



Contenidos

EDITORIAL <i>/ Antonia Echenique</i>	3
ACTUALIDAD El agua y un nuevo rumbo a nivel urbano <i>/ Mauricio Lama</i>	4
DESDE EL JARDÍN Nuevas comunidades nativas establecidas en el Jardín Botánico Chagual <i>/ Constanza Valenzuela & M. Victoria Legassa</i>	9
GÉNEROS CHILENOS <i>Austrocedrus chilensis</i> y <i>Pilgerodendron uviferum</i> (Cupressaceae): los cipreses de Chile <i>/ María Teresa Serra & Gustavo Cruz</i>	18
LÁMINA BOTÁNICA Jardín Botánico Chagual. Lámina botánica II <i>Austrocedrus chilensis</i> <i>/ Andrea Lira</i>	29
(PALEO)ECOLOGÍA Anillos de crecimiento de <i>Austrocedrus chilensis</i> : un archivo natural del cambio climático <i>/ Carlos Le Quesne, Moisés Rojas & Duncan Christie</i>	31
GAJES DEL OFICIO I La última expedición del naturalista John Muir <i>/ Sergio Elórtegui</i>	36
ADAPTACIONES Adaptaciones morfológicas y anatómicas foliares de especies dominantes duneras costeras de la zona central de Chile <i>/ Ana María Mujica Rizzardini & Eileen Guerra</i>	42
MICROBIODIVERSIDAD I Líquenes saxícolas presentes en la cordillera de la Costa de la región de Valparaíso <i>/ Jorge Redon & Angélica Montenegro</i>	50
MICROBIODIVERSIDAD II Tierra de hoja: puerta de entrada a un universo invisible bajo nuestros pies <i>/ Carlo Sabaini & Francisca Carvajal</i>	56
GAJES DEL OFICIO II Proyecto "Iris de suelo". Siguiendo la ruta del río Aconcagua <i>/ Cristina Olguín, Carlo Sabaini & Gonzalo Ávila</i>	65
PROPAGACIÓN Germinación de semillas y multiplicación de rizomas <i>in vitro</i> de <i>Alstroemeria garaventa</i> Ehr. Bayer <i>/ Ángel Cabello & Patricia Letelier</i>	69
SEMINARIOS & CONGRESOS Seminario Eficiencia Hídrica / <i>A. Moreira</i> Congreso Latinoamericano de Botánica / <i>F. González</i> Reunión Nacional de Botánica / <i>T. Fuentes</i>	77 78 79
LIBROS Recomendados por la Revista <i>Chagual</i> / Comentario de libros / <i>S. Teillier</i>	81
ACTIVIDADES DEL PROYECTO Noticias vinculadas al Jardín Botánico Chagual	85

Tierra de hoja: puerta de entrada a un universo invisible bajo nuestros pies¹

Carlo Sabaini Simonetti

Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso (Ceres). CONICYT Regional R10|1001
Investigador principal
csabaini@centrocere.cl

Francisca Carvajal Mascaró
Investigadora independiente
f.carvajalmascaro@gmail.com

*Si las puertas de la percepción fueran depuradas,
todo se habría de mostrar al hombre tal cual es: infinito.*
(William Blake)

INTRODUCCIÓN

En Chile, sobre todo en el Chile central, donde se concentra desde hace siglos la mayor parte de la población del país, la expresión *tierra de hoja* es ampliamente usada para referirse al mantillo del bosque. La tierra de hoja ha sido histórica e indiscriminadamente extraída del bosque para llevarla a los jardines de las principales urbes. Muchos hemos llevado “un saquito” para mejorar el jardín. Las consecuencias de esta extracción descontrolada son desconocidas, pero podrían ser nefastas para el frágil ecosistema del bosque esclerófilo.

Tierra de hoja es un concepto popular que trasluce la creación de suelo. Percibirla desprejuiciadamente nos permite acercarnos a la naturaleza, a sus fuerzas formadoras y a los procesos que facilitan la perpetuación de la vida, no solo a través del conocimiento intelectual, sino también a través de los sentidos (Sabaini y Moreira-Muñoz 2014). Revisaremos a continuación algunos aspectos fundamentales para repensar nuestra relación con el suelo y con el ecosistema que sustenta la vida en el Chile central actual.

EL ORIGEN DE LAS HOJAS DE LA TIERRA DE HOJA

En nuestro planeta, la vida se abre camino ocupando energía, elementos y espacios a su disposición. En un bosque, la vida vegetal se expresa en su máxima complejidad, determinada por las características edáficas y climáticas de cada biorregión. En la zona central de Chile encontramos el característico bosque esclerófilo. Este es un bosque que ha logrado adaptarse, climáticamente, a los prolongados y secos veranos del Chile Mediterráneo, con una estación lluviosa de no más de 4 meses al año.

El bosque esclerófilo se extiende actualmente desde el sur de la región de Coquimbo hasta la región del Bío Bío, ocupando principalmente las accidentadas quebradas y la umbría de nuestra cordillera de la Costa y de la precordillera andina. En dichos lugares, se ve favorecido por una compensación climática, tanto de las exposiciones sur, dado por el menor ángulo de incidencia de los rayos del sol, como en la cordillera de la Costa, por las neblinas costeras (Elórtégui y Moreira-Muñoz 2009). Previo al avance de



Figura 1. Mantillo del bosque esclerófilo, conocido tradicionalmente en la zona central de Chile como *tierra de hoja*. © Nicolás Ortíz López.

las actividades humanas, es posible que también ocupara la Depresión Central (Moreira-Muñoz y Cereceda 2013).

