



ceres
Centro Regional de Innovación
Hortofrutícola de Valparaíso

Manual de determinación de la
**CONDICIÓN BIOLÓGICA
DE SUELO *IN SITU* E *IN VISU***
En los sistemas agrícolas

Carlo Sabaini & Gonzalo Ávila

Programa del centro Ceres



RESTAURACIÓN
BIOLÓGICA
DE SUELOS



c e r e s
Centro Regional de Innovación
Hortofrutícola de Valparaíso

Manual de determinación de la
CONDICIÓN BIOLÓGICA DE SUELO
IN SITU E IN VISU
En los sistemas agrícolas

Autores: Carlo Sabaini S. & Gonzalo Ávila A.

Programa del centro Ceres



RESTAURACIÓN
BIOLÓGICA
DE SUELOS

Ahora bien, eso que llamamos comportamiento sensato es el gran tema de la sabiduría universal, y por eso sus principios son los mismos en todas las culturas ...

Gastón Soublette 2013



Agradecemos a:

Los agricultores y campesinos innovadores que aportaron sus campos, experiencia y sabiduría, para el desarrollo de la metodología de determinación de la Condición Biológica de Suelo (CBS).

Al Doctor Leonardo Vera por su apoyo en los inicios del programa de Restauración Biológica de Suelo y al Doctor Andrés Moreira-Muñoz por sus contribuciones en las mejoras metodológicas en talleres de expertos.

A los psicólogos Arturo de Sarratea, Juan Pablo Pinto y Alejandro Urrutia, quienes contribuyeron a sensibilizar la metodología y valorar la percepción de las personas sobre el suelo durante los talleres de expertos.



A los investigadores Diego Fuentes, Heraldo Carvacho, Gabriel Castro, Víctor Vicencio, Esteban Zapata y Akemi Sone por sus contribuciones en los intensos días de terreno.

A la investigadora Francisca Carvajal, por su apoyo en la redacción de la sección de pertinencia en nuestra relación con el territorio.

A las investigadoras Isabel González y Stefania Cartoni por su apoyo en revisión de manuscrito del manual.

A Gabriela Barrientos por el apoyo inicial en el diseño del manual y a Camila Hernández por la culminación gráfica del presente trabajo

Número de trámite para solicitud de propiedad intelectual **270459**

Este documento debe ser citado como:

Sabaini C. y Ávila G. 2015. MANUAL DE DETERMINACIÓN DE LA CONDICIÓN BIOLÓGICA DE SUELO *IN SITU* E *IN VISU* EN LOS SISTEMAS AGRÍCOLAS. Programa de Restauración Biológica de Suelo (RBS). Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso. 57 pp. Quillota, Chile.

Diseño y diagramación:
Camila Hernández.

Fotografías: Gabriela Barrientos, Gonzalo Ávila y Nicolás Ortiz.

FINANCIAMIENTO

Este manual fue posible gracias al financiamiento de Innova Corfo Línea 2: I+D Aplicada, mediante el proyecto "Desarrollo de un paquete tecnológico de Restauración Biológica de suelos (RBS) para una fruticultura competitiva y sustentable" código 12IDL2-16182, llevado a cabo en diferentes sistemas agrícolas de la Zona central de Chile. Además se contó con el apoyo del "VI concurso de Fortalecimiento de Centros Regionales de Desarrollo Científico y Tecnológico" del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico de Chile CONICYT código PRFVI0011.

Proyecto apoyado por:



INTRODUCCIÓN	8
PERTINENCIA EN NUESTRA RELACIÓN CON EL TERRITORIO	10
PERCEPCIÓN <i>IN SITU</i> E <i>IN VISU</i> DE LAS ESFERAS DE INFLUENCIA BIOLÓGICA DEL SUELO	20
Esferas de influencia biológica del suelo	22
Previo a la determinación de CBS <i>in situ</i> e <i>in visu</i>	24
Lugar de determinación de la CBS	26
Detritósfera	28
Agregatósfera	30
Drilósfera	34
Rizósfera	36
Porósfera	38
VALORACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LA CONDICIÓN BIOLÓGICA DE SUELO	40
MOTIVACIONES PARA INNOVAR	46
GLOSARIO	54
REFERENCIAS	56
ANEXOS	
ANEXO 1: Listado Kit CBS	
ANEXO 2: Ficha de registro CBS	
ANEXO 3: Parámetros de valoración de la condición	

Introducción

Este manual surge del requerimiento de contribuir a que los productores agrícolas y otros actores percibamos al suelo como un organismo vivo, fijando en el centro de la naturaleza de los suelos, la Vida. Desde aquí se fundamentan e integran todos los contenidos actitudinales, conceptuales y procedimentales que se presentan y guían en el camino de las observaciones y valoraciones cualitativas del suelo, tanto de forma personal como grupal.

La primera sección del manual nos invita a cultivar una actitud de pertinencia con el territorio, de forma de germinar una creciente armonización entre la expresión de la naturaleza en cada sitio y nuestras acciones. Lo anterior, a través de un llamado a profundizar, en nuestro conocimiento de las características climáticas, biogeográficas e históricas de cada sistema agrícola; reconociendo además si sus diseños han sido capaces de identificar estas particularidades y si las condiciones básicas para cada cultivo, son o no favorables para la Vida en el suelo.

La segunda sección del manual nos guiará mediante ejercicios prácticos, a aprehender los conceptos de las esferas de influencia biológica (en adelante esferas): Detritósfera, Porósfera, Drilósfera, Agregatósfera y Rizósfera, que soportan los procesos biológicos fundamentales de los suelos, propios de un sistema complejo y organizado (Beare *et al.*, 1995). Éstos nos permitirán apropiarnos de cinco indicadores de la condición biológica de los suelos, base de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Esta sección se inicia con recomendaciones previas a la salida de campo; y un set de herramientas y utensilios que requeriremos junto a nuestras manos para poder facilitar la observación. Continúa con la determinación, identificación y registro fotográfico del lugar de evaluación.

Luego damos paso a la presentación de cada esfera, incluyendo los procedimientos, al aire libre y a la vista, *in situ* e *in visu*, desarrollados en el mundo de las ciencias del suelo¹, los cuales, nos entregarán una impresión cualitativa de lo visto. Estas pueden ser mejorada con las “Ayudas para observar”, complementando y orientando nuestras observaciones personales.

La tercera sección se inicia, dando paso a una valoración grupal y participativa de la condición de cada una de las esferas, en tres niveles: pobre, regular o buena. Esta información, es luego representada como un todo, mediante un gráfico de brechas.

En la última sección del Manual, hemos querido compartir algunas ideas y motivaciones para innovar, que nos permitan poner en acción prácticas que mejoren la condición de las cinco esferas biológica observadas, como base de los procesos de Restauración Biológica de los Suelos.

Siendo fiel a la naturaleza práctica de todo manual, este instrumento busca ser un aporte metodológico orientado a los siguientes objetivos:

- Contribuir a que las acciones de restauración biológica de suelo, emerjan de las percepciones personales y valoraciones participativas de la condición biológica de suelo.
- Acompañar en la transición a una agricultura sustentable al entregar cinco indicadores de salud y sustentabilidad de los suelos en los sistemas agrícolas.
- Motivar a innovar participativamente, en acciones que revitalicen la fertilidad y salud de los suelos, de las plantas, de los animales y del hombre.

¹ Peerlkamp test (Peerlkamp, 1959), Visual Evaluation of Soil Structure (VESS) (B.C. Ball, Batey, and Munkholm 2007) y SOILpak (McKenzie 2011).

"El pueblo de Chile necesita verse, oírse, olorizarse, gustarse, tocarse, encontrándose con su tierra, con su agua, con su aire, con su fuego; con su cuerpo, con su alma; con las materias y con el espíritu de sus infinitos rincones, de su geografía, de su historia, de su tradición."

Fidel Sepúlveda Llanos (1936 – 2006), Instituto de Estética, PUC.
Presentación en I Encuentro Nacional de Artesanos.
Parque O'Higgins. 2003

PERTINENCIA EN NUESTRA RELACIÓN CON EL TERRITORIO

Reconocimiento de la vocación del territorio

Durante el proceso que llevó el desarrollo de este Manual, hemos *aprehendido* la importancia de, antes de salir a percibir y valorar la condición biológica de los suelos, reconocer las características biogeográficas, culturales e históricas del lugar que habitamos.

Así como los paisajes agrícolas son el resultado del actuar de una cultura en el territorio; así también la cultura es el resultado de las características propias de cada territorio (Figura 1). Esta coevolución ha generado paisajes con diferentes grados de armonía, salud y fertilidad, dependiendo de la conexión, respeto y amor con que nos relacionamos y canalizamos lo que la tierra entrega. Cuando nos relacionamos con la naturaleza considerándonos parte de ella, podemos reconocer en el territorio características propias de él, de su ser, que son de mayor permanencia que nuestra propia cultura. Hablamos del clima, y todas sus variables; de la geoforma; de la composición y diversidad botánica y toda la dinámica y ritmo que de éstos deriven.

El suelo, la Madre Tierra, es la fuente de fertilidad y salud que sostiene la vida en el planeta, y al vincularnos con él de forma sistémica, debemos considerar la complejidad y jerarquía de las diferentes variables del sistema biosférico del que es parte.

