos del suelo. De este modo la ecorregión se define a partir de respuestas ecológicas homogéneas al clima, la tectónica y grandes grupos de suelo, expresadas por la vegetación y el relieve, así como por las actividades agrícolas, industriales, urbanas, periurbanas, portuarias y ciudadinas (Pengue, 2017, p. 57).

La intensificación productiva y la **ampliación de la frontera agropecuaria** a través de un desarrollo tecnológico que avanza incluso sobre la esfera de la vida a partir de la transgénesis (Leff, 2002, p. 20), conlleva cambios en los usos del suelo y formas de apropiación que afectan fuertemente las ecorregiones, abandonando así las modalidades de producción basadas en consideraciones de las condiciones físico-naturales. El usufructo de estos procesos de transformación de la naturaleza y afectaciones degradantes inciden de modo diferencial en las condiciones de vida de la población, es aquí donde cobra relevancia el análisis de los conflictos ambientales en términos ecológico distributivos.

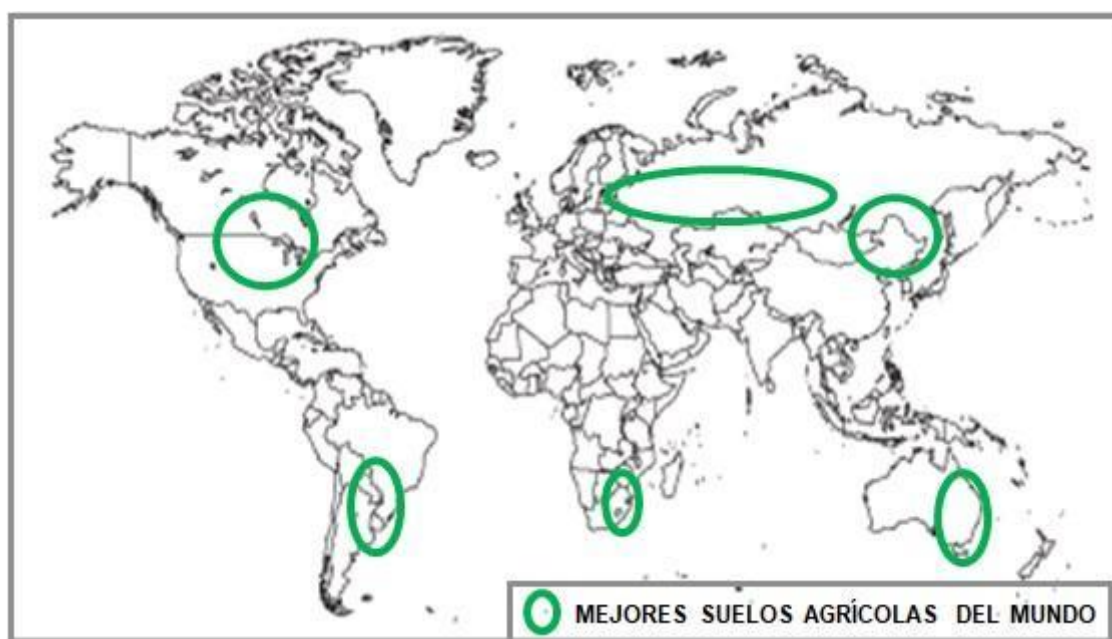
La conflictividad ambiental responde a las transformaciones del modelo económico actual y a la globalización, donde el comercio internacional y el consumo de recursos no está limitado por las fronteras agroecológicas ni nacionales, generando un traslado de las cargas ambientales entre unos sitios y otros, cada vez a distancias más grandes, lo cual invisibiliza muchas de las acciones y responsables de las mismas (Martínez Alier, 2000, 2006). Resulta interesante pensar en las paltas peruanas que se consumen en Chile y las paltas chilenas que se consumen en Argentina, como mínimo podemos reflexionar en el gasto en combustible, el valor al cual llegan en los lugares donde son consumidas, a quienes llegan y las alteraciones en las ecorregiones donde se producen, entre otras cuestiones.

Sostiene Leff:

la distribución ecológica lleva a mirar la manera como la imposición de la racionalidad económica y la voluntad de dominio colonial han desterritorializado a las culturas y están alterando la distribución ecológica del planeta como efecto de la capitalización y los modos de apropiación de la naturaleza conforme a los requerimientos expansivos del capital y la geopolítica del desarrollo sostenible: modificando el clima, deforestando la biosfera y erosionando territorios biodiversos, sobreexplotando las fuentes hídricas y los mantos acuíferos, agotando los recursos del subsuelo, generando a través del intercambio desigual una transferencia de recursos de los países pobres del Sur, ricos en naturaleza, a los países del Norte, alterando las dinámicas y degradando en escalas sin precedente los potenciales ecológicos de los territorios del Sur (Leff, 2018, p.151).

A nivel global, los países que cuentan con una importante disponibilidad de elementos naturales como suelo, agua o biodiversidad, son considerados los grandes proveedores de biomasa convertible de la energía solar, ya sea en forma de alimentos, energía, biomateriales, maderas, carnes. Al respecto Pengue (2017), invita a considerar dos aspectos: 1- externalidades (erosión, salinización, degradación) relacionadas a prácticas de manejo e intensificación en el uso de insumos contaminantes: impactando sobre los bienes comunes; suelo, el agua y las condiciones ambientales naturales y climáticas, 2- el agotamiento del suelo: extracción sin reposición, rotaciones o restitución de cosechas que se llevan los nutrientes del suelo. Es por ello que advierte acerca del doble riesgo que enfrentan las regiones del mundo con suelos aún ricos (figura 3), que son el nuevo foco para identificar las posibilidades de ampliar la frontera productiva y son los grandes territorios del planeta donde aún es posible producir alimentos sin restricciones técnicas y con más o menos, según los casos, limitaciones climáticas (pp. 85-116).

Figura 3. Los suelos del mundo aún ricos



Fuente: adaptado por las autoras a partir de Pengue, 2017, p. 71.