Al encontrarnos con el bosque esclerófilo llamarán nuestra atención grandes y frondosos árboles y arbustos, estilogas lianas y bellas flores. Aparecerán también hongos, líquenes, musgos, insectos, arácnidos, reptiles, roedores, aves y mamíferos. Al mirar sobre el suelo, encontraremos un manto que cubre todo rincón (Figura 1). Esto se debe a que las hojas de los árboles de este bosque son perennes, es decir, no se deshojan en otoño, sino que cada una de ellas tiene un ciclo independiente y van cayendo a lo largo

del año; además, son pequeñas y duras, coriáceas, ricas en aceites esenciales, de textura áspera y con cutículas cerosas. Estos atributos estructurales y funcionales de las hojas, y la estacionalidad climática característica del mediterráneo, permiten la acumulación de una capa abundante de ellas sobre el suelo, formando un mantillo de hojas.

LA TIERRA DE HOJA, EL DETRITUS VIVIFICADOR DEL BOSQUE ESCLERÓFILO

La ecología de suelo nos aporta el concepto de detritósfera, la que actualmente entendemos como una masa de restos vegetales y animales acumulada en la capa superficial, una de las principales fuentes de materia orgánica de los suelos. En la zona central de Chile, a este mantillo se lo conoce como *tierra de hoja*, y constituye uno de los espacios para la vida del suelo (Figura 2). En estas esferas biológicas del suelo habitan millones de organismos —micro-, meso- y macrofauna— que se encargan de transformar la materia orgánica y los minerales, dejándolos a disposición del resto de la cadena trófica de la biosfera.

La constante incorporación de los restos orgánicos del bosque a través de la tierra de hoja permite que la

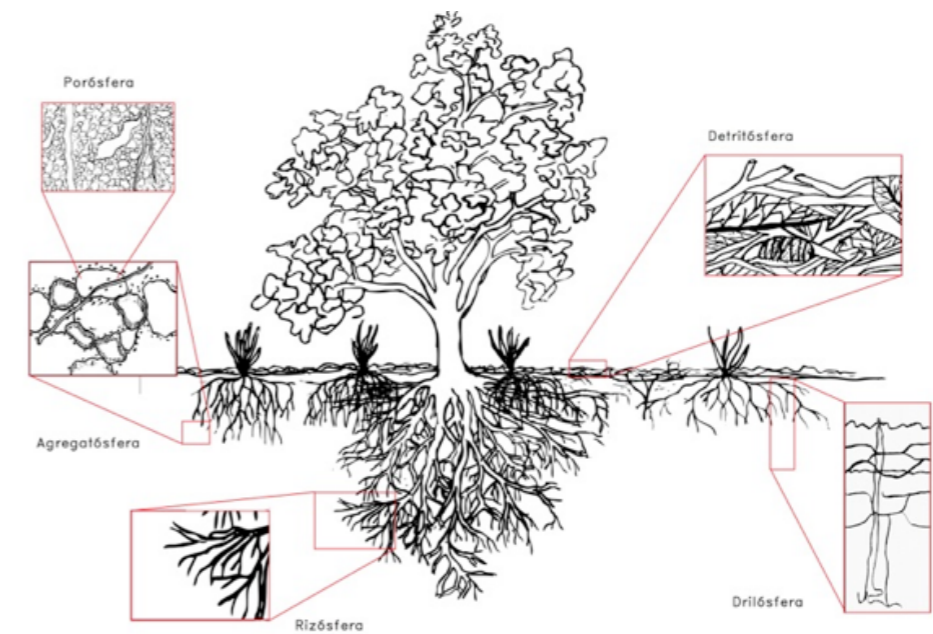


Figura 2. Esferas funcionales del suelo descritas por Beare et al. (1995), que representan las esferas de percepción de la vida del suelo. Adaptado de Beare et al. (1995). © Akemi Sone Betta.

¹ Título inspirado en el blog de Juan José Ibáñez (2014), <<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/>>.

energía ingrese de manera estable en el suelo, ya que agrega permanentemente restos vegetales ricos en cadenas carbonadas, que podrán ser digeridos y transformados por quienes ahí habitan. Al descomponer los restos orgánicos, algunos microorganismos, pequeños pero químicamente poderosos, no solo extraen energía para mantenerse, sino que también producen aminoácidos y polisacáridos que facilitan la colonización de las otras especies que forman esta invisible red biológica (Figura 3). Además, al existir una cobertura permanente en el suelo y un activo crecimiento de raíces, hay mayor producción de estas sustancias, ya que al aumentar el suministro estable de alimento, las poblaciones de hongos forman asociaciones con las raíces, llamadas micorrizas (Hoorman *et al.* 2009).

En el acto de penetrar y explorar el suelo, la mesofauna —aquellos organismos que logramos ver usando una lupa— y las raíces generan poros o canales de diversos tamaños. Las lombrices de tierra y otros insectos, llamados “ingenieros de ecosistemas”, también aportan a estos espacios para la vida al tomar la materia orgánica y otros compuestos de la superficie, y turbarlos horizontal y verticalmente, generando largos y continuos conductos (Lavalle y Spain 2005). Estos poros, que constituyen una válvula

biológica de ingreso de oxígeno y agua, representan un hábitat aeróbico ideal para la vida de muchos organismos. Tal ambiente se ve favorecido por la energía disponible en los ricos exudados orgánicos, propios del entorno circundante de las raíces, y por la actividad de la meso- y macrofauna allí presentes (Taboada y Álvarez 2008).