Características climáticas y biogeográficas

El clima se define por el conjunto de condiciones atmosféricas de una región geográfica. Es el factor básico limitante de la diversidad animal y vegetal, existiendo diferentes formas de clasificarlo. Es importante conocer tanto los tipos fundamentales de clima (Köppen, 1948), como particularidades del microclima que se puedan dar debido a la topografía, la vegetación, altitud, etc.

Una forma de sistematizar la información acumulada sobre la flora y el clima en Chile, dando una visión integradora que incluye la variable espacial, es la “Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile”, de Luebert y Pliscoff (2006). Estos autores, en base a una clasificación bioclimática, la fisionomía de la vegetación y

sus especies vegetales dominantes, realizan una clasificación de diferentes pisos de vegetación, permitiendo evaluar, conservar y/o restaurar ecosistemas, siendo además una guía sobre la composición y diversidad vegetal de cada lugar.



Figura 1. Ladera con andenes contruidos hace más de 500 años. En ellas se distinguen diferentes usos: forestal, agrícola, residencial, área de protección, caminos y otros, expresando el habitar armónico de la cultura precolombina que perdura hasta la actualidad. Isla del Sol, Bolivia.

Memoria Oral

Hoy en día, hay una creciente apreciación del patrimonio Biocultural, lo que propone valorar el conocimiento que las personas tienen sobre el medio natural en que habitan, a partir de una dinámica de permanente movimiento y re significación entre los seres humanos y su ambiente.

El conocimiento actual nos permite comprender que los pueblos siguieron trayectorias propias debido a las diferencias existentes en su entorno, no debido a diferencias biológicas entre ellos (Diamond, 2009). Por esto, se hace necesario siempre escuchar lo que tienen para contarnos los agricultores, campesinos y trabajadores de un sistema agrícola, ya que cada lugar tiene una historia, la que siempre deja huella en el territorio (Figura 2). Herramientas, tecnología, estructura política, artes, oficios, determinan nuestra forma de pensar y vivir, y por ende de transformar los ambientes naturales que nos rodean.

Diseño de sistemas agrícolas

Las características propias de cada lugar determinan los recursos, la eficiencia y el desenlace que tendrán los manejos que realicemos, pero pocos sistemas agrícolas han sido diseñados reconociendo estas particularidades. Si a la falta de diseño, agregamos que en nuestro país podemos encontrar una gran diversidad de climas, presentando además gran variabilidad en sus características geomorfológicas y edafo-ambientales, tendremos una alta ineficiencia y heterogeneidad en los resultados productivos esperados, que suelen intentar mejorarse solo incrementando los insumos. En la práctica, hay mayores pérdidas por decisiones erróneas, y planificaciones poco certeras, que por problemas de desequilibrios biológicos.

Con la información obtenida al reconocer las características del lugar, podremos actuar pertinentemente sobre los sistemas agrícolas, intentando lograr una correspondencia entre las características ecológicas y los objetivos y usos que posteriormente le asignemos. El agricultor, a través de un diseño y planificación, debe poder reflexionar sobre el pasado, planificar el futuro y actuar en el presente de manera consciente.



Figura 2. Relato histórico del administrador del sistema agrícola. Taller demostrativo de metodología CBS "Aprehendiendo a ver el suelo vivo: base de restauración biológica para ecosistemas agrícolas". Estación Experimental La Palma. Quillota. 31 de marzo 2015.

El diseñar es un proceso continuo, guiado en su evolución por la información, las destrezas ganadas por la experiencia y las observaciones anteriores. Todos los diseños que involucran la vida, experimentan un proceso de cambio continuo a largo plazo, hacia un estado de equilibrio dinámico y balanceado. Es más, puesto que el objetivo del diseño predial es crear orden, belleza y perfección, las soluciones deben ser armónicas. Diferentes estilos de agricultura-agroecológica, ecológica, orgánica, biodinámica, permacultura- incorporan en sus principios básicos el realizar un diseño acorde a las características permanentes de cada lugar.

Órganos del Sistema

Es fundamental reconocer los componentes u órganos de cada Sistema Agrícola, los cuales cumplen diferentes funciones, siendo las más importantes soportadas por más de uno de ellos. Podemos agrupar los componentes, a grandes rasgos, en unidades de Producción, Protección y Mantenición. Si bien cada unidad debe ser multipropósito, en cada uno se reconoce una función principal (Figura 3).

La base para un buen diseño es entender la relación que existe entre todos los órganos del Sistema; entender los flujos de energía, información y materia entre ellos y seguir los patrones funcionales y estructurales que tiene la naturaleza.

En cada uno de los órganos del Sistema Agrícola es relevante conocer la pendiente y así el distrito, lo que se hace especialmente importante en un país como Chile, donde podemos encontrar todos los diferentes tipos de distrito a lo ancho del territorio. Es importante también reconocer sitios con características homogéneas de textura-profundidad e hidromorfismo, ya que permite determinar el potencial productivo de las unidades de manejo.

Componentes de un Sistema Agrícola



Leyenda

- | | | |
|--|--|--|
| ● Compostera
(unidad de producción) | ● Pradera
(unidad de producción) | ● Bodega y packing
(unidad de mantención) |
| ● Frutales
(unidad de producción) | ● Canal y corredor biológico
(unidad de protección) | ● Caminos
(unidad de mantención) |
| ● Corrales
(unidad de producción) | ● Núcleos de biodiversidad
(unidad de protección) | ○ Esquicio |
| ● Huerta
(unidad de producción) | ● Sector residencial
(unidad de mantención) | |

Figura 3. Representación de un sistema agrícola y sus componentes agrupados en unidades de Producción, Protección y Mantención.

Diseño agronómico

Cuando hablamos de diseño agronómico, queremos hacer referencia a cómo suministramos los requerimientos básicos de cada especie que cultivamos. Este diseño debe, idealmente, ser acorde a las condiciones naturales en que se desarrolla cada especie. Con un análisis de laboratorio podemos reconocer atributos físicos y químicos del suelo, tales como pH, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, porcentaje de materia orgánica, u otro que se considere relevante. Sin embargo debe tenerse en cuenta que las características fisico-químicas del suelo pueden y suelen ser manifestaciones de las condiciones biológicas o de la vida del suelo.

Las consideraciones fundamentales que se toman comúnmente están determinadas por fines productivos, por ejemplo: la especie y variedad; su hábito de crecimiento (foliar y radical); la eficiencia en la captación de luz, dada por el espacio y conducción; la forma de suministrar agua; el uso de maquinaria para acompañar las labores en caso de huertos frutales; viñas y cultivo bajo invernadero, etc. La configuración del perfil horizontal (Figura 4) estará determinada por la distancia a la que se cultive la especie escogida, lo que nos permitirá distinguir zonas con diferentes condiciones biológicas del suelo.

Registro y plan de manejo

Entender el centro en que se fundamentan nuestras acciones nos permite que estas tengan un sentido, un hilo conductor, y más que determinarnos el camino por el cual seguir, nos muestra el horizonte al cual debemos llegar.

El registro de los diferentes manejos que realizamos durante el año en nuestro Sistema Agrícola es fundamental cuando queremos evaluar la eficiencia de los recursos utilizados, así como las posibles causales del comportamiento, rendimiento y desequilibrios del sistema biológico. Los manejos deben generar las condiciones para aumentar tanto la salud como la fertilidad de cada unidad con la cual nos relacionamos.

El plan de manejo y las practicas de conservación y restauración e los sistemas biológicos dependeran de la conexión amorosa y respetuosa que generemos con la tierra. La invitación es a ampliar nuestra percepción, actuar con creatividad, intuición e imaginación, siendo capaces de descubrir e innovar en esas pequeñas acciones que debemos hacer para generar grandes cambios.