El análisis en términos físicos, propuesto por Pengue, da cuenta de la evolución de la degradación, pérdida de nutrientes, erosión y desertificación, cuya consecuencia ambiental, señala el autor, es escasamente perceptible hasta su materialización en la imposibilidad productiva. De modo tal, que el suelo, considerando los actuales modos de explotación y manejo debe considerarse como agotable.

Pengue, para el caso de Argentina, sostiene que el país abandonó uno de los pilares en el manejo del suelo en torno de las rotaciones agrícola-ganaderas, base de la recirculación y utilización más eficiente de los nutrientes generados por el bosteo del ganado vacuno, el descanso

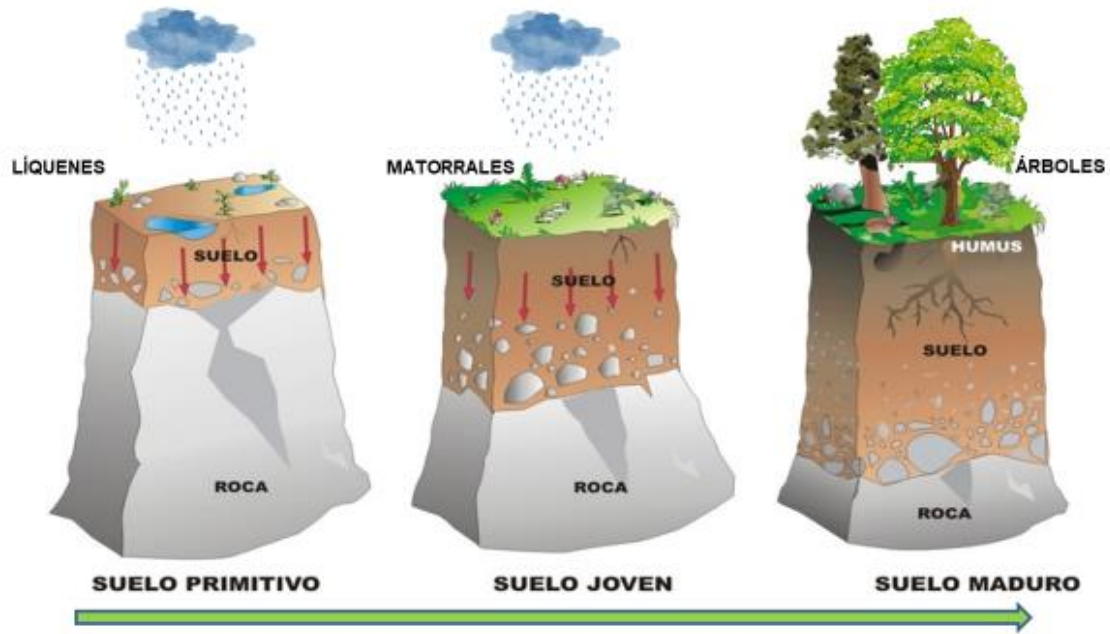
de las tierras agrícolas y la consecuente incorporación y enriquecimiento de la materia orgánica de los suelos. Se expanden los procesos de agriculturización, donde la agricultura desplaza la ganadería y abandona la rotación con la misma, concentrándose en pocos cultivos como la soja, maíz y trigo, o bien directamente se asiste a la sojización. En tanto, la pampeanización remite al traslado del modelo productivo, tecnológico y financiero propio de la pampa húmeda hacia otras ecoregiones (Pengue, 2017, p. 57).

Esta apropiación diferencial del suelo, se aprecia en la concentración de ganancias en determinados actores sociales y sectores de la economía, en tanto los procesos de degradación, pérdida de nutrientes del suelo y contaminación recaen en una población que accede a pocos beneficios e incluso algunos se ven impedidos de acceder a una alimentación en calidad y cantidad, en ocasiones, en el mejor de los casos, asistidos desde el Estado. A continuación, se explicará qué es el suelo, cómo se origina y sus características, para tener elementos con los cuales analizar los aspectos que hacen a las condiciones de degradación y alteración de los mismos en el actual contexto de globalización y la integración con la industria minera y petroquímica (incorporación de nutrientes artificiales, desbalances y escasez).

¿Qué es y cómo se forma el suelo?

El **suelo** constituye una muy delgada y dinámica capa de la corteza terrestre, formada por elementos de origen mineral y biológico distribuidos en tres fases: sólida, gaseosa y líquida. Esta capa se origina a partir de la alteración (o meteorización) de las rocas de la litosfera (denominada roca madre) y al aporte de los restos de materia orgánica y actividad metabólica de plantas y animales (que nacen, viven y mueren sobre él).

Inicialmente se trata de un suelo joven que luego evoluciona hasta contar con varios estratos superpuestos en horizontes (figura 4). Los elementos y factores interrelacionados inciden directamente sobre la formación de distintos tipos de suelos, proceso que siempre es dinámico. Sus factores determinantes son la roca madre, el clima, el relieve, la actividad biológica y la actividad humana. Los suelos se diferencian por presentar, además, diversas propiedades físicas y químicas que determinarán su textura, acidez, estructura y capacidad de intercambio. En síntesis, el suelo es un sistema dinámico de complejas interrelaciones recíprocas entre sus componentes físicos, químicos y biológicos (Primavesi, 1984, p. 73-94).

Figura 4. Procesos y agentes de transformación de la roca madre en suelo

Fuente: adaptado por las autoras a partir de a partir de Buzo Sánchez (2012)

Para analizar los suelos se construyen perfiles en los cuales se distinguen horizontes o capas en su estructura, identificando distintos colores y texturas. Materiales muy similares a la roca original se sitúan en su extremo inferior, mientras que en el superior predominan materiales cada vez más alterados, como producto de los múltiples factores externos y actividad interna.

Un rol importante en esta diferenciación horizontal es el agua, ya que transporta de manera vertical los materiales, esto puede ser a través de las precipitaciones, arrastrando materiales o bien por ascenso del mismo por capilaridad.