Los organismos mencionados, al igual que la esfera de vida que generan, permiten importantes procesos edáficos, tales como la humificación y la mineralización. El primero de estos procesos nos habla de cómo los restos vegetales y animales presentes en el suelo se van transformando hasta convertirse en humus (Figura 4), estado final de descomposición que alcanza la materia orgánica, máxima concentración de energía en el mínimo de materia (Restrepo y Hensel 2011). Los minerales presentes en los restos digeridos son mineralizados por la microbiología e ingresan a la red trófica superior; es decir, los invisibles microorganismos presentes en el suelo vivifican los minerales y así permiten que insectos, reptiles, mamíferos y plantas puedan nutrirse y desarrollarse.

La importancia de la humificación y la mineralización radica en que a partir de estos procesos se dispondrá de minerales y sustancias húmicas que favorecen la formación



Figura 3. Actinomicetos extendiéndose por el mantillo de hojas del bosque esclerófilo. © Carlo Sabaini Simonetti.



Figura 4. Kats de lombrices ricos en humus. © Nicolás Salvador Ortiz López.

de los complejos arcillo-húmico coloidales del suelo. Estas uniones son posibles gracias a las cargas magnéticas de la superficie tanto de las arcillas como del humus (Hoorman *et al.* 2009). La agrupación de estas partículas forma los agregados del suelo, proceso que se ve potenciado por la acción de las hifas de los hongos y las raicillas, que físicamente enredan las partículas minerales y orgánicas del suelo, reuniéndolas y organizándolas (Figura 5). Así, esta estética masa vivificadora del bosque esclerófilo transforma, recicla, arma y desarma, compone y descompone la materia orgánica y los elementos minerales, mullendo el suelo del bosque hasta convertirlo en una verdadera esponja, liviana y suave, rica en espacios para la vida.

Los agregados son una manifestación física de la organicidad de la vida del suelo (Figura 6), que nos permite percibir la expresión de los invisibles procesos edáficos vitales descritos. Su combinación armoniosa en el tiempo, es decir, su ritmo, determina el equilibrio y la estabilidad. Este ritmo —y, en consecuencia, su salud— puede modificarse de forma natural o por alteraciones antrópicas. Por ejemplo, las estaciones del año hacen variar los factores ambientales que influyen el ciclo de formación de suelo. así, en los meses de otoño e invierno, las lluvias activan el metabolismo de la vida; y las temperaturas crecientes en la primavera, lo dinamizan aún más.

LA EXTRACCIÓN DE TIERRA DE HOJA

En los últimos años, las acciones humanas relacionadas con el bosque esclerófilo han adquirido una intensidad desmesurada, con lo que se han alterado los patrones de ritmo y la dinámica no solo del bosque esclerófilo, sino de todos los ecosistemas del planeta. Esto ha afectado los procesos de perpetuación de la vida del suelo, desde el metabolismo de los organismos, hasta la agregación de los suelos, generando grandes pérdidas de materia y energía, y desencadenando enfermedades de causa antrópicas, como la deforestación, desertificación y compactación.

Las acciones extractivas (Figura 7), principalmente de tierra de hoja —a la fecha, sin ninguna protección legal (Recuadro 1)—, pero también de leña, así como la confección de carbón a partir de especies nativas, decapitan la vida del bosque. Por otra parte, los incendios que afectan la vegetación nativa (31.000 hectáreas según CONAF 2013a), en general son por motivos antrópicos (85,2%, según CONAF 2013b). Otros factores, como el cambio de uso de

los suelos —de forestal esclerófilo a actividades productivas silvoagropecuarias—, el monocultivo de especies exóticas desde mediados del siglo XX y los avances frutícolas —que traspasan los valles y penetran irracionalmente las serranías, en su mayoría, cultivos de paltos y vides— también han



Figura 5. Hifas de hongos enredando los restos orgánicos del suelo. © Francisca Carvajal Mascaró.



Figura 6. Agregados del suelo formados como resultado de procesos edáficos vitales invisibles. © Nicolás Ortiz López.



Figura 7. Venta de tierra de hoja en la cuesta La Dormida. © Andrés Moreira Muñoz.

RECUADRO 1. EL SUELO EN LA LEGISLACIÓN CHILENA

Una de las características de la legislación ambiental de Chile, es su falta de organicidad, es decir, hay una gran cantidad de normas relativas al medio ambiente, dispersas en diversos cuerpos legales (fuente: <<http://www.leychile.cl>> [consultada el 3 diciembre de 2014]).

Frente a la necesidad de legislar en este ámbito debemos preguntarnos cuál es el centro de lo que deseamos proteger. El suelo se puede considerar un recurso, en cuyo caso el Estado debe generar mecanismos institucionales y jurídicos para evitar su deterioro, además de estimular y posibilitar la aplicación de técnicas apropiadas de uso y manejo; o bien, puede ser visto como algo superior, como ente generador de vida, con derechos de protección inherentes a su existencia.