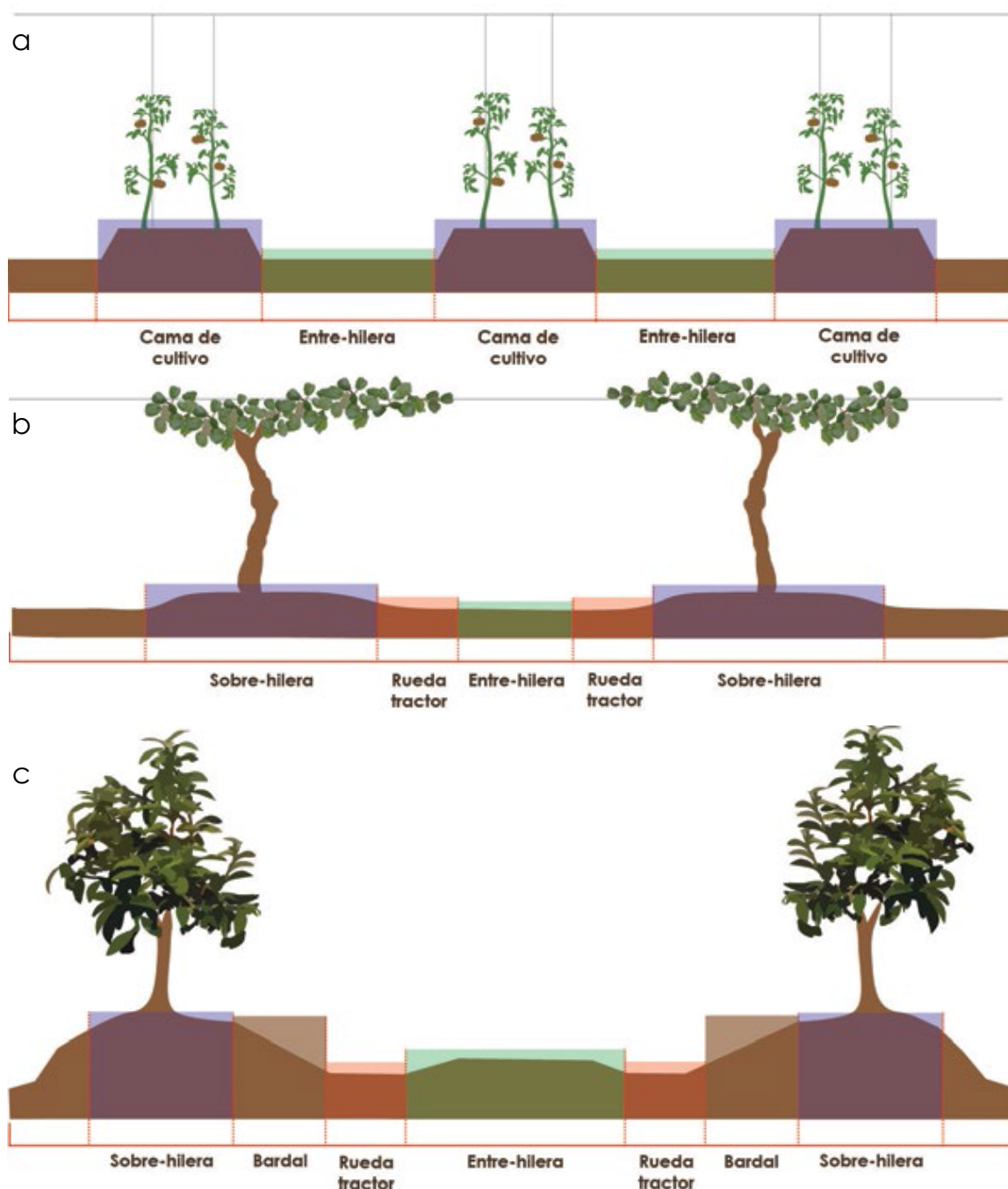


Figura 4. Distinción de las zonas del perfil horizontal de cultivo (a: cultivo en camas altas, 2 zonas; b: cultivo sin camellón, 3 zonas y c: cultivo con camellón, 4 zonas).

PERCEPCIÓN *IN SITU*
E *IN VISU* DE LA
CONDICIÓN
BIOLÓGICA DEL SUELO

Esferas de influencia biológica del suelo

Al inicio del Programa de “Restauración Biológica de Suelos”, nos planteamos cómo encontrar indicadores de la condición biológica de los suelos, como base de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas. Los análisis físicos, químicos y biológicos de suelos, que a la fecha ofrecían los laboratorios, no nos acercaba a percibir el suelo en su totalidad.

En este proceso nos imaginamos el estar a oscuras dentro del suelo e ir iluminando los espacios donde se alojaba la vida. Como inmersos en un universo invisible bajo nuestros pies, nombre de la plataforma web del científico de suelo Juan José Ibáñez¹.

Así nos fue fácil iluminar la superficie del suelo, cuando se encontraba cubierta de restos vegetales y animales en descomposición; las paredes de los túneles dejados por el paso de las lombrices de tierra, en sus intestinos y sus fecas como también las luces aumentaban en la medida que los agregados fueran más pequeños por la mayor superficie de estos. Pudimos imaginar intensamente iluminado el entorno de las raíces, donde un rico ambiente dado tanto por los exudados energéticos como por los restos de raíces, permitían grandes concentraciones de vida.

Al poco andar, encontramos que estos ámbitos eran coincidentes con los que habían sido definidos por la ecología de suelo como las esferas de influencia biológica de suelo en Beare *et al.* (1995). En esta publicación podemos encontrar los conceptos de Detritósfera y Rizósfera como las principales fuentes de materia orgánica, minerales y energía del suelo, a la Drilósfera como la generadora de las redes de bioporos y activadora de los microorganismos, especialmente los hongos y a la Agregatósfera y Porósfera como la expresión física de la organización de la vida de los suelos (Figura 5). Cada una de estas esferas se definen más adelante en el texto.

¹ Un universo invisible bajo nuestros pies. Plataforma web de discusión y difusión de edafología (www.madrimasd.org/blogs/universo).

Comprender la arquitectura del suelo y su dinámica como dos caras de un mismo fenómeno vital, nos ha permitido proponer la determinación de la condición de estas esferas como indicadores de la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.



Figura 5. Esferas de influencia biológica del suelo (adaptada de Beare et al., 1995 por Sone A. y Hernández C.).

Previo a la determinación CBS *in situ* e *in visu*

A continuación se describen las diferentes consideraciones antes de determinar la CBS en terreno en cada unidad de manejo.

- **Época de muestreo**

Se puede llevar a cabo en diferentes épocas del año, siendo las más recomendados otoño y primavera.

- **Zonas del perfil horizontal del cultivo**

A diferencia de los cultivos anuales en los que se prepara frecuentemente toda la superficie, existen cultivos perennes, en los que se pueden distinguir de dos a cuatro zonas de diferentes manejos (ver Figura 4). En estos casos, se puede elegir hacer la determinación por cada zona identificada.

- **Número de determinaciones**

La cantidad de determinaciones dependerá de la variabilidad que observemos en la unidad de manejo.

- **Humedad de suelo**

La determinación debe ser llevada a cabo dos a tres días después del último riego o lluvia, lo que se conoce como capacidad de campo.

- **Preparación del kit CBS**

Revisar la lista de herramientas y utensilios necesarios antes de la salida de campo (Figura 6 y Anexo 1).

- **Recomendaciones**

Mantener siempre los materiales del kit limpios y en buen estado.

La ropa para la salida de campo debe ser apropiada a la condición climática.

Set de herramientas y utensilios: kit CBS.



Figura 6. Herramientas e implementos principales del Kit CBS.

- Una caja resistente (40 cm ancho x 40 cm largo x 30 cm profundidad) (Figura 6,1).
- Un saco plástico, de preferencia blanco (60 cm ancho x 100 cm largo) (Figura 6,2).
- Una tabla de madera (30 cm x 40 cm, 20 mm de espesor) (Figura 6,3).
- Cuatro varas de medida: una de 20 cm, dos de 40 cm y una de 70 cm de largo, diferenciadas con colores (de preferencia blanco y rojo) cada 10 cm (Figura 6,4).
- Una pala de uso forestal (10 cm ancho superior x 20 cm largo x 5 cm de ancho inferior) (Figura 6,5).
- Una pala cuadrada (20 cm ancho superior x 30 cm largo) (Figura 6,6).
- Una pala de albañil (20 cm de ancho x 30 cm de largo) (Figura 6,7).
- Una cámara fotográfica.
- Una ficha de registro de la Condición Biológica de Suelo (Anexo 2).
- Cuatro parámetros fotográficos (Anexo 3).
- Un portanotas tamaño carta u oficio.
- Un lápiz de preferencia grafito.
- “Manual de determinación de la condición biológica de suelo *in situ* e *in visu*. En los sistemas agrícolas”.
- Bolsas de papel o frasco pequeño para toma de muestras de suelo y un marcador permanente (opcional).

Lugar de determinación de la CBS

- **Definir el lugar de determinación**

Seleccionamos un lugar dentro de nuestra unidad de manejo, el cual debe ser representativo, homogéneo o que presente una característica en particular que queramos estudiar (por ejemplo donde el cultivo se encuentre deprimido o con buena expresión).

- **Datos de ficha CBS**

Completamos la primera sección de la “Ficha de Determinación de la CBS” (Anexo 2) con los siguientes datos: Nombre de centro productivo y unidad de manejo, la fecha de evaluación y del último riego o lluvia, zona de observación, punto de observación (número de hilera y planta) y los evaluadores presentes.

- **Registro fotográfico**

Una vez definido el lugar de evaluación, nos agachamos y tomamos dos fotografías (Figura 7). La primera fotografía es del plano horizontal (Figura 8) y la segunda del plano diagonal (Figura 9). Lo anterior nos permitirá registrar el estado de la unidad al momento de realizar la evaluación y los cambios a través del tiempo.

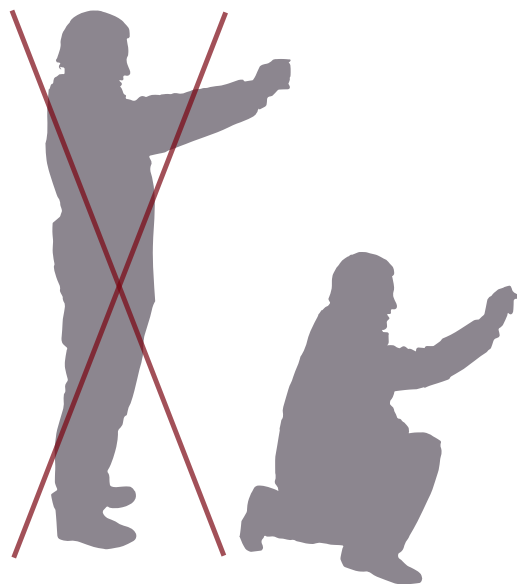


Figura 7. Posición correcta del cuerpo para realizar el registro fotográfico.