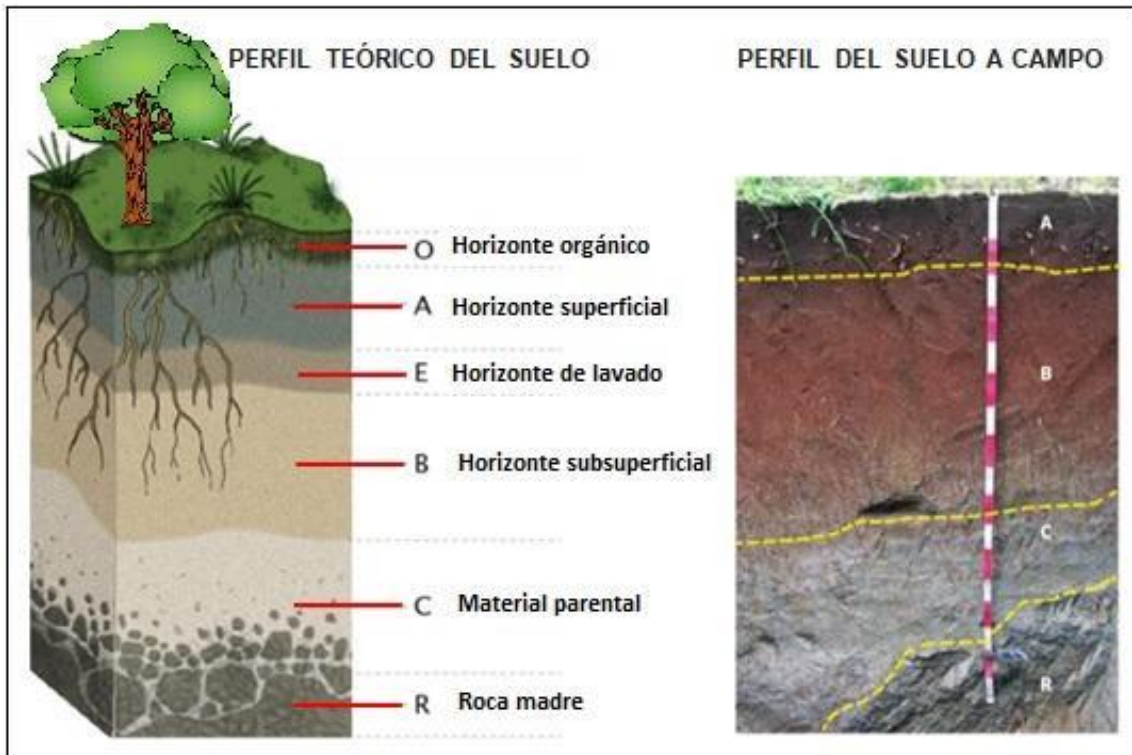
A los efectos de la descripción de los perfiles se utiliza una nomenclatura en la que los horizontes principales se designan con las letras mayúsculas H, O, A, B, C y E y determinadas características subordinadas con letras minúsculas (figura 5).

En la zona superficial, la más relacionada con la biosfera, se acumula mayor cantidad de materia orgánica, dando lugar a horizontes orgánicos de color más oscuro que se designan con las letras O (horizonte de hojarasca a veces presente) y A (horizonte mineral con materia orgánica). Por debajo, puede haber horizontes de lavado o eluviales¹³⁸ que pierden componentes debido al arrastre producido por el agua que se infiltra, quedando decolorados, y que se designan con la letra E. Los horizontes que representan una evolución respecto a la roca

¹³⁸ La eluviación indica el movimiento del material fuera de un horizonte del suelo y la iluviación su entrada.

madre por desarrollar alteración química *in situ* o bien por acumular componentes iluviales, procedentes del lavado de horizontes superiores se caracterizan por tener coloraciones habitualmente pardas o rojizas y se designan con la letra B. Por último, los horizontes que no han sufrido edafización, representan a la roca madre apenas disgregada y en función de su dureza y coherencia se representan con las letras C y R (Luján Martínez *et al.*, 2016. p.8).

Figura 5. Tipos de horizontes principales



Fuente: adaptado por las autoras a partir de Luján Martínez *et al.* (2016, p. 8)

No todos los suelos presentan una diferenciación tan bien definida en horizontes como muestran las ilustraciones. Por lo general esto es más claro en los suelos fértiles y duros, mientras que en los demás, esta secuenciación es poco desarrollada.

Para comprender la dinámica de los suelos y los conflictos mencionados es necesario recurrir al conocimiento de los ciclos biogeoquímicos.

¿En qué consiste un ciclo biogeoquímico?

Un **ciclo biogeoquímico**, término que deriva del griego 'bio', vida, 'geo', tierra y química, se refiere al movimiento de nutrientes como el nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, calcio, sodio, azufre, fósforo, potasio, carbono y otros elementos entre los seres vivos, atmósfera, hidrós-

fera, biomasa y corteza terrestre, mediante una serie de procesos de producción y descomposición¹³⁹. Para lo cual siempre se requiere disipación de energía de algún tipo que impulse los ciclos de materiales.

Como explica Pengue (2017, p. 46), la energía solar origina flujos a través de los ecosistemas pasando de una parte de la cadena a la siguiente, hasta que finalmente se pierde como energía irradiada desde la biósfera hacia el espacio exterior. La materia circula a través de los ecosistemas mundiales, es decir se conserva y es utilizada, reutilizada o reciclada, a partir de los procesos físicos y biológicos (p. 46).

De este modo, puede decirse que los ciclos biogeoquímicos constituyen vías más o menos cíclicas que cumplen los elementos químicos, incluyendo todos los elementos esenciales para la vida, que van desde el entorno a los organismos y de regreso otra vez al entorno. La trayectoria de un tipo particular de materia a lo largo del ecosistema terrestre comprende un ciclo de la materia o ciclo de los nutrientes, también conocido como reciclado de nutrientes e implica una serie de compartimientos de almacenaje o reservorios (por ejemplo, aire, suelo, aguas subterráneas, vegetación)¹⁴⁰. Desde el punto de vista de la **ecósfera** considerada como un todo, los ciclos biogeoquímicos se dividen en dos grupos fundamentales: 1) los tipos gaseosos, para los cuales la reserva está en la atmósfera o en la hidrosfera (océano) y 2) los de tipo sedimentario para los cuales la reserva se encuentra en la corteza terrestre.