Las primeras experiencias favorables a la protección del suelo instauradas desde sus respectivas Constituciones corresponden a Bolivia y Ecuador, y se basan en las filosofías de vida de sus pueblos originarios (Mamani 2010).

significado un aumento de la superficie de suelos degradados, imposibilitando la conservación y regeneración de los bosques del valle central (Salazar *et al.* 2015).

UNA INVITACIÓN A PERCIBIR LOS INVISIBLES ESPACIOS, CICLOS Y RITMOS DE LO VIVO

La pérdida de conexión del ser humano con los ambientes naturales nos ha llevado a despreciar los procesos que llevan a cabo los organismos que no vemos, así como a restarles importancia, principalmente por desconocimiento. Recorrer el bosque con ojos inocentes, dispuestos a cuestionar lo que nos rodea, es fundamental para avanzar hacia formas de vida más armónicas con la naturaleza. Entender cómo funciona la vida es aún materia de investigación para muchos científicos; pero, más allá del intento de comprenderlo todo, debemos ser nosotros los interesados en entender cuestiones elementales para el buen vivir en el planeta (Recuadro 2).

Muchos de nuestros problemas diarios no son inconvenientes para la naturaleza. En el bosque no hay basura: toda materia y energía es parte de un ciclo. El bosque produce toneladas de biomasa al año, sin fertilizantes ni riego; y la red de organismos que lo forman funciona de manera armónica, integrando todo de forma dinámica y con ritmo. La tierra de hoja es una esfera de revivificación del bosque. Comprender sus atributos sin separarla de su entorno puede llegar a ser fuente de inspiración y admiración. En su libro *Biomimesis*, Benyus (2012) nos muestra cómo la imitación de la naturaleza tiene el potencial de cambiar nuestra manera de obtener alimento, materiales y energía; de curarnos, de almacenar información y de comercializar.

Para lograr una aproximación sistémica a la tierra de hoja, como mantillo vivo del bosque esclerófilo —y a sus atributos—, los invitamos a comenzar con un ejercicio: al caminar por el bosque, una primera mirada les mostrará que el suelo está cubierto de muchísimas hojas. Diluyan entonces su atención en todo lo que los rodea, para entrar así a un estado de contemplación. Siguiendo el ejercicio de percepción, los invitamos a que se inclinen por un momento

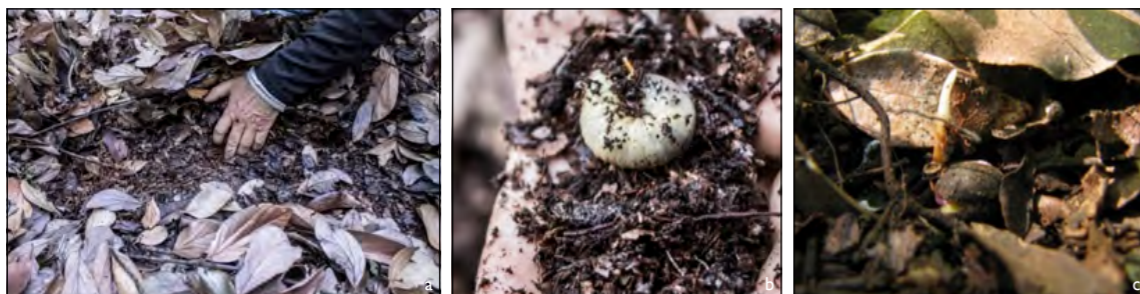


Figura 8. Espacios de vida perceptibles al escarbar el mantillo del bosque. Fotografías: a, b: © Nicolás Salvador Ortiz López; c: © Gonzalo Ávila Arredondo.

y escarben cuidadosamente la hojarasca. En la superficie podrán sentir el olor de las esencias propias de cada especie; y en la profundidad predominará el olor de la actividad de hongos y bacterias. Así también, verán que las hojas y las pequeñas ramas, desde la superficie hasta la profundidad, poco a poco se van fragmentando y ennegreciéndose. La vida las tiñe de negro con la oleosa sustancia de carbono estable llamada *humus*. Estas observaciones, junto con la dinámica de la vida que no vemos, se complementan para hacernos percibir la vitalidad del mantillo (Figura 8).

Repetir este ejercicio en diferentes lugares y momentos del año proporciona más agudeza e intensidad a nuestra capacidad de percepción. Los detalles aparecen y vamos logrando una creciente inmanencia o comunión con los seres que hacen el tan maravilloso trabajo de reciclar las hojas.

ACTUAR CON OTRO ESTILO: IMITANDO LA TIERRA DE HOJA

En la tierra de hoja podemos percibir la complejidad de la vida. Los patrones de su dinámica y su ritmo, y también sus atributos, podrán ser fuente de inspiración, imitación e innovación, para estimular la reconexión con nuestros valores, costumbres y hábitos, y la reflexión sobre acciones importantes para la toma de conciencia sobre los desequilibrios que hemos generado.