Figura 8. Fotografía del plano horizontal.



Figura 9. Fotografía del plano diagonal.



DETRITÓSFERA

PROCEDIMIENTO



Figura 10. Posicionamiento de medidas para el registro fotográfico de la Detritósfera.

- Escogemos un lugar representativo donde registrar la condición de la Detritósfera.
- Ponemos las dos varas de medida de 40 cm (Figura 10) en forma perpendicular sobre el suelo y tomamos una fotografía enmarcada en las varas de medida (Figura 11).
- Registramos la profundidad de la capa de detritus presente.



Figura 11. Registro fotográfico de la Detritósfera.

- Observamos con detención la Detritósfera y registramos en nuestra Ficha de Registro CBS (Anexo 2) lo que nos parezca más relevante.



DEFINICIÓN ACTUAL

Masa de restos vegetales y animales, sumadas al horizonte orgánico del suelo, en la capa superficial del suelo con una alta actividad de hongos y de meso y macro fauna. Representa una de las principales fuente de materia orgánica del suelo.

AYUDAS PARA OBSERVAR

En el detritus podemos observar su cubrimiento, origen, el estado de descomposición y su espesor. Su origen puede estar dado por hojas, acículas, restos de plantas herbáceas, conos o frutos, rastrojos del cultivo o restos de podas menores (sarmientos) o mayores (troncos) (Figura 12). Los materiales que lo componen pueden estar desde muy sueltos, a fuertemente cohesionados por las hifas de los hongos.

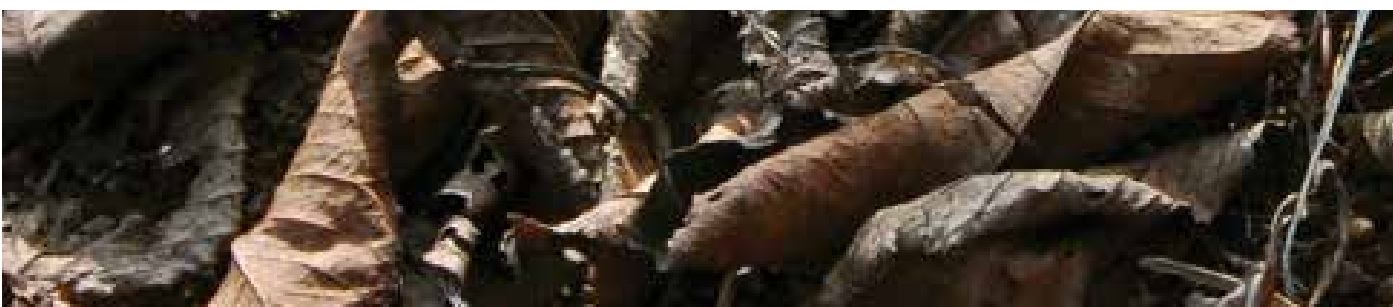


Figura 12. Detritósfera compuesta de rastrojos de maíz y hojas del cultivo (huerto de uva de mesa orgánico, Los Andes).



Figura 13. Acto de descubrir la Detritósfera (bosque nativo de la zona central de Chile, Olmué).

Con las manos removemos los restos superficiales (Figura 13) y sentimos la humedad debajo de esta capa, nos acercamos al universo de la microbiología mediante los olores que emanan de esta zona. Estos aromas (olor a tierra) es una mezcla de hongos, hojas y del mismo suelo que nos comienzan a indicar la salud de nuestros suelos.





AGREGATÓSFERA

PROCEDIMIENTO

- En el mismo lugar donde observamos la Detritósfera realizamos nuestras observaciones de la Agregatósfera, mediante la prueba de estructura y consistencia desarrollada por Shepherd (2000).
- Preparamos la caja resistente y el saco plástico, colocándolos en un lugar plano cercano al lugar donde extraeremos un cubo de suelo y reforzamos el fondo de la caja con la tabla de madera.
- Procedemos a la extracción de un cubo de 20 cm por lado con la ayuda de la pala forestal o pala rectangular y realizamos una pestaña lateral para poder sacar el cubo lo más íntegro posible (Figura 14).



Figura 14. Corte en el suelo con pala de tipo forestal y pestaña lateral con pala cuadrada para extracción de cubo.



DEFINICIÓN ACTUAL

Son los espacios dejados por la agrupación jerárquica y organizada de los componentes orgánicos y minerales, que ligados forman unidades de micro y macro agregados. Representa la manifestación física de la organicidad de la vida en el suelo.



Figura 15. Caída de cubo de suelo en caja resistente.

- Levantamos el cubo a la altura de la cintura (1 m aproximadamente) y lo dejamos caer dentro de la caja resistente, con la tabla de madera en su interior para reducir la vibración de la caída (Figura 15). Los bloques grandes que no se rompen después de la primera caída, los soltamos de forma individual una o dos veces más. Si un terrón de tierra se rompe en pequeñas unidades después de la primera o segunda caída, no es necesario dejarlo caer de nuevo.



Figura 16. Separación de terrones en fracturas.

- En los terrones en que observamos planos de fractura expuestos o fisuras, con la mano aplicamos una presión ligera para separarlos. Si el terrón no se separa con facilidad, no aplicamos más presión. Los terrones grandes llenos de raíces los desintegramos en agregados, extrayendo las raíces de la muestra. (Figura 16).





AGREGATÓSFERA



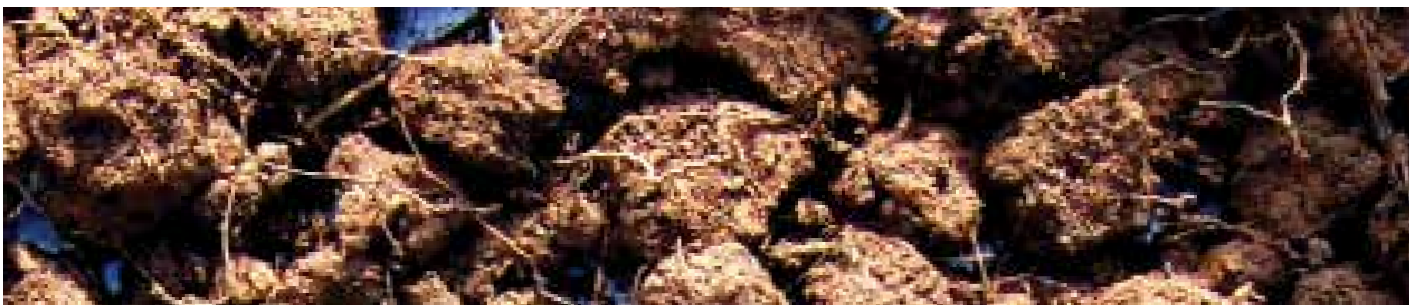
Figura 17. Ordenamiento de agregados según su tamaño sobre el saco.

- Transferimos los agregados desde la caja al saco (Figura 17) y los ordenamos de acuerdo a su tamaño, colocando los más gruesos en uno de los extremos y los más pequeños en el otro.
- Ubicamos la vara de medida de 70 cm a un costado del saco. La vara de 40 cm la ubicamos en el extremo de los terrones pequeños. Esta figura es una representación de la distribución del tamaño de los agregados dentro de los primeros 20 cm del suelo.



Figura 18. Registro fotográfico de la Agregatósfera.

- Tomamos una fotografía a los agregados, como se muestra en la Figura 18, en un encuadre vertical que se enmarque por las varas de medida y cuidando de centrar la vara de 40 cm.
- Observamos con detención la Agregatósfera y registramos en la Ficha de Registro CBS (Anexo 2) lo que nos parezca más relevante.



AYUDAS PARA OBSERVAR

Observamos la proporción, tamaños y formas de los agregados, terrones o bloques (Figura 19). Las formas de los agregados, pueden ser redondeadas o presentar ángulos en sus bordes. Sentimos la dureza de los agregados cuando aplicamos presión con nuestros dedos para desmenuzarlos (Figura 20).

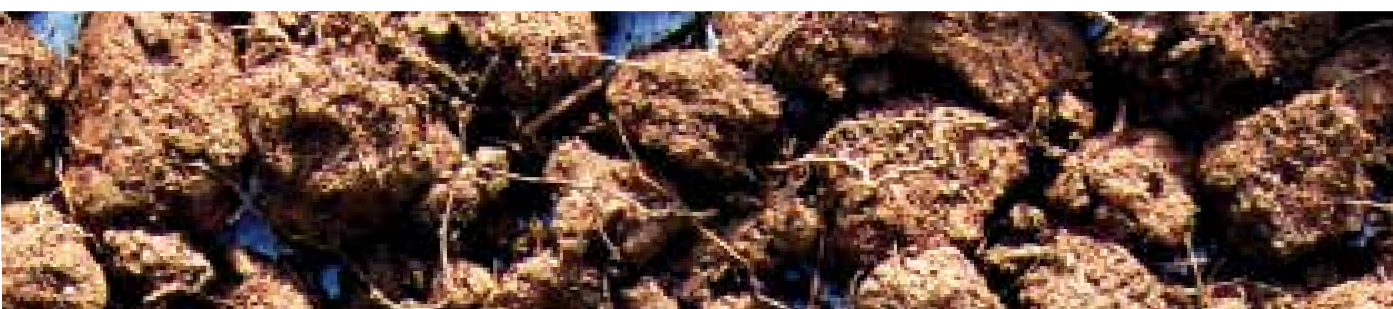


Figura 19. Observación participativa de Agregatósfera.