En el ciclo sedimentario, el componente o elemento es liberado de la roca mediante la meteorización, al que sigue el movimiento en el agua de escorrentía, formando parte de la solución o como sedimento hacia el mar donde estos materiales se transformarán de nuevo en roca. En el ciclo de los gases, el elemento o componente puede ser transformado en forma gaseosa. El gas se difunde por la atmósfera y de este modo llegará a la superficie continental o marina, para ser de nuevo, y por un tiempo mucho más corto reutilizado por la biósfera.

Los materiales que circulan constituyen los nutrientes para la vida, cuyo flujo representa para cada lugar, como se explicará en el siguiente apartado, un proceso que implica un conjunto de cambios y de pérdidas.

¹³⁹ “En la historia geológica de nuestro planeta se distinguen numerosos procesos físicos, químicos y biológicos, que en conjunto se lo reconoce como ciclo geológico, el cual está conformado por cuatro subciclos: el ciclo tectónico, el ciclo de las rocas, el ciclo hidrológico y los ciclos biogeoquímicos. Los procesos tectónicos están dirigidos por fuerzas generadas en el interior de la Tierra. El ciclo de las rocas, es el subciclo geológico mayor y está relacionado con todos los demás subciclos. Depende del ciclo tectónico como fuente de calor y energía, del ciclo biogeoquímico para los materiales y del ciclo hidrológico para el agua” (Pengue, 2017, p. 43).

¹⁴⁰ Se distinguen dos acervos: 1) el acervo de reserva (no disponible), es un componente generalmente no biológico, amplio y de movimiento lento y 2) el acervo cíclico (disponible e intercambiable), constituye una porción más pequeña, pero más activa que efectúa un intercambio rápido (lleva y recoge) entre los organismos y su entorno inmediato. Muchos elementos tienen acervos de acumulación múltiples y algunos (como el nitrógeno) tienen acervos adaptables múltiples.

Intangibles ambientales y agroecosistemas: ¿a qué se denominan macronutrientes y micronutrientes?

Entre los nutrientes necesarios para la vida, se distinguen los macronutrientes, los cuales se requieren en cantidades mayores y aportan energía, en tanto los micronutrientes se requieren en pequeñas cantidades, hacen al funcionamiento y desarrollo específico. Entre estos últimos se distinguen los oligoelementos.

El hidrógeno, carbono, oxígeno, nitrógeno, calcio, potasio, magnesio, azufre y fósforo constituyen **macronutrientes**. El carbono y nitrógeno se mueven en general en ciclos gaseosos, en tanto el calcio, magnesio y potasio provienen de las rocas silicatadas, productos de la alteración mineral. El azufre y el fósforo proceden de la meteorización de la roca.

Entre los **micronutrientes**, ocho oligoelementos son los requeridos por las plantas: boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, cloro, cobalto y también zinc. Su déficit "limita" de manera sustantiva la producción agropecuaria¹⁴¹.

En los ecosistemas naturales, la materia de hojas caídas, raíces o plantas muertas, se unen al suelo y son descompuestas y mineralizadas por los organismos del suelo, como las bacterias, los hongos, los animales, reingresando así los elementos nutritivos bajo una forma mineral en la solución del suelo y el ciclo biológico de absorción, crecimiento, descomposición, puede recomenzar. En este ciclado también hay pérdida de elementos nutritivos por erosión, cuando el suelo se pierde se lleva elementos con él, pérdidas con el agua que atraviesa el suelo y que puede llevarse elementos de manera disuelta (lixiviación). Estas pérdidas pueden ser compensadas por los aportes a través de las rocas y la atmósfera.

En los agroecosistemas, además de la erosión y lixiviación, se suman pérdidas de nutrientes contenidos en las cosechas que son consumidos en lugares cada vez más distantes. Así se empobrecen de modo continuo los suelos y se asiste a la falta de ciertos elementos nutritivos básicos para el desarrollo de las plantas. Esto da origen a la industria de los fertilizantes, en relación a ello y retomando las preguntas planteadas:

¿Por qué se habla de agroindustria integrada?

Se habla de la **integración agroindustrial** a partir de las articulaciones entre: a- la producción agropecuaria; b- la industria petroquímica con la producción de fertilizantes sintéticos o precursores, como el amoníaco, la urea, el nitrato de amonio, etc.; c- la minería a partir de las rocas

¹⁴¹ A través de las raíces las plantas absorben los elementos nutritivos de la solución del suelo, siendo así incorporados a la biomasa vegetal, pasando a estar en forma orgánica. El potasio, fósforo y otros elementos minerales como el calcio y el hierro, pueden provenir de minerales del suelo o de rocas por solubilización, constituyendo ciclos sedimentarios. El nitrógeno no puede provenir de los minerales ya que no está presente en las rocas, sino que proviene de la atmósfera gracias a ciertos organismos capaces de transformar el nitrógeno gaseoso en una forma soluble, es la fijación biológica del nitrógeno.

fertilizantes como la roca fosfórica; y d- la logística y transporte que permite el traslado de la producción en todo el planeta. Una integración global de una **agricultura industrial**, que produce un desbalance importante, a partir de los flujos de nutrientes que se están moviendo en los distintos subsistemas¹⁴².

Entonces... ¿En qué consisten los fertilizantes industriales o minerales? ¿Son infinitos?

Los **fertilizantes** son compuestos que se utilizan en la agricultura para suministrar nutrientes a las plantas. Pueden ser orgánicos o inorgánicos (minerales).

Los **fertilizantes orgánicos** derivan de fuentes vegetales y animales. La concentración de nutrientes en fertilizantes orgánicos es menor que en fertilizantes minerales. Dado que las plantas no pueden absorber nutrientes orgánicos directamente, estos deben ser mineralizados primero. El proceso de mineralización ocurre naturalmente en el suelo y es realizado por los microorganismos del suelo.

En la agricultura industrial el abono a partir de la materia orgánica no es suficiente. Se recurre a la aplicación de fertilizantes fabricados industrialmente también denominados **fertilizantes minerales, químicos o sintéticos**. Tienen un alto contenido de nutrientes que están fácilmente disponibles para las plantas. Se producen a partir de minerales y gases, mediante un proceso químico. Muchos de ellos son minerales naturales.