Morin (2005) nos habla del paradigma simplificador, que rompió el lazo inseparable que liga al observador con la cosa observada, y reduce lo humano —y la vida— a lo

RECUADRO 2. DIMENSIONES A PROFUNDIZAR E INTEGRAR EN TORNO AL SUELO, MEDIANTE LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA, LA SOCIEDAD Y LA POLÍTICA*

Durante los últimos años, la ciencia viene estudiando el suelo con una gran especialización, abriendo nuevas líneas de investigación en diferentes áreas. Su importancia, como uno de los ambientes con mayor potencial transformador frente al cambio climático y principal fuente de biodiversidad del planeta, ha dirigido la atención de los científicos hacia este patrimonio. A partir de esto, visualizamos las siguientes dimensiones de trabajo:

- Generar una visión holística, cambiando el cómo se entiende el suelo: de la mirada del suelo como soporte físico, a una basada en la salud, la armonía y la fertilidad.
- Desarrollar conceptos claros acerca de lo que se quiere difundir, procurando una comprensión integral, por la sociedad, de las funciones del suelo en el medio ambiente. Usar el 2015, Año Mundial del Suelo (<http://www.fao.org/soils-2015/es/>) como plataforma transdisciplinaria para lograr este objetivo.
- Llegar a consenso en cuanto a indicadores edáficos y definiciones, en los ámbitos nacional e internacional, para abordar y monitorear problemas ecológicos, técnicos, sociales y económicos.
- Crear alianzas entre las ciencias y la política, con agrupaciones sociales, entidades públicas o privadas, y otras, de acuerdo con la realidad de cada país, para plantear políticas públicas sobre la gobernanza del suelo.
- Desarrollar nuevas formas de enseñanza, principalmente al aire libre, que incorporen estrategias pedagógicas que amplíen la percepción de alumnos y profesores, con clases prácticas que ligen, por ejemplo, la ciencia con el arte y múltiples disciplinas, además del uso de medios audiovisuales y exposiciones itinerantes, entre otras herramientas.
- Integrar al ser humano con su ambiente de vida: desde la microbiología del suelo hasta la escala de paisaje.
- Estimular la colaboración e integración entre físicos, químicos y biólogos de suelos, y de estos con profesionales de otras disciplinas.
- Enfocarse en cuestiones prácticas y de ciencia aplicada, incorporando los saberes campesinos.
- Generar conciencia en la comunidad y recuperar la identidad de los territorios, a través de vínculos afectivos, para que cada vez seamos más partícipes de las decisiones que se toman en cada país.

* Argumentos elaborados a partir de las exposiciones presentadas al XX Congreso Latinoamericano de Ciencias del Suelo. (SLCS 2014).



Figura 9. Transformación de restos orgánicos domiciliarios en abono de alta calidad mediante compostaje y lombricultura. Dirección de Gestión Ambiental de La Pintana (DIGA). © Francisca Carvajal Mascaró.

biológico, y lo biológico a lo químico y lo físico. Básicamente, podemos decir que en los últimos años el mundo separa la razón de la emoción, al ser humano de su medio, la ciencia de la filosofía, la investigación del trabajo práctico, y la educación de las observaciones al aire libre.

Las alteraciones antrópicas antes mencionadas no podrán ser reorientadas mientras sean tratadas desde la misma racionalidad economicista e instrumental que las posibilitó. Esta crisis ambiental es reflejo y resultado de la crisis civilizatoria occidental, causada por sus formas de conocer, de concebir y, por ende, de transformar el mundo (Eschenhagen 2010).

Es fundamental, para este cambio, la cercanía entre la naturaleza y el ser humano. Igualmente, comprender los conceptos de complementariedad, equilibrio, interdependencia y reciprocidad con el ambiente, que requieren una experiencia directa con el entorno natural, espacio que en las megaciudades ya se ha perdido (Eschenhagen 2013). Una percepción emocionada de la tierra de hoja puede, enriquecer enormemente la sustentabilidad de nuestra cultura en variados ámbitos, forjando un nuevo estilo en nuestro actuar.

Los cuatro ejemplos que mencionaremos a continuación, son un rescate de formas en las que, consciente o inconscientemente, se han utilizado los patrones del bosque como inspiración. Esto, al cambiar los hábitos diarios de manejo de nuestros desechos orgánicos y las formas en que

producimos nuestro alimento; al mostrar cómo generar una buena condición del suelo y al utilizar la memoria microbiológica del suelo para devolverles fertilidad y estabilidad a los campos. Queda pendiente un desafío aún no abordado: el uso de la tierra de hoja en viveros, jardinerías, parques y plazas, como sustrato mejorador de la fertilidad física del suelo.

Ejemplo 1. Reciclaje urbano de la materia orgánica

El Programa Comunal “Separación de residuos en origen” de la comuna de La Pintana se ha consolidado, desde el año 2005, como una propuesta de gestión ambiental, al incorporar en el quehacer diario el reciclaje de la materia orgánica domiciliaria.¹ Gracias al tratamiento de compostaje y lombricultura (Figura 9), han podido sustituir el uso de tierra de hoja por compost de alta calidad, como mejorador de suelo de sus parques, plazas y canchas. Esto no solo ha aumentado la superficie de áreas verdes; también ha generado identidad comunitaria y ha resaltado la importancia de trabajar en equipo y de la perseverancia.