Figura 20. Percepción de la dureza de los agregados.

Lo anterior nos dará una idea del grado de friabilidad en húmedo (terrón que se desmenuza con una ligera presión) o firmeza (terrón que se desmenuza bajo fuerte presión) de estos. Con esto podremos percibir la fuerza que necesitan ejercer las raíces para desarrollarse dentro del suelo.





DRILÓSFERA

PROCEDIMIENTO



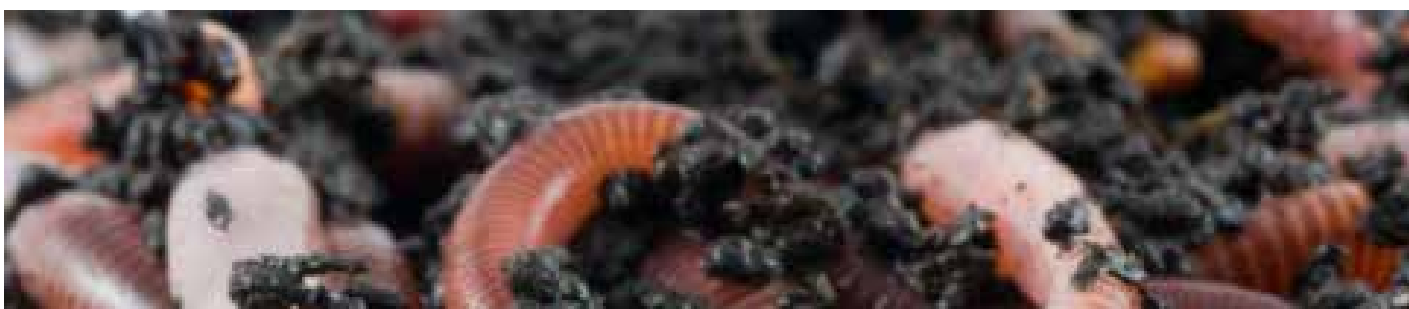
Figura 21. *Búsqueda manual de lombrices de tierra sobre el volumen de suelo utilizado en la Agregatósfera.*

- Utilizamos el volumen de suelo presente en el saco anteriormente usado para evaluar la Agregatósfera.
- Procedemos a realizar manualmente una búsqueda minuciosa de las lombrices de tierra, adultas y juveniles, las que se dejan en la caja para su posterior conteo (Figura 21).
- Efectuamos un conteo final de las lombrices de tierra presentes en la muestra, se registra su número y observan sus características.



Figura 22. *Registro fotográfico de la Drilósfera.*

- Realizamos un registro fotográfico con un encuadre vertical del conjunto de lombrices de tierra encontradas, utilizando la mano como fondo (Figura 22).
- Observamos con detención la Drilósfera y registramos en nuestra Ficha de Registro CBS (Anexo 2) lo que nos parezca más relevante.



DEFINICIÓN ACTUAL

Volumen de suelo bajo influencia de las lombrices de tierra que incluyen: tanto las galerías que construyen; la superficie de sus cuerpos, incluidos sus tractos intestinales; y sus heces (ricas en nutrientes y compuestos orgánicos de alta energía). Representa el principal componente en el proceso de bioturbación del suelo, estimulando la dinámica de la microbiología, la materia orgánica, los minerales, el agua y el aire.

AYUDAS PARA OBSERVAR

Buscamos las estructuras biológicas que expresa la Drilósfera, las que, podemos encontrar en la superficie del suelo y al interior de él. En superficie, podemos encontrar cúmulos de estiércol (turrículos) dejados por las lombrices de tierra, reconocibles por su color oscuro y forma globular altamente nutritivos (Figura 23). Para observar las estructuras en profundidad, tomamos algunos terrones de suelo y también observamos las paredes que han quedado al extraer el cubo de suelo de los procedimientos utilizados para la percepción de la Agregatósfera. Buscamos galerías, túneles (horizontales o verticales), madrigueras, dejadas por las lombrices de tierra, como resultado de su desplazamiento y actividad a través del suelo (Figura 24).



Figura 24. Túneles de lombrices de tierra en una muestra de suelo.



Figura 23. Cúmulos de estiércol de lombrices de tierra.

Estas estructuras pueden además estar vacías o llenas de estiércol, si están vacías, se pueden reconocer por sus paredes con una coloración más oscuras, distinguiéndose dentro del suelo.

Observamos también características de las lombrices de tierra encontradas dentro del cubo de suelo, como: tamaño, largo y grosor, pigmentación, movimientos y madurez. Esta última es reflejada por la presencia o ausencia de un anillo más grueso en la parte anterior llamado clitelo, el cual se presenta en estados adultos.





RIZÓSFERA

PROCEDIMIENTO



Figura 25. Despejado de pared con paleta de albañil.

- Despejamos una pared dejada por la evaluación de la Agregatósfera con la ayuda de la paleta de albañil, buscando las raíces que puedan aparecer hasta los 20 cm (Figura 25).
- Colocamos la vara de 20 cm, a un lado de la pared y realizamos un registro fotográfico de la pared limpia con las raíces presentes (Figura 26).

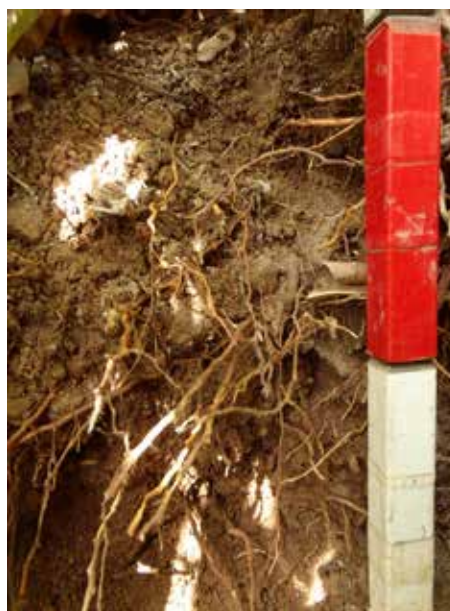


Figura 26. Registro fotográfico de la Rizósfera.

- Observamos con detención la Rizósfera y registramos en nuestra Ficha de Registro CBS (Anexo 2) lo que nos parezca más relevante.



DEFINICIÓN ACTUAL

Zona de influencia en torno a las raíces, donde se genera un complejo y dinámico microambiente a partir de exudados energéticos radiculares. Representando la principal fuerza conductora para todos los procesos ecosistémicos bajo la superficie del suelo.

AYUDAS PARA OBSERVAR

Cuando nos detenemos a observar esta esfera nos acercamos a lo que algunos reconocen como el sistema nervioso del suelo. Observamos la presencia de las raíces en el perfil. Estas raíces pueden estar en la superficie, tener una distribución horizontal homogénea, una distribución gradual vertical o una distribución heterogénea (Figura 27 y Figura 28).



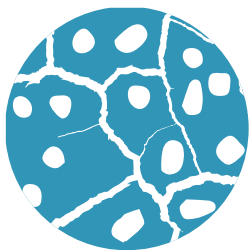
Figura 27. Raíces de Palto presentes en superficie detritus.



Figura 28. Raíces distribuidas en todo el perfil.

Observamos con más detalles su composición, la cual puede ser solo del cultivo o de otras especies. Registramos la abundancia, el largo, diámetro, entramado, color y olor de las raíces encontradas.





PORÓSFERA

PROCEDIMIENTO



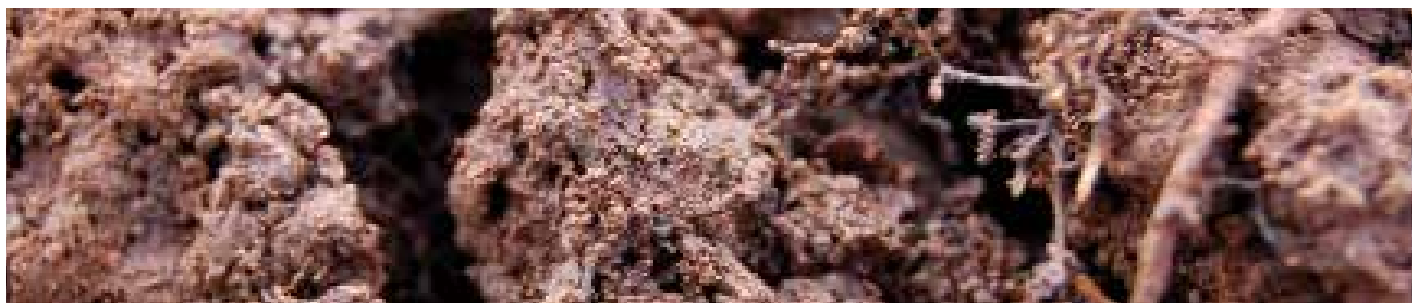
Figura 29. Extracción de muestra para observar la Porósfera.