La urea se produce haciendo reaccionar amoníaco con dióxido de carbono; el fosfato monopotásico se produce haciendo reaccionar el ácido fosfórico con hidróxido de potasio o con potasa. El cloruro de potasio (también denominado muriato de potasio), un fertilizante mineral en sí mismo, se extrae directamente de los depósitos minerales.

En la agricultura industrial se viene realizando un uso creciente de nitrógeno, fósforo y potasio, conocidos como **NPK** (o N-P-K). De modo más reciente, particularmente con la producción sojera, se promueve el uso de **micronutrientes**, que funcionan como

(...) fitoestimulantes de alto impacto durante el periodo vegetativo del cultivo, que se aplican en el momento de tratamiento de semillas, o como herbicidas. Por ejemplo, el *Top Zinc* es un producto en base a potasio, cobalto y molibdeno, que favorecen la fijación biológica de nitrógeno en soja, aportando también boro y zinc (Pengue, 2017, p. 123).

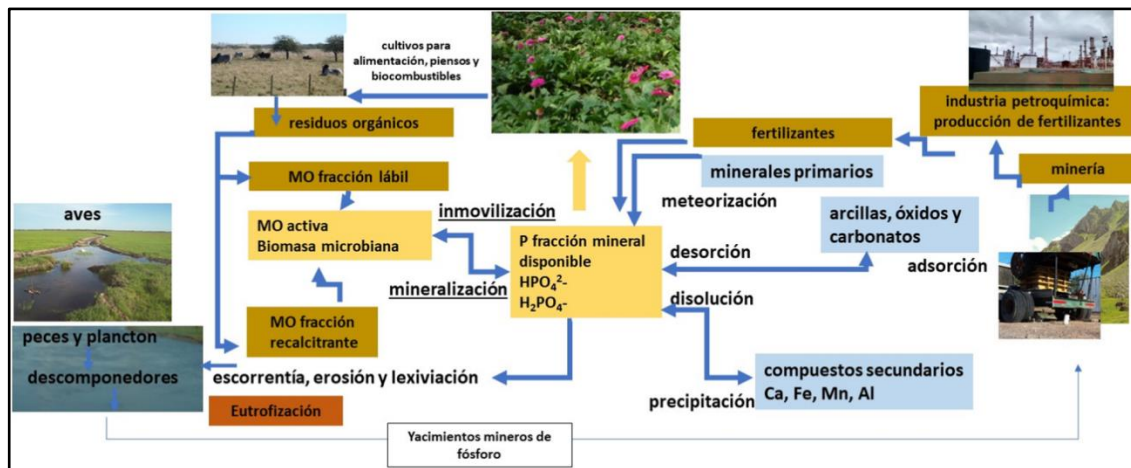
¹⁴² Entre las principales plantas de fertilizantes en Argentina se encuentran Profertil (urea y amoníaco) en Bahía Blanca; Bunge (tiosulfato de amonio) en Campana, Bunge (superfosfato simple) en Ramallo y Mosaic (superfosfato simple) en Puerto General San Martín Esta última planta se origina como resultado de la fusión en el 2004 entre la unidad de fertilizantes de Cargill y de IMC Global, posee base en Estados Unidos y cuenta con minas de fosfato en Estados Unidos y Perú. Asimismo la mayor parte de los fertilizantes utilizados en el país provienen de Estados Unidos, Marruecos, Egipto, China, Rusia y Argelia (Calzada y D'Angelo, 2021, pp. 38-41).

Este uso creciente de fertilizantes altera y rompe los ciclos naturales, con distintos efectos, como contaminación, reducción de la biodiversidad, etc. A continuación, se desarrollarán las alteraciones en los ciclos del nitrógeno y fósforo, para luego explicar el fenómeno de la eutrofización.

Fósforo: uso excesivo y agotamiento

El fósforo, al igual que el nitrógeno y el potasio, es un nutriente que las plantas absorben del suelo y resulta básico para la fertilidad de la tierra y el crecimiento de los cultivos: en concreto, es imprescindible para la fotosíntesis y otros procesos químico-fisiológicos (figura 6).

Figura 6. Ciclo del fósforo y sus alteraciones



Fuente: adaptado por las autoras a partir de Cerón Rincón y Aristizábal Gutiérrez, 2012, p. 1.

En forma de fosfatos, forma parte de los fertilizantes compuestos NPK (N, de Nitrógeno; P, de fósforo y K, de potasio) de alta concentración. La materia prima principal se extrae de la roca fosfórica, un recurso finito. Casi el 90% de las reservas estimadas se encuentran en cinco países: Marruecos –el primer exportador mundial–, China, Argelia, Siria y Sudáfrica.

Según la Iniciativa Mundial de Investigación del Fósforo, “todos los sistemas agrícolas modernos dependen de entradas continuas de fertilizantes fosfatados derivados de roca fosfórica”, un elemento no reemplazable y agotable en este siglo al ritmo actual de explotación (Fernández, 2014). Según Cordell *et al.* (2009, p. 292), para 2035, se calcula que la demanda de fósforo superará la oferta”, lo cual repercutirá en el precio ante la creciente demanda a nivel mundial¹⁴³.

¹⁴³ La Organización de las Naciones Unidas (ONU) advierte que “el ciclo del nutriente se ha roto por completo, dando lugar a regiones altamente contaminadas por fósforo. Mientras en algunas áreas del mundo los agricultores no pueden tener acceso al fósforo para fertilizar sus cultivos, en otras se ha extendido tanto su uso que se ha iniciado una abusiva contaminación en las masas de agua dulce y costas por excesos de nutrientes” (El Ágora, 2021).