Ejemplo 2. Restauración biológica de suelos

La pérdida de percepción del suelo como sistema vivo, por parte de los actores del mundo agrícola, ha llevado a

diversos procesos de deterioro. Para colaborar ante esto, el Programa de Restauración Biológica de Suelos (RBS) del Centro CERES (<http://www.centroceres.cl/>) ha generado herramientas de percepción *in visu e in situ*, que permiten determinar la condición biológica de la detritósfera en los campos agrícolas. Dicha condición, se determina como buena cuando cubre toda la superficie, en una profundidad mayor a una pulgada y estando compuesta por materiales diversos. Con esta herramienta, los actores de cada unidad agrícola lograrán comprender que la buena condición de sus suelos aportará significativamente a la salud y fertilidad de sus campos. Se deja en manos de ellos la posibilidad de innovar, en la búsqueda de sus propias coberturas, partiendo por reciclar los residuos vegetales del campo en el campo (Figura 10).

Ejemplo 3. Rescate de la memoria microbiológica

Los microorganismos del suelo, digestores de la tierra de hoja, son la memoria geológica que ha evolucionado de forma conjunta y en armonía con los bosques y el clima de una determinada región. Así, a cada bosque le corresponde una memoria de acuerdo con las condiciones ecológicas o bioclimáticas de cada lugar. Estos microorganismos también son conocidos como *microorganismos de montaña* o *microorganismos eficientes*, ya que están condicionados genéticamente para producir suelo. En los últimos años, diferentes estilos de agricultura han desarrollado técnicas a partir de inóculos de microorganismos locales (Figura 11), para estimular la mineralización de los campos (Simón 2012).

Ejemplo 4. Una alternativa a la extracción

Hoy, la mayor demanda de tierra de hoja del bosque esclerófilo tiene lugar para usarla como componente de mezclas de sustratos de propagación, y como enmienda en la preparación de suelos de parques y jardines. La búsqueda de alternativas provendrá de la comprensión de los atributos similares que aportan los reciclados de restos orgánicos como los mencionados en los ejemplos anteriores en experiencias urbanas y rurales, con restos orgánicos domiciliarios lombricompostados y compostados; y, para los contextos agrícolas, con los reciclados de restos orgánicos propios de cada predio y región.

Cambiar pequeños hábitos diarios puede resultar decisivo para enfrentar con éxito el cambio ambiental. Demos



Figura 10. Predio agrícola de la región de Valparaíso. Allí, al percibir los suelos vivos, han comenzado a incorporar prácticas para su protección. © Esteban Zapata Orellana.

paso a propuestas de ofensiva proactivas, en el paisajismo urbano y rural, llevando los patrones de nuestro bosque esclerófilo de la zona central a los campos y las ciudades. Hagamos que esto nos permita desarrollar una identidad con nuestros territorios. Aprendamos, entonces, que el suelo es la matriz de la vida.



Figura 11. Elaboración de abono orgánico fermentado tipo bocashi. Forestal San Lucas, Olmué. © Braulio Cortés.

¹ Lo invitamos a visitar la página <www.digap.cl>, donde podrá encontrar más información y detalles de este y otros programas que lleva a cabo la Dirección de Gestión Ambiental de La Pintana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beare M, D Coleman, D Crossley, P Hendrix & E Odum. 1995. Achierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. *Plant and Soil* 170(1): 5-22.
- Benyus JM. 2012. Biomímesis: cómo la ciencia innova inspirándose en la naturaleza. *Metatemas* 119, Tusquets, Barcelona.
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. Gerencia de Manejo del Fuego. 2013a. Estadísticas. Resumen nacional. Número y superficie afectada por incendios forestales, 1964-2013. Disponible en <<http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>> [consultado el 3 diciembre de 2014].
- CONAF, Corporación Nacional Forestal. Gerencia de Manejo del Fuego. 2013b. Estadísticas. Causas, número y superficie afectada por incendios forestales, 1985-2013. Disponible en <<http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>> [consultado el 3 diciembre de 2014].
- Elórtegui S & A Moreira-Muñoz (eds.). 2009. Parque Nacional La Campana: origen de una reserva de la biosfera en Chile central. Taller La Era, Viña del Mar, Chile.
- Eschenhagen ML. 2010. Los límites de la retórica verde o ¿por qué después de más de 30 años de esfuerzos no se observan mejoras ambientales sustanciales? *Revista Gestión y Ambiente* 13(1): 111-118.
- Eschenhagen ML. 2013. ¿El “buen vivir” en las universidades?: posibilidades y limitantes teóricas. *Revista Integral Educativa* 6(3): 1-16.
- Hoorman J, JC de Moraes & R Reeder. 2009. *The Biology of Soil Compaction. Agriculture & Natural Resources Fact Sheet*. Disponible en <<http://ohioline.osu.edu>> [consultado el 3 diciembre de 2014].
- Lavelle P & AV Spain. 2005. *Soil Ecology*. Springer, Dordrecht, Holanda.
- Mamani F. 2010. Buen vivir/Vivir bien. Filosofía, política, estrategia y experiencias regionales andinas. Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas (CAOI), Lima.
- Moreira-Muñoz A & P Cereceda. 2013. Diversidad y fragilidad del paisaje botánico de Chile mediterráneo. *Revista del Jardín Botánico Chagual* XI (11): 30-42.
- Morin E. 2005. *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa, Barcelona.
- Restrepo J & J Hensel. 2011. *Manual práctico. ABC de la agricultura orgánica. Fosfitos y panes de piedra*. Feriva S. A., Santiago de Cali, Colombia.
- Sabaini C & A Moreira-Muñoz. 2014. Educación para la sustentabilidad: las reservas de la biosfera como espacios de reconexión con la vida. En A Moreira-Muñoz & A Borsdorf (eds.), *Reservas de la biosfera de Chile* (cap. 14, pp. 294-320). GEOlibros, Santiago de Chile.
- Salazar A, A Moreira-Muñoz & C del Río. 2015. La Campana-Peñuelas Biosphere Reserve in Central Chile: threats and challenges in a peri-urban transition zone. *Eco.mont - Journal on Protected Mountain Areas Research* 7 (1): 66-71.
- Simón I. 2012. *Manual de reproducción de microorganismos y remineralización*. Sociedad Latinoamericana de Ciencias del Suelo. 2014. XX Congreso Latinoamericano de Ciencias del Suelo. Cusco, Perú.
- Taboada, M. & C. Álvarez. 2008. *Fertilidad Física de los Suelos*. Facultad de Agronomía (UBA), Buenos Aires.