- Extraemos con una pala una muestra de suelo. En superficie de 10 cm de ancho y 10 cm de largo y 20 cm de profundidad extraído cercano al lugar donde se extrajo el cubo usado para evaluar la Agregatósfera (Figura 29).
- Rompemos por la mitad la muestra y examinamos la presencia de macroporos (poros que podemos alcanzar a distinguir con nuestros ojos, desde los 0,5 mm hasta más de 10 mm) presentes en la cara expuesta de la muestra del suelo.



Figura 30. Registro fotográfico de la Porósfera.

- Registramos fotográficamente con un encuadre vertical, la muestra de suelo. Sujetamos con una mano la muestra, posicionando los dedos en la parte inferior de la fotografía (Figura 30).
- Observamos con detención la Porósfera y registramos en nuestra Ficha de Registro CBS (Anexo 2) lo que nos parezca más relevante.



DEFINICIÓN ACTUAL

Arreglo de espacios disponibles para la vida, de tamaños variables, que surgen de la actividad de las raíces, lombrices de tierra, termitas y hormigas, que forman canales continuos para el flujo de aire, agua, minerales y organismos. Representa el hábitat aeróbico ideal para la vida de muchos organismos del suelo.

AYUDAS PARA OBSERVAR

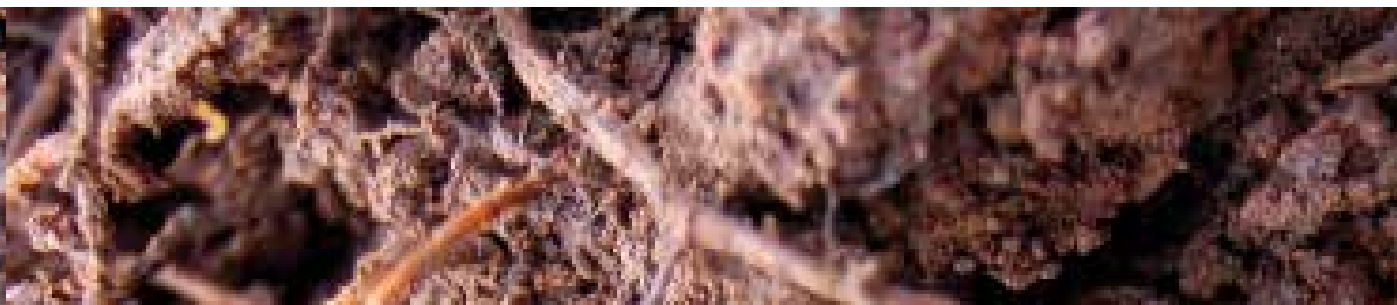
Debemos darnos un tiempo prolongado para identificar los macroporos presentes. Observamos su tamaño, su continuidad vertical y su distribución. Estos macroporos pueden ser del tipo bioporos (poros continuos formados por animales o raíces (Figura 31 y Figura 32), fisuras planas y/o poros irregulares entre los agregados formados por procesos mecánicos como la labranza.



Figura 31. Macroporosidad del tipo bioporo realizada por lombrices de tierra.



Figura 32. Macroporosidad del tipo bioporo realizada por raíces.





VALORACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LA CONDICIÓN BIOLÓGICAS DE SUELO

Valoración

Una vez que hayamos realizado las observaciones, los registros fotográficos y descriptivos de cada una de las esferas de influencia biológica, valoramos la condición de cada una de estas.

Esta valoración se realiza de manera participativa, llegando a un consenso por parte de los participantes de la evaluación, compartiendo las apreciaciones personales de cada uno.

Para esto, nos ayudaremos de parámetros fotográficos y numéricos que poseen además una breve descripción para cada esfera (Figura 33 Anexo 3). Estos parámetros nos ayudarán a tomar la decisión de definir una valoración de la condición.

Esta valoración se establece en tres categorías: Pobre condición, Regular condición y Buena condición. Las valoraciones extremas representan un umbral antes de la máxima o mínima expresión de la esfera.

Una vez determinado el valor, representamos las condiciones al rellenar la ficha de registro de la CBS.

Gráfico de brechas

El gráfico de brechas o también llamado gráfico de radar nos permite representar en una única imagen la condición de todas las esferas a la vez, reconociendo su interrelación. Esto nos revelará además el potencial de mejora y dirigirá los procesos de restauración del sistema a un estado ideal.

El gráfico de brechas consiste en tres polígonos concéntricos: el interno representa una valoración de pobre condición, el segundo la regular condición y el tercero una buena condición. Construimos el gráfico al unir los puntos de la valoración de cada esfera.

Colocaremos las esferas siguiendo con el orden en que se presentan en los procedimientos del presente manual, comenzando desde el vértice superior con la Detritósfera,



Figura 33. Parámetros fotográficos para valorar las esferas de influencia biológica del suelo.

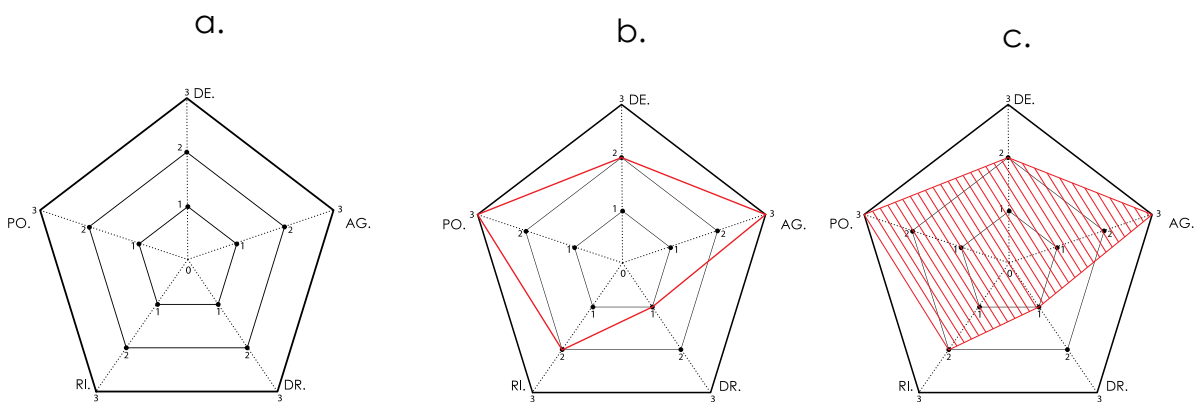


Figura 34. Construcción gráfica de brechas para representar las diferentes esferas de influencia biológica (a: gráfico sin información, b: valoraciones marcadas en el gráfico y unidas por una línea; c: achurado del área resultante; DE: Detritósfera, AG: Agraegatósfera, DR: Drilósfera, RI: Rizósfera, PO: Porósfera) .

seguida por la Agregatósfera, Drilósfera, Rizósfera y terminando con la Porósfera (Figura 34 a). En el caso de ser necesario graficar con algún software o el determinar promedios, se puede asociar a la pobre condición el valor de 1, regular un 2 y a la buena un 3.

Llenamos el gráfico de brechas, unimos con una línea recta los puntos de la valoración de cada esferas y achuramos el interior de la figura que se genera (Figura 34 b y c).

En el espíritu de una metodología con base participativa, es posible utilizar un formato de soporte gráfico que pueda ser visualizado por todos los participantes en cada evaluación (Figura 35).

Una vez dibujado el gráfico de brechas, el cual representa la condición de nuestras esferas en un momento dado, observamos la figura resultante, la cual nos permitirá reflexionar sobre el impacto de las acciones del hombre en la destrucción o la vivificación del suelo. Para esto nos apoyamos en el cuaderno de campo, los cuales contiene los manejos agrícolas realizadas durante un período.

A partir de esta reflexión, con la participación de todos los actores del sistema agrícola, poder dirigir nuestras futuras prácticas a la consecución de la buena condición de toda las esferas, con técnicas contextualizadas a cada realidad.

Determinación participativa de la CBS en una Unidad de manejo de cerezo de Estación Experimental La Palma, Quillota.

Como parte de las actividades de transferencia del programa de Restauración Biológica de Suelo del año 2015, se realizó una determinación participativa de la CBS, donde asistieron 35 personas entre agricultores, productores agrícolas y estudiantes (Figura 36). Durante la actividad se pudo observar la expresión de la condición de tres zonas del perfil horizontal de una unidad de manejo de Cerezo, validándose mediante la participación y consenso de todos los participantes del taller (Figura 37).



Figura 35. Demostración en terreno de la construcción de gráfico de brechas para la valoración participativa de las esferas de influencia biológica.



Figura 36. Taller demostrativo de metodología CBS "Aprehendiendo a ver el suelo vivo: base de restauración biológica para ecosistemas agrícolas". Unidad de manejo Cerezo 2006. Estación Experimental La Palma. Quillota. 31 de marzo 2015.