Cascada de nitrógeno

El nitrógeno es uno de los elementos más importantes para la vida. Su escasez es una limitante principal en el crecimiento de muchas plantas. Esto se explica porque los componentes del nitrógeno que la vida puede utilizar son extremadamente escasos en la naturaleza y se transforman rápidamente en formas inutilizables como el gas dinitrógeno que constituye el 78 % de la atmósfera. Gracias a la invención de los fertilizantes nitrogenados se dio un gran crecimiento de la producción agrícola. En 1909, el científico alemán Fritz Haber logró producir amonio y nitrato en su laboratorio y, en 1913, el químico Carl Bosch pudo industrializarlos.

Murray Tortarolo y Murray Prisant (2021, p. 31) explican claramente que de todo el fertilizante que se aplica a un cultivo, en promedio la mitad es absorbido por las plantas, el resto se lava con el riego y la mitad del nitrógeno va a parar a los acuíferos, donde se volatiliza en la atmósfera en forma de gases reactivos y la mayoría termina en lagos o mares. Se desencadena así la denominada “cascada del nitrógeno” (figura 7).

De los mares y océanos el nitrógeno es expulsado por ciertas bacterias a la atmósfera en forma de gas, una parte reactiva y otra parte inerte. La parte no reactiva se suma al 78 % del nitrógeno que forma la atmósfera, pero la parte reactiva continúa la cascada de destrucción. Luego de la atmósfera, el nitrógeno se precipita junto con la lluvia de regreso al suelo. Al disolverse en el agua, forma ácido nítrico y como resultado disminuye el pH de la lluvia, acidificándola. Según algunos autores, incluso puede llegar a constituir lluvia ácida. Sus efectos son a largo plazo. Al caer constantemente en los ecosistemas terrestres (cultivos, bosques, pastizales y selvas) acidifica los suelos, reduce la biodiversidad de microorganismos, especialmente los descomponedores y disminuye la disponibilidad en ellos de otros elementos importantes para la vida, como por ejemplo el fósforo. Favorece así el crecimiento de ciertas especies vegetales de crecimiento rápido como malezas y lianas, afectando también la biodiversidad. Así se reinicia el ciclo, el cual se renueva con cada aplicación de fertilizantes. El exceso de nitrógeno en los lagos y zonas costeras genera eutrofización.

de residuos y lluvias torrenciales. Según algunas estimaciones se ha perdido más del 80% de la biodiversidad marina debido a la alta presencia de fitoplancton, con picos de falta de oxígeno (anoxia) y aparición de organismos poco comunes en la zona. También en el Parque Doñana, en España, se detecta un aumento considerable de los niveles de nitrógeno, fósforo y especies de algas unicelulares que originan la futura eutrofización, a causa probable de un abuso de fertilizantes en la agricultura. En la zona norte del Mar Caspio la eutrofización se puede observar a partir de imágenes como *Google Map*, donde el color verde intenso revela la proliferación de diferentes algas unicelulares y fitoplancton (Agrositio, 2021)

Entre alternativas al modelo mercantilizador de la naturaleza y respuestas acomodaticias

Entre las respuestas o soluciones propuestas es posible distinguir aquellas que se encuadran dentro del mismo modelo de **agricultura industrial garantizando su continuidad**, con un claro lenguaje mercantilizador de la naturaleza, y otras, que apuestan a cambios más profundos y reconocen los ciclos naturales y el carácter de bienes comunes.

Entre las primeras, iniciativas como las **redes que atrapan nitrógeno** a partir de una tela de alambre cubierta por algas, son colocan en ríos con alto contenido de nitrógeno. Las algas utilizan el nitrógeno para crecer y disminuye la cantidad que se descarga a lagos y océanos. Luego de un tiempo las algas son utilizadas para alimentar ganado.

Otras propuestas, avaladas por la ONU, plantean utilizar la **estruvita** para fertilizar campos de cultivo. La roca fosfórica es la principal fuente de fósforo que existe en el mundo para la producción de fertilizantes sintéticos. Dado que su disponibilidad es cada vez más limitada, algunos proponen las biofactorías o las depuradoras de agua de última generación capaces de sustraer fósforo a través de los desechos que se producen. Las mismas consisten en eliminar el fósforo y el nitrógeno de las aguas residuales, produciendo estruvita de manera controlada: un mineral con altas concentraciones de estos dos elementos químicos, además de magnesio. Expresan entre sus ventajas la lenta disolución como idónea para aquellos cultivos o zonas forestales que se abonan cada ciertos años, además de disminuir el riesgo de contaminación del agua y aumentar el grado de aprovechamiento por parte del vegetal. Asimismo, sostienen que,

apenas contiene metales pesados y, desde el punto de vista económico, reduce los costes de mantenimiento de las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) al ser su proceso de producción más barato que los convencionales de eliminación de fósforo, y reduce la producción de fangos y sus costes derivados (El Ágora, 2021).

Sylvester-Bradley y colaboradores de ADAS (consultora agrícola de Cambridge) proponen aprovechar el **legado del fósforo** (citado en Rosen, 2020). Han calculado que, en países como el Reino Unido y los Estados Unidos, ya hay fertilizante por valor de miles de millones de dólares

en la tierra que podría compensar la demanda de fósforo extraído. Utilizarlo también podría reducir la escorrentía de fósforo. El ejemplo más extremo es Saskatchewan, donde un equipo de investigadores no ha añadido fósforo a las parcelas de trigo desde 1995. Veinticinco años después, aún no han documentado problemas. En otros lugares estudiados, al cabo de ocho años las plantas comenzaron a mostrar problemas de insuficiencia de fósforo evidenciados en el tamaño y rindes de las cosechas.

Entre las respuestas que plantean un **retorno a formas que se integran a los ciclos naturales**, se aboga por el cambio de la política alimentaria mundial, apostando a un aumento del consumo y producción local de alimentos. Reducir así las concentraciones en grandes zonas agrícolas mundiales y regresar a las rotaciones ganadería-agricultura, utilizar fertilizantes naturales como el estiércol u otros materiales orgánicos¹⁴⁴, reconociendo en los intangibles ambientales el carácter de bienes comunes. Es posible recuperar y reutilizar gran parte del fósforo que contienen los residuos de cultivos y de alimentos, estiércol, heces y orines humanos. Desde esta perspectiva se destacan las iniciativas agroecológicas, las cuales van de la mano con la soberanía alimentaria, el acceso a la tierra y respuestas ante la creciente inequidad en el acceso a los alimentos, devenidos hoy en mercancías y *commodities*.

