

SOCIALIZACIÓN DE LOS INDICADORES DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIODIVERSIDAD DEL SUELO PARA LA GENERACION DE SERVICIOS ECOSISTEMICOS



Alegre Julio¹, Lao Ceila², Vásquez Joel³, Duran Ervin⁴, Moya María⁵, Lavelle Patrick⁶



PRESENTACIÓN

Los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MERESE) son instrumentos que permiten generar, canalizar e invertir en acciones orientadas a la conservación, recuperación y uso sostenible de los ecosistemas, como fuente de servicios ecosistémicos, a través de acuerdos voluntarios entre contribuyentes que serían los agricultores y retribuyentes los que reciben el beneficio. Este mecanismo está dado por Decreto Supremo N°009-2016-MINAM que aprueba el Reglamento de la Ley N°30215, Ley de Mecanismos por Servicios Ecosistémicos.

Con este mecanismo se promueve las buenas prácticas para el uso eficiente de los sistemas productivos y evitar la degradación de los suelos y la deforestación de la amazonia peruana. En este contexto se ha desarrollado el Proyecto Paisajes Sostenibles Amazónicos (SAL) que busca sistemas sostenibles dentro del paisaje y en este caso la amazonia colombiana y peruana. La coordinación del proyecto SAL está a cargo del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con trabajos en Colombia (Caquetá, Florencia) y Perú (Yurimaguas, Loreto). Los fondos son del Ministerio Federal de Medio Ambiente Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMUB). Los socios estratégicos en Perú son el IIAP y la UNALM. La UNALM a través del Proyecto VLIR-UNALM ha participado colaborativamente en la implementación y demostración de sistemas agroforestales con agricultores.

El objetivo de este manual de “Socialización con agricultores de los indicadores de las propiedades físicas, químicas y biodiversidad del suelo para la generación de servicios ecosistémicos” es sintetizar con un lenguaje sencillo y práctico algunas de las propiedades del suelo que con metodologías sencillas para que el agricultor pueda evaluarlo e interpretarlo y así tenga conciencia que está realizando buena prácticas y evitando la degradación de sus parcelas productivas. Estas evaluaciones hechas por expertos en suelos, biología y ecología juntamente con los técnicos de campo y los productores, se han transmitido los resultados en cursos de capacitación y talleres tanto de gabinete como de campo y este manual será una herramienta complementaria para que otros técnicos y agricultores puedan aprender y difundir estas metodologías prácticas.

Dr. Enrique Flores Mariaza
Rector Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM)

Dra. Carmen Velezmoro Sanchez
Vicerrectora de Investigación - UNALM
Coordinadora General del Proyecto IUC VLIR-UNALM

Dr. Eddie Schrevens
Profesor Universidad de Leuven –Bélgica
Coordinador Belga del Proyecto IUC VLIR-UNALM

Dra. Marcela Quinteros Senior Scientist en CIAT,
Coordinadora Proyecto SAL



INTRODUCCIÓN

La generación de indicadores del suelo bajo diferentes opciones tecnológicas en la Amazonia Peruana y que sean amigables con el medio ambiente ofrecerán a los agricultores herramientas de gestión para recibir retribuciones por buenas prácticas en la conservación de los ecosistemas. Estas evaluaciones para la generación de los indicadores apropiados son elaboradas por expertos y que usan el conocimiento tradicional y la participación continua de los agricultores para un mejor aprendizaje y que puedan transmitirlo a otros agricultores de la zona o de otras zonas tropicales.

Objetivos

Los objetivos de este manual práctico para el uso de agricultores y técnicos de campo son:

- Describir algunas metodologías de interpretación de la fertilidad del suelo (MO, CIC y P, y agregados (biológicos y edáficos) del suelos así como la biodiversidad del suelo (macrofauna, hormigas, termitas) en el campo
- Discutir brevemente algunos resultados de rangos óptimos de los indicadores del suelo en diferentes sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos que sea fácilmente interpretado por los agricultores.
- Describir la metodología didáctica para socializar los resultados de los diferentes indicadores mediante talleres en campo

¹ Profesor, Ing. Agrónomo MSc., PhD de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)

² Profesora Ing. MSc. Suelos, Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)

³ Blgo. MSc. Investigador Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

⁴ Ing. MSc. Investigador CIAT, Cali, Colombia

⁵ Asistente de Investigación BS, VLIR-UNALM.

⁶ PhD Profesor emérito de la Universidad Marie-Curie (Francia) y consultor CIAT, Colombia

I. METODOLOGÍAS Y RESULTADOS DE CAMPO

1. Propiedades físicas y químicas del suelo

- El suelo es uno de los componentes más importantes dentro de un ecosistema, su estudio es básico y primordial para entender diferentes procesos, especialmente en los sistemas productivos.
- El proyecto Paisajes Sostenibles para la Amazonia (SAL), busca obtener una base de datos consistente en el tema de suelos, para así tomar las direcciones de cómo realizar las investigaciones y tener datos que puedan comparar los impactos positivos o negativos que son ocasionados por el manejo de suelos.



a. Toma de datos

Es importante que antes de iniciar el trabajo sobre muestreo de suelos, se haga un levantamiento de la información que nos ayude a tener una mejor interpretación de los resultados para los análisis de suelos. Es mejor si se elabora una ficha de campo, en caso contrario considerar la siguiente información:

- Fecha
- Lugar
- Propietario
- Coordenadas (sólo en caso de tener GPS)
- Lugar donde se muestreará el suelo (aquí se puede dibujar un croquis de la parcela)
- Especies vegetales que más abundan.