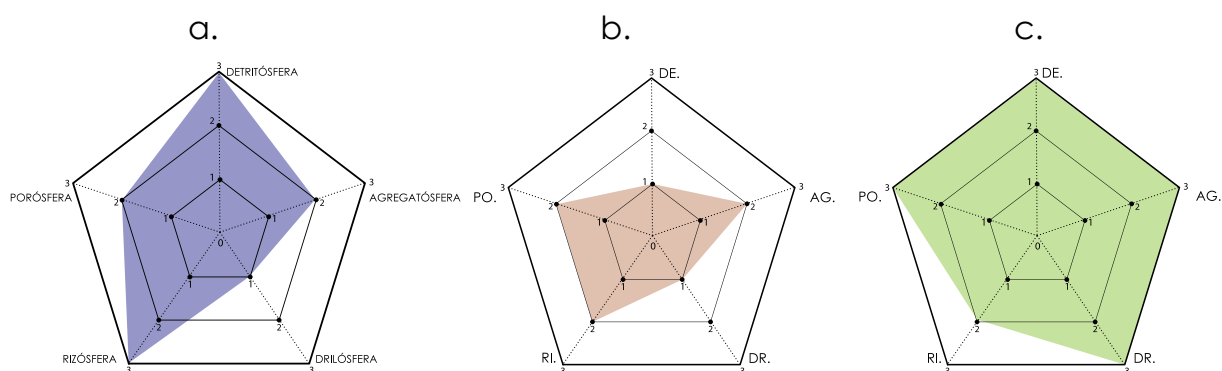


Figura 37. Gráfico de brechas para representar la Condición Biológica de Suelo (promedio de tres repeticiones) en tres zonas del perfil horizontal (a: sobre hilera, b: huella de tractor y c: entre hilera). Unidad de manejo Cerezo 2006. Estación Experimental La Palma. Quillota.



MOTIVACIONES PARA INNOVAR

Motivaciones para innovar en prácticas de restauración biológica de suelos.

En las prácticas de restauraciones biológicas que hemos emprendido, siempre nos ha impresionado cómo la vida puja por alcanzar los mayores niveles de complejidad y equilibrio, lo que se expresa en prontas mejoras de la fertilidad y la salud de los suelos.

Estas fuerzas vitales o flujos de energías de construcción de suelos en los sistemas agrícolas, provienen de la reactivación de los procesos biológicos como: ciclado de nutrientes, mineralización, humificación, bioturbación, agregación, fotosíntesis, respiración, supresividad de enfermedades, entre otros.

En todos estos procesos el agua es el gran vitalizador. En los sistemas agrícolas de la zona central de Chile, están determinados principalmente de las lluvias de otoño e invierno y de la práctica del riego en primavera y verano. Por lo que su cuidado y el abastecimiento oportuno, requieren de la mayor prolijidad y oportunidad.

Sin duda que la restauración se biointensifica cuando los actores visualizamos, distinguimos y tomamos conciencia de estos procesos, y logramos armonizar las prácticas agrícolas con las dinámicas y los ritmos naturales propias de cada lugar, permitiéndoles, en forma progresiva, el ir disminuyendo tanto las intervenciones humanas, como el uso de insumos externos.



Seis ámbitos que favorecen el Suelo Vivo

1. Preservar y aumentar la biodiversidad y promover los ciclados de materia, energía e información intraprediales, favorecen en forma transversal, la condición de todas las esferas de influencia biológica y así la salud y fertilidad de los sistema agrícolas.

2. Mantener cubierta con vegetación y/o detritus de composición diversa, en toda la superficie del suelo mineral durante todo el año, evitando las áreas de suelo expuesto al sol y a la lluvia directa. En los procesos de RBS son especialmente útiles las siembras en otoño de especies de crecimiento invernal y las cubiertas herbáceas permanentes, ricas en especies anuales y perennes adaptadas a cada zona. Una buena condición de la Detritósfera hará innecesarias las práctica del uso de herbicidas.

3. Reciclar los restos animales y los rastrojos vegetales tanto herbáceos como leñosos, estimulando los procesos biológicos de:

- Mineralización, para la nutrición de las plantas, los animales y el hombre, y
- Humificación, que por una parte almacenan energía y nutrientes en forma de humus, y por otra, ayudan junto a los hongos, a la agregación de los componentes del suelo.



4. Promover el crecimiento de raíces diversas durante la mayor parte del ciclo anual, las que junto al detritus constituyen las mayores fuente de materia orgánica de los suelos y junto a las lombrices de tierras y algunos insectos, son los formadoras de bioporos y las responsables de la descompactación de los suelos.

La disminución de la compactación mejora tanto la fertilidad física, como las condiciones ambientales para el desarrollo de una compleja red de microorganismos. Estos se nutren de los exudados radiculares y cooperan tanto en la agregación de los suelos, como en la nutrición de las plantas en forma libre o asociada, como los hongos que conforman las micorrizas y los tipos de bacterias que fijan nitrógeno.

Así, la condición biológica, física y química de los suelos se favorece enormemente en los sistemas agrícolas diversos, ricos en especies vegetales y/o con diseños de rotaciones de cultivo que incorporen especies con sistemas radiculares diversos y vigorosos.



5. Fomentar los sistemas de cultivos permanentes, evitando la perturbación de los suelos. Lo que se ha venido logrando en los casos del cultivo de hortaliza en camas permanentes, los cultivos de cereales en sistemas labranza cero y la producción frutícola en sistemas agroforestales. Estas prácticas minimizan la labranza de los suelos y el intenso paso de maquinarias.

Hacia la cero labranza de los suelos

Por miles de años consideramos la labranza de suelos como una buena práctica agrícola, ya que podíamos disminuir de forma inmediata la compactación. Sin embargo, en la actualidad sabemos que cuanto más aramos el suelo, más rápido perdemos la materia orgánica, y que la disgregación del suelo destruye las estructuras biológicas construidas por los ingenieros del ecosistema (lombrices de tierra, hormigas y termitas).

Además el arado del suelo eleva fuertemente los niveles de oxígeno dentro de él, favoreciendo la proliferación de comunidades de bacterias que consumen los polisacáridos exudados por las raíces de las plantas y la glomalina formada por los hongos asociados a las raíces (micorrizas). De esta forma se libera el carbono secuestrado en el suelo hacia la atmósfera impactando sobre el calentamiento global.



6. Favorecer las condiciones para la reproducción de las lombrices de tierra (ingenieros de los ecosistemas) y de los hongos (principales agentes en la formación y estabilidad de los agregados).

Agregando a las prácticas hasta aquí señaladas, el procurar buenas condiciones de humedad en toda la superficie de los suelos y todo el año, favorecerá enormemente la actividad de los hongos y de las lombrices de tierra, incluso en verano.

Por otra parte, la práctica de corte de follaje verde dejado sobre el suelo, al irse descomponiendo, constituye el alimento preferido por las lombrices de tierra, especialmente las de tipo anécicas, tan beneficiosas en la construcción de suelos en profundidad, la bioturbación de la materia orgánica y la formación de los coloides orgánico-minerales.

Así, la actividad de las lombrices junto a los hongos y las raíces, harán que el suelo se vaya asemejando a una gran esponja, que permita un creciente almacenamiento de agua y una vitalizadora dinámica de aireación y del fluido del agua por el perfil del suelo.

Persiguiendo en el corto plazo, importantes mejoras en la fertilidad y vitalidad de los suelos, de los cultivos, y con ello la salud del ambiente y sus habitantes.



Las lombrices de tierra, que las podemos ver y contar

Una Drilósfera con una cantidad de 2, 8 y 16 lombrices de tierra en un cubo de 20 cm por lado, equivalen a 50, 100 y 200 lombrices de tierra por metro cuadrado, respectivamente.

En peso, con un estimado de 1 gramo por lombriz, equivalen a una biomasa de 500, 1.000 y 2.000, kilos por hectárea, solo en los primeros 20 centímetros de profundidad. A la vez, equivalen a 1, 2 o 3 vacas de 500 kilos, vacas secas o con su ternero por ha. Así, pueden llegar a constituir la mayor proporción de biomasa de la fauna que habita el suelo (Selles et al., 2006).



Glosario

Aprender: Utilizamos este verbo para referirnos a la determinación de la CBS, ya que esperamos que todo quien la realice logre incorporarla activamente, a través tanto de conceptos como de quehaceres, pudiendo llevarlo en sus hábitos cada vez que se realice alguna intervención en los sistemas agrícolas.

Armonía: Equilibrio, proporción y correspondencia adecuada entre las diferentes elementos de un conjunto.

Bioporos: Poros de suelo continuos formados por la acción de lombrices de tierra, insectos y raíces.

Clitelo: Engrosamiento de una sesión de la pared de las lombrices de tierra, que se expresa en estados de madurez sexual.

Condición Biológica de Suelo: Estado de las esferas de influencia biológica del suelo.

Detritus: Del latín detritus, “desgastado”, es el resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas.

Distrito: Corresponde a la clasificación según el grado de pendiente de una determinada área, siendo: Depresional (>0,0%), Plano (0,0 a 10,4%), Ondulado (10,5 a 34,4%), Cerrano (34,5 a 66,4%) y Montano (66,5% a mayores) (Gasto, Cosio y Panario, 1990).

Friable: Del lat. friabilis 'desmenuzable'. Que se rompe o desmenuza fácilmente.