Para finalizar, investigadores con compromiso social, como Víctor Toledo y Miguel Altieri, abogan por una sociedad que recobre la conciencia de especie humana, y como tal se reconozca parte del mundo de la naturaleza, aspecto casi olvidado o suprimido en la realidad industrial y pensamiento fragmentado. Apuestan a la **agroecología**, donde confluyen científicos, ONG y campesinos, a un cambio epistemológico que se practica a través de disciplinas híbridas, “el pensamiento complejo dice que debemos integrar ciencias sociales con ciencias naturales, duras con blandas, procesos ecológicos con procesos sociales” (Toledo, 2019). Es aquí donde Biogeografía cobra vigencia más que nunca, renovándose a partir de los aportes de la Ecología Política, contribuye a enlazar aquello que suele aprenderse de modo fragmentado, brindando posibilidades que amplíen la comprensión, no sólo de los conflictos presentes en la actual crisis civilizatoria, sino también a entender y apostar a las construcciones alternativas.

¹⁴⁴ En los ciclos naturales sin intervención humana, el contenido de nutrientes del suelo depende del material y el proceso de formación del suelo -el contenido original del suelo-, de la intensidad de la lixiviación y la erosión. Si consideramos la producción agropecuaria, hay que considerar el abastecimiento y naturaleza de los fertilizantes, la absorción de los nutrientes por parte de los cultivos. Es aquí donde es importante distinguir entre la producción industrial y aquella que reconoce otras formas no industriales de aportar nutrientes al suelo. Algunas estimaciones indican que la materia orgánica representa, aproximadamente, el 5% en el peso del suelo ideal, sin embargo, su presencia es altamente importante en el crecimiento de las plantas. El aporte de materia orgánica se ve favorecido por la descomposición (realizada por microorganismos) de residuos de las plantas (hojas, tallos, flores, frutos, sistema radicular) y animales. De este modo, dependiendo de la composición se aportan carbohidratos, grasas, aceites, lignina y proteínas, son los principales constituyentes y ellos son las fuentes de carbono, hidrógeno y oxígeno, así como también en el caso de las proteínas, de nitrógeno, azufre, hierro y fósforo. A su vez el suelo sufre un empobrecimiento de nutrientes por efecto de la excesiva infiltración y percolación de aguas de lluvia o de riego.

¿Sabías que el nitrógeno antropogénico es una severa amenaza ambiental?

Distintos autores expresan que el nitrógeno antropogénico es probablemente **una amenaza medioambiental** mayor que el carbono antropogénico (Cassman et al, 2002, p. 134). Informes de la Unión Europea dan cuenta de la mayor difusión y atención en cuanto al carbono y el cambio climático, pero no hay grandes preocupaciones en torno al nitrógeno fuera de los círculos científicos. Los mismo alertan que “existe una amenaza global de nitrógeno, pero el mundo parece no darse cuenta” (*European Commission*, 2013, p. 5). El informe Fronteras 2018-2019 (citado en Infoagro, 2020) advierte que “los humanos están produciendo un cóctel de nitrógeno reactivo que amenaza la salud, el clima y los ecosistemas, convirtiendo el nitrógeno en uno de los problemas de contaminación más importantes que enfrenta la humanidad”.

Rockström et al (2009, p. 3) explican que “los amplios impactos de la contaminación por nitrógeno incluyen contribuciones al calentamiento global, la lluvia ácida y la eutrofización. Científicos han sugerido que la captura social de nitrógeno atmosférico debe reducirse alrededor de una cuarta parte de su volumen actual si queremos evitar cruzar un límite planetario nocivo o incluso catastrófico”.

Preguntas para reflexionar

- ¿Qué piensas acerca de fertilizar cultivos con nitrógeno para hacer biocombustibles con la finalidad de lograr beneficios relativos al carbono y el cambio climático?
- ¿Te sientes responsable cuando se sostiene que los humanos están convirtiendo el nitrógeno en uno de los problemas de contaminación más importantes que enfrenta la humanidad?
- ¿Por qué es importante relacionar la transgresión de las fronteras ecológicas y la globalización del comercio con los problemas del hambre y la deficiente alimentación?
- ¿Es posible una agricultura que resuelva los problemas del hambre y la alimentación deficiente sin la industria de los fertilizantes?

Referencias

- Agrositio (1 de enero de 2021) Eutrofización y el abuso de fertilizantes en el ecosistema. *Portal Frutícola*. Recuperado de <https://www.agrositio.com.ar/noticia/217437-eutrofizacion-y-el-abuso-de-fertilizantes-en-el-ecosistema>
- Blumenstock, D. y Thornthwaite, C. (2004) Climate and the World Pattern Climate. In Department of Agriculture, Climate and Man (p. 113). Honolulu: University Press of the Pacific. Reprinted from the 1941 edition.