Proyecto “Iris de suelo”. Siguiendo la ruta del río Aconcagua

Cristina Olguín Acevedo
Licenciada en Arte,
fotógrafa e investigadora visual independiente
lavidaenviaje@gmail.com

Carlo Sabaini Simonetti
Centro Regional de Innovación Hortofrutícola
de Valparaíso (Ceres).
CONICYT Regional R10|1001
Investigador principal
csabaini@centroceres.cl

Gonzalo Ávila Arredondo
Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso (Ceres).
CONICYT Regional R10|1001
Investigador
gavila@centroceres.cl

Inspirados en la conexión espiritual y terrenal que Gabriela Mistral mantuvo durante toda su vida con el suelo de su valle del Elqui, llevándolo consigo a modo de objeto de arte, ya fuera en pequeñas bolsitas de tela o plástico, por donde quiera en el mundo que ella viajara y soñara, queríamos retratar el suelo. Y así como Gabriela, conectarnos con el suelo de nuestro valle del Aconcagua: ver y escuchar lo que el lugar, el territorio y la naturaleza tenían para contarnos. Entonces surgió la travesía: seguimos el serpenteo del río Aconcagua como una brújula que emerge dadivosa, pura y cristalina, desde la montaña del mismo nombre. Esta aventura nació de la obsesión creativa de hacer una deriva para obtener una serie de muestras de cromatografías de suelo del valle del Aconcagua y llevarlas a modo de artefactos a una exposición de arte, pero desde el inicio de nuestro recorrido percibimos que el proyecto iba adquiriendo nuevas dimensiones, más allá de nuestra intención inicial.

Comenzamos a hablar de *suelo* en diferentes contextos: artísticos, biológicos, poéticos, antropológicos, culturales, económicos, científicos; les dimos cabida a todos los *-icos* que aparecían mientras avanzábamos río abajo,

observando sus bifurcaciones y cruces, sus ires y venires; sus cursos subterráneos que emergen en un algún lugar o simplemente siguen bajo tierra o desaparecen por la sequía, en ciertos tramos, en tiempos en los que debiera haber deshielos. Mientras nosotros lo seguíamos como quien sigue a la vida, dejándonos llevar por lo que acontecía, por los imprevistos, y aceptando las señales de quien se cruzara en nuestro camino, el río y el suelo se entremezclaban en conceptos y percepciones nuevas para nosotros.

La calidad del agua, no solo del río Aconcagua, sino de todas las aguas de la Tierra, está estrechamente ligada al uso y abuso del suelo. Los alimentos que de él obtenemos, nuestra atmósfera, los insectos, las aves y nosotros mismos, como seres humanos, estamos estrechamente vinculados a él.

Cada lugar donde nos detuvimos a obtener una muestra de suelo (Figura 1) amplió nuestra imaginación y nos llevó a repensarlo en términos de producción alimenticia y de conexiones a la tierra, al paisaje, al territorio y a sus ritmos trastocados.

Cada lugar de donde sacamos suelo es un espacio definido por quienes ahí viven, transitan, trabajan o lo

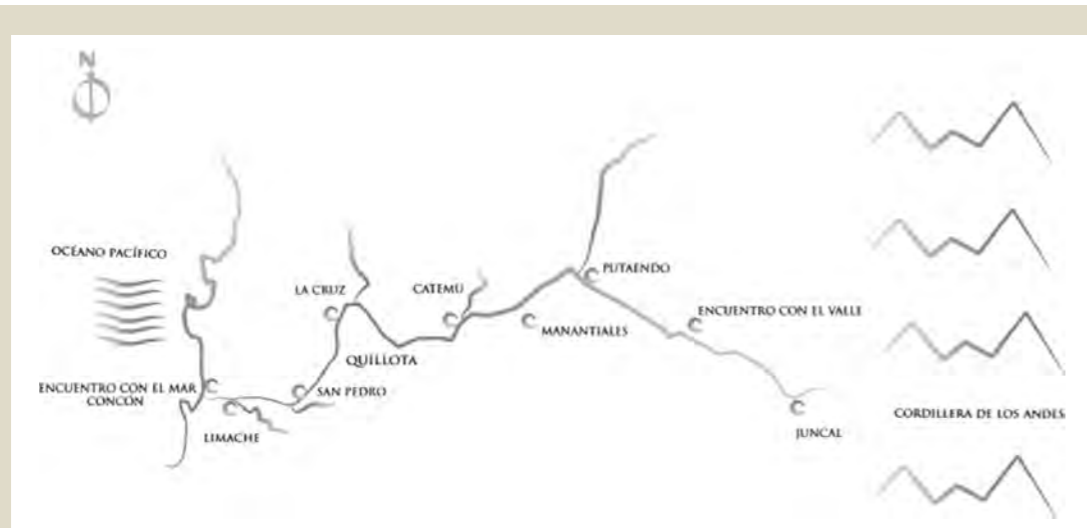


Figura 1. Travesía de cromatografía, Proyecto "Iris de suelo", río Aconcagua.