Macroporos: Poros de suelo que podemos alcanzar a distinguir desde los 0,5 mm hasta más de 10 mm.

Patrimonio biocultural: Puesta en valor de los conocimientos que las personas tienen sobre atributos biológicos y culturales del espacio en que habitan

Pisos vegetaciones: Espacios caracterizados por un conjunto de comunidades vegetales zonales con estructura y fisionomía uniforme, situadas bajo condiciones meso climáticamente homogéneas, que ocupan una posición determinada a lo largo de un gradiente de elevación, a una escala espacio-temporal específica (Luebert y Pliscoff, 2006).

Sitio: Ecosistema que producto de la interacción de factores ambientales, engloba a un grupo de suelos o áreas abióticamente homologas, que requieren de un determinado manejo y presentan una productividad potencial similar, tanto en lo cuantitativo como en lo cualitativo (Gasto, Cosio y Panario, 1990).

Referencias

BALL, B. C., BATEY, T., & MUNKHOLM, L. J. 2007. Field assessment of soil structural quality—a development of the Peerlkamp test. *Soil use and Management*, 23(4), 329-337.

BEARE, M., COLEMAN, D., CROSSLEY, D., HENDRIX P. y ODUM, E. 1995. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. *Plant and Soil*. 170(1): 5-22.

DIAMOND, J. 2009. *Armas, Gérmenes y acero*. Barcelona, España: Debate.

GASTÓ, J., F., COSIO y PANARIO, D. 1993. *Clasificación de Ecorregiones y determinación de Sitio y Condición*. Ediciones Red de Pastizales Andinos REPAAN. Ecuador. 254 p.

KOEPPEN, W. 1948. *Climatología. Con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 496 p.

LAVELLE, P. 2000. Ecological Challenges for Soil Science. *Soil Science*. 165(1): 73-86.

MCKENZIE, D. C. 2001. Rapid assessment of soil compaction damage I. The SOILpak score, a semi-quantitative measure of soil structural form. *Soil Research*, 39(1), 117-125.

LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. 2006. Sinopsis bioclimática y vegetal de Chile. Editorial Universitaria. Chile. 316p.

PORTA, J. Y LOPEZ-ACEVEDO, M. 2005. Agenda de campo de suelos. Información de suelo para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi –Prensa, España. 541p.

PEERLKAMP, P.K. 1959. A visual method of soil structure evaluation. Meded. v.d. Landbouwhogeschool en Opzoekingsstations van de Staat te Gent. XXIV 24: 216-221.

SCHLATTER, J., GREZ, R. Y GERDING, V. 2003. Manual para el Recogimiento de Suelos. Universidad Austral de Chile. Chile. 114p.

SHEPHERD, G. 2000. Visual Soil Assessment Volume 1: Field guide for cropping & pastoral grazing on flat to rolling country. Horizons.mw & Landcare Research. New Zealand. 84. p.

SELLES VAN, G., FERREYRA, R., AHUMADA, R., SANTELICES, M., GARCIA-HUIDOBRO J. y RUIZ, R. 2006. Lombrices de Tierra como Agentes Mejoradores de las Propiedades Físicas del Suelo en Huertos Frutales. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 92 p.

ANEXOS

Lista de chequeo de Kit CBS

- ☐ Una caja resistente (40 ancho x 40 largo x 30 profundidad cm aprox.). Usada para evaluar la Agregatósfera.
- ☐ Un saco plástico de preferencia blanco (60 cm ancho x 100 cm largo). Usada para en la evaluación de la Agregatósfera.
Una tabla de madera (30 cm x 40 cm, 20 mm de espesor). Usada para reforzar el fondo de la caja utilizada en la evaluación de la Agregatósfera.
- ☐ Cuatro varillas de medidas, una de 20 cm, dos de 40 cm y una de 70 cm de largo, diferenciadas con colores (de preferencia blanco y rojo) cada de 10 cm. Usadas para la evaluación de la Detritósfera, Agregatósfera y Rizósfera.
- ☐ Una pala de uso forestal (10 cm ancho superior x 20 largo x 5 cm de ancho inferior). Usada para extraer el cubo de suelo al evaluar la Agregatósfera.
- ☐ Una pala cuadrada (20 cm ancho superior x 30 largo).
- ☐ Una paleta de albañil (20 cm de ancho x 30 cm de largo). Usada para inspección de raíces al momento de evaluar la Rizósfera.
- ☐ Una cámara fotográfica.
- ☐ Cuatro parámetros fotográficos y uno numérico(Anexo 3).
- ☐ Huincha de medir (5 m).
- ☐ Un set de fichas de registro de antecedentes del centro productivo, antecedentes de las unidades de manejo a evaluar y de la determinación de la CBS (Anexo 1, 3 y 4).
- ☐ Un portanotas tamaño carta u oficio.
- ☐ Un lápiz de preferencia grafito.
- ☐ “ Manual de determinación de la condición biológica de suelo *in situ* e *in visu*. En los sistemas agrícolas”.
- ☐ Bolsas de papel o frasco pequeño para toma de muestras de suelo y un marcador permanente (opcional).

FICHA DE REGISTRO DE LA CONDICIÓN BIOLÓGICA DE SUELO

Sistema Agrícola _____ Unidad de manejo _____
 Fecha de evaluación _____ Lugar de observación _____
 Humedad de suelo _____ Hilera _____ Planta _____
 Evaluadores _____

Observaciones de las esferas de influencia biológica del suelo

Cuadro de registro de observaciones personales

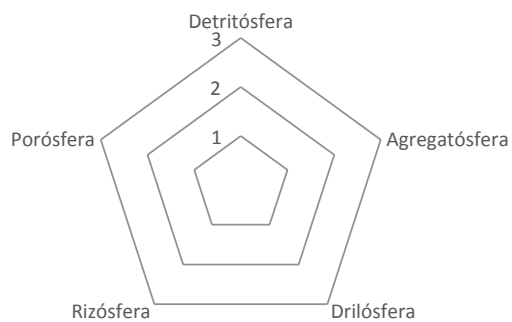
Detritósfera	
Agregatósfera	
Drilósfera	
Rizósfera	
Porósfera	

Valoración visual participativa de las esferas de influencia biológica

Cuadro de valoración

Esferas de influencia biológica	Valoración Buena (3) Regular (2) Pobre (1)
Detritósfera	
Agregatósfera	
Drilósfera	
Rizósfera	
Porósfera	

Gráfico de brechas



DETRITÓSFERA



POBRE

Menos de 40% de nuestro cuadrante cubierto por restos vegetales en descomposición y profundidad menor a 5 cm



REGULAR

Entre un 40 - 60 % de nuestro cuadrante cubierto por restos vegetales en descomposición o profundidad del horizonte orgánico entre 5 y 3 cm



BUENA

Sobre un 60% de nuestro cuadrante cubierto por restos vegetales en descomposición o profundidad del horizonte orgánico mayor a 5 cm

AGREGATÓSFERA



POBRE

El suelo está dominado por terrones gruesos angulares y muy pocos agregados finos



REGULAR

El suelo presenta la misma proporción de terrones y agregados finos



BUENA

Suelo dominado por agregados finos con menor proporción de terrones gruesos

DRILÓSFERA



POBRE

Menos de 4 lombrices de tierra en
cubo de suelo de 20 cm por lado



REGULAR

Entre 4 y 8 lombrices de tierra en un
cubo de 20 cm por lado



BUENA

Mayor a 8 lombrices de tierra en un
cubo de 20 cm por lado



RIZÓSFERA



POBRE

Raíces moderadas entre 0 a 10 cm y escasas de 10 a 20 cm; o escasas entre los 0 a 20 cm



REGULAR

Raíces abundantes entre 0 a 10 cm y escasas de 10 a 20 cm; o moderadas entre los 0 a 20 cm



BUENA

Raíces abundantes entre 0 a 20 cm; o abundantes de 0 a 10 y moderadas entre los 10 a 20 cm



PORÓSFERA



POBRE

Suelo sin macroporos visibles, terrones compactos con paredes lisas



REGULAR

Macroporos presentes pero moderados, se observa una consolidación de los terrones



BUENA

Suelo con abundantes macroporos entre y dentro de los agregados

Adaptado de SHEPHERD, G. 2000. Visual Soil Assessment Volume 1: Field guide for cropping & pastoral grazing on flat to rolling country. Horizons.mw & Landcare Research, New Zealand. p. 84.



CARLO SABAINI S.

Ingeniero Agrónomo de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Diplomado en Gestión de la Innovación y la Tecnología en la Universidad Alberto Hurtado y la University of Notre Dame. Director e investigador principal del Programa de Restauración Biológica de Suelos del Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso, Ceres.



GONZALO AVILA A.

Ingeniero Ambiental de la Universidad de Valparaíso, Magister en Producción Agroambiental de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Diplomado en Gestión de la Innovación y la Tecnología en la Universidad Alberto Hurtado y la University of Notre Dame. Investigador del Programa de Restauración Biológica de Suelo del Centro Regional de Innovación Hortofrutícola de Valparaíso, Ceres.



ceres
Centro Regional de Innovación
Hortofrutícola de Valparaíso



PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATOLICA
DE VALPARAISO