- Buzo Sánchez (27 de mayo de 2012). *El paisaje como espejo del alma* [Diapositivas de Power-Point]. Blog. Recuperado de <http://mitrabajodelpaisaje.blogspot.com/2012/05/evolucion-de-los-suelos.html>
- Cassman, K., Dobermann, A. y Walters, D. (marzo, 2002). Agroecosystems, Nitrogen-use Efficiency, and Nitrogen Management. En *Ambio* 31(2), 132-140. Recuperado de <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1356&context=agronomyfacpub>
- Calzada, J. y D'Angelo G. (25 de junio de 2021). Fertilizantes: panorama y oportunidades para la Argentina. Bolsa de Comercio de Rosario. Informativo Semanal. AÑO XXXIX - N° Edición 2007, pp. 34-44
- Cerón Rincón, L. y Aristizábal Gutiérrez, F. (1 de julio de 2012). Dinámica del ciclo del nitrógeno y fósforo en suelos. En *Instituto de Biotecnología*. Universidad Nacional de Colombia (IBUN), Bogotá <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/32889/38347>
- Coppiarolo, L, Pérez Ballari, A., Pohl Schnake, V. Vallejos, V.H. y Zamponi A. (2021) Resignificando la Biogeografía: diálogos posibles desde una Geografía Crítica y Ecología Política Latinoamericana. EGAL XVIII. Córdoba
- Cordell, D., Drangert, J. y White, S. (mayo, 2009). La historia del fósforo: seguridad alimentaria mundial y elementos de reflexión. En *Cambio Ambiental Global*, 19(2), 292-305.
- Delgado Ramos, G. (2018) Hacia la conformación de nuevas perspectivas socio-ecológicas: una lectura desde el caso de la ecología política. En H. Alimonda, C. Toro Pérez y F. Martín (Coords.), *Ecología Política Latinoamericana*, 167-195. Buenos Aires: CLACSO.
- El Ágora (4 enero de 2021) La ONU aboga por aprovechar el fósforo de las aguas residuales. *Diario del Agua*. Recuperado de <https://www.elagoradiario.com/agua/biofactorias-reducir-contaminacion-fosforo-agua/>
- European Commission (2013). Nitrogen Pollution and the European Environment. Implications for Air Quality Policy. *Science for Environment Policy*. In-Depth Report. Recuperado de https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR6_en.pdf
- Fernández, C. (2014). El fósforo se acaba. *EcoAvant.com Magazine*. Recuperado de https://www.ecoavant.com/sostenibilidad/el-fosforo-se-acaba_1910_102.html
- Fischer-Kowalski, M. y Haberl, H. (2000). El metabolismo socioeconómico. *Revista Ecología Política* (19), 21-34.
- Infoagro (2 de abril de 2020). *El problema global por el uso excesivo de nitrógeno en la agricultura*. Recuperado de <https://mexico.infoagro.com/el-problema-global-por-el-uso-excesivo-de-nitrogeno-en-la-agricultura/>
- Ivars, J. (2013) ¿Recursos naturales o bienes comunes naturales? Algunas reflexiones. *Papeles de Trabajo* (26). Centro de Estudios Interdisciplinarios en Etnolingüística y Antropología Socio-Cultural, 88.
- Leff, E. (2000). Pensar la complejidad ambiental. En E. Leff (Coord.) *La Complejidad Ambiental*, 7-53. México: Siglo Veintiuno Editores.
- Leff, E. (2002). Transgénesis. De la Génesis del Mundo a la Transgénesis de la vida. *Revista Fronteras* (1). Buenos Aires: GEPAMA. UBA, 20-27.

- Leff, E. (2018). Las relaciones de poder del conocimiento en el campo de la ecología política: una mirada desde el Sur. En Héctor Alimonda, Catalina Toro Pérez y Facundo Martín (Coordinadores), *Ecología Política Latinoamericana* (pp. 129-163). Buenos Aires: CLACSO.
- Luján Martínez, M., Gracia Prieto, J., Jordán López, A., Domínguez Bella, S., Sánchez Bellón, Á. (2016) Geología del PN de los Alcornocales en torno a Alcalá de los Gazules. *Geología 15*. Universidad de Cádiz. Recuperado de https://sge.usal.es/archivos_pdf/geologia15/geogu%C3%ADas%20geolod%C3%ADa%2015/gdia15gui_cadiz.pdf
- Mantegna, G.S. (2021) Biogeografía: funciones del ecosistema y agroecología. Ficha de cátedra, documento de circulación Interna. Cátedra Biogeografía, Departamento de Geografía. FaHCE-UNLP.
- Martínez Alier, J. (1997) Conflictos de distribución ecológica. *Revista Andina* (1), 41-76. Centro de Estudios Regionales Andinos “Bartolomé de Las Casas”, Cuzco.
- Martínez Alier, J. (2000). *El Ecologismo de los pobres*. Barcelona: Icaria.
- Martínez Alier, J. (2006) Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. *Revista Polis* (13), 1-16.
- Martínez Alier, J. (7 de noviembre de 2014). Entre la Economía Ecológica y la Ecología Política. Discurso pronunciado en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Costa Rica: Con Nuestra América. Asociación por la Unidad de Nuestra América. Recuperado de http://www.unter.org.ar/imagenes/Martinez_Alier.pdf
- Murray Tortarolo, G, y Murray Prisant, G. (enero, 2013). La cascada del Nitrógeno. Un problema ambiental olvidado. *Revista ¿Cómo ves?* (170) México: UNAM. 30-33 Recuperado de <https://www.comoves.unam.mx/assets/revista/170/>
- Pengue, W. (2017). *El vaciamiento de Las Pampas*. Buenos Aires y Santiago de Chile: Fundación Heinrich Böll. Recuperado de <https://cl.boell.org/sites/default/files/libro-el-vaciamiento-de-las-pampas.pdf>
- Pohl Schnake, V. (2019) Biogeografía. Ficha de Cátedra, documento de circulación Interna. Cátedra Biogeografía, Departamento de Geografía. FaHCE-UNLP.
- Pohl Schnake, V. y del Llano, T. (2022). Algunas experiencias alternativas al modelo productivo dominante. Ficha de cátedra, documento de circulación Interna. Cátedra Biogeografía, Departamento de Geografía. FaHCE-UNLP.
- Primavesi, A (1984). *Manejo Ecológico del suelo. La agricultura en regiones tropicales*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin, III, E. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. De Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen, and J. Foley (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32. Recuperado de <https://www.stockholmresilience.org/download/18.8615c78125078c8d3380002197/ES-2009-3180.pdf>

- Rodríguez Pardo, J. (2009). ¿Por qué bienes comunes? *Saber Cómo* (77), INTI. Recuperado de <https://www.uncuyo.edu.ar/planificacion/upload/fcpys-eje-5-tema-salud-catedra-alimentaria.pdf>
- Rosen, J. (15 de octubre de 2020). Los agricultores afrontan una crisis del fósforo. La solución empieza en el suelo. *National Geographic*. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/10/agricultores-afrontan-crisis-de-fosforo-solucion-empieza-en-el-suelo>
- Toledo, V. (2019). *Los Civilizacionarios. Repensar la modernidad desde la ecología política*. Ciudad de México, IIES, UAM, Juan Pablos Editor.