Figura 2. Suelo: territorio sensible. Cromatografías de suelo y fotografías de la travesía por el valle del Aconcagua. Cromatografías circulares corridas y reveladas en el Laboratorio de Cromatografía de Suelo, CERES-PUCV. © Cristina Olgún y Carlo Sabaini.

ocupan. Por las grandes empresas que se tragan vorazmente el río, por los áridos que cambian el curso y deforestan, por los basurales que crecen a lo largo de cientos de kilómetros junto al río donde los niños juegan, por los camarones de río que ya no se ven, por el río cercado y, en muchos tramos, inaccesible (Figura 2).

Cada tramo de este paisaje de río nos entregó una imagen de suelo y nos planteó preguntas: ¿Qué somos en la naturaleza? ¿Qué hacemos en la naturaleza? ¿Cómo la miramos? Y también nos dio respuestas.

Esta travesía es un proyecto al que hemos llamado "Iris de suelo". Desde él abordamos la importancia de comprender y concientizar acerca de la vida del suelo, desde una mirada amplia, que permita la permeabilidad a partir de otras disciplinas y experiencias, en un intento de reconectarnos con nuestra naturaleza de manera armónica; y, como dice Humberto Maturana en *El sentido de lo humano*, "[...] para que naturaleza, convivencia y sobrevivencia sean parte de nuestro vivir".

La cromatografía de suelo en papel circular fue desarrollada en la década de 1950 por el bioquímico alemán Ehrenfried Pfeiffer para visualizar la salud de los suelos y la calidad de los alimentos producidos (Pfeiffer 1984). Actualmente, esta metodología continúa su desarrollo a partir de los esfuerzos que hacen los ingenieros agrónomos Jairo Restrepo y Sebastiao Pinheiro (Restrepo y Pinheiro 2011) para su difusión, lo que posibilita a campesinos y profesionales agrícolas contar con imágenes que les permiten determinar las condiciones de vida y destrucción de los suelos.

El método de la cromatografía en papel circular comprende inicialmente la digestión de una muestra de suelo con hidróxido de sodio, proceso mediante el cual se separan sus componentes. La solución obtenida se hace correr por un papel filtro circular previamente sensibilizado con nitrato de plata (sustancia fotosensible). Los componentes de la solución se distribuyen y reaccionan espacialmente en el papel de acuerdo con su composición, sobre la base del principio de retención selectiva. Al exponer gradualmente el papel a la luz, se revelan y expresan las siguientes características: 1) colores deseables (anaranjados, dorados, pardos y amarillos) y colores no deseables (pardo oscuro, azules, grises y violetas); 2) zonas (central o de aireación, intermedia o mineral, interna u orgánica y externa o enzimática); y 3) formas (radiales, nubes y puntas) (Figura 3). Estas características, en conjunto, permiten interpretar un cromograma y así percibir la condición biológica de los suelos en su interacción con el mundo mineral y orgánico.

En la Figura 4 se observan imágenes de suelos agrícolas. En cromatografías de suelos sanos se observan colores dorados y pardos, con zonas centrales o de aireación bien desarrolladas, una zona enzimática

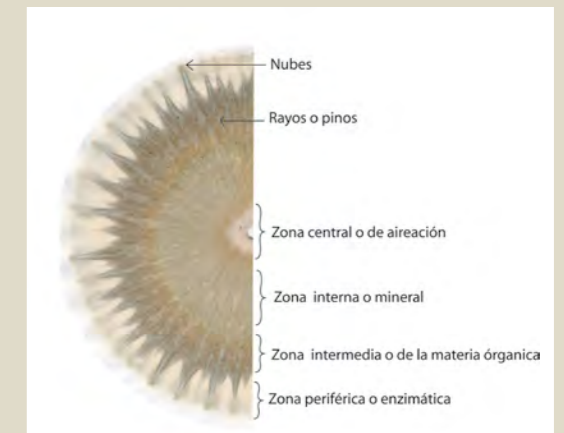


Figura 3. Representación de las zonas de interpretación de una cromatografía en papel circular. © Laboratorio de Cromatografía de Suelo, CERES-PUCV.

expresada con terminaciones en nubes suaves, y formación de radios ramificados que unen las diferentes zonas. Lo anterior se asocia a procesos de mineralización y humificación a partir de la descomposición de la materia orgánica por la actividad de diversos organismos del suelo. En cromatografías de suelos enfermos se observan colores pardos oscuros y grises, ausencia de la zona central o de aireación, formas planas sin rayos de integración entre la zona orgánica y mineral, y una zona enzimática sin expresión, o bien con terminaciones en puntas; esto se asocia a suelos con una condición biológica deteriorada, consecuencia de manejos agronómicos que no promueven la vida de los suelos.

Esta herramienta, bien usada, puede llegar a ser una potente ayuda para la restauración biológica de suelos y, por ende, para favorecer el cultivo de alimentos sanos y vitales.