b. Diseño del muestreo de suelos

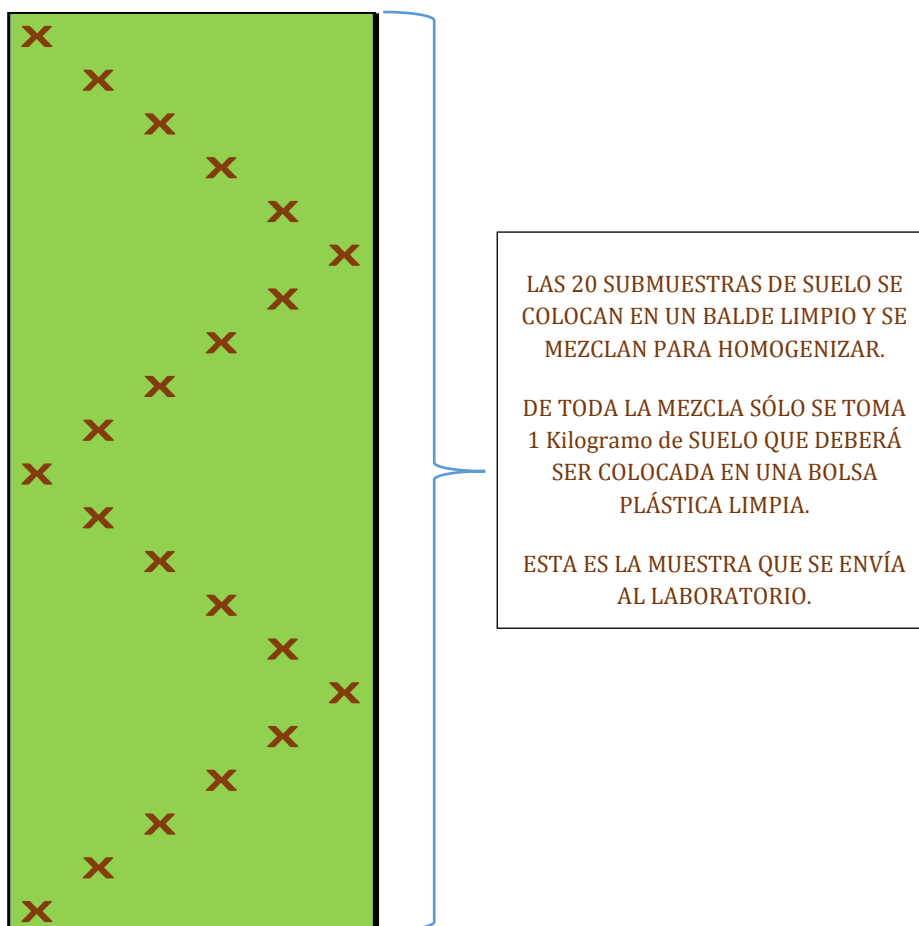
Para el diseño, es importante tener en cuenta el número de muestras que se tomarán por cada hectárea. El muestreo más común para un análisis de suelos, es el llamado en forma

de “zigzag”, que es un muestreo al azar que permite tomar submuestras en toda el área de la parcela, considerando de esa forma que sea representativa. La toma muestra puede ser con una pala recta o con un tubo muestreador.

En teoría se recomienda tomar entre 20 a 30 submuestras por hectárea, para obtener 1 muestra de 1 kilogramo, como indica en la figura, cada aspa es un punto de submuestreo.

Materiales:

- 1 pala recta o tubo muestreador
- 1 balde limpio
- 1 bolsa de plástico
- Etiqueta para la bolsa



c. ¿Cómo interpretar un análisis de suelos?

El reporte de análisis de suelos, es una herramienta valiosa para conocer el estado del lugar donde crecen los cultivos. Existen diferentes tipos de análisis, pero el más recomendado es el análisis de “caracterización”, porque es el que nos da la información de la parte química



y física del suelo (textura). Es importante desarrollar este análisis, cuando es la primera vez que se va a realizar el muestreo de suelos en el área.

La interpretación nos da rangos de clasificación de los resultados, así tenemos que nuestros resultados pueden estar entre niveles **ALTOS, MEDIOS O BAJOS**.

¿Pero, qué significan cada uno de estos datos?,

A continuación, se muestra un modelo de reporte de análisis de suelos y los resultados corresponden a beneficiarios del proyecto SAL en Yurimaguas, luego se describen cada una de las abreviaturas.

Código	Prof. (cm.)	pH (1:1)	C.E.	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
			(1:1) dS/m					Arena	Limo	Arcilla			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	de	de	Sat. De
								%	%	%			meq/100g					Cationes	Bases	Bases
Y44ASPC	0 - 10	6.78	0.39	0.00	8.62	2.0	193	42	40	18	Fr.	36.80	24.70	4.00	0.52	0.14	0.00	29.36	29.36	80
Y44ASPC	10 - 20	5.00	0.09	0.00	1.14	2.0	146	36	32	32	Fr.Ar.	32.64	14.50	2.43	0.45	0.16	0.50	18.04	17.54	54
Y50AEFB	0 - 10	4.88	0.10	0.00	3.03	4.2	42	66	26	8	Fr.A.	7.68	1.59	0.32	0.16	0.10	0.20	2.36	2.16	28
Y50AEFB	10 - 20	4.40	0.04	0.00	0.74	2.0	30	58	24	18	Fr.A.	9.60	0.71	0.22	0.11	0.10	2.80	3.94	1.14	12

Abreviatura	Se refiere:
Código	Al código que se utilizó al momento de hacer el muestreo, este código debe ser simple y a la vez que nos ayude a reconocer el área de la toma de muestra.
Prof.	A la profundidad a la que se realizó el muestreo, en la mayoría de los muestreos este es de 0 - 20cm.
pH (1:1)	Al pH del suelo, que puede ser ácido, neutro o alcalino. El 1:1, se refiere a la dilución que usa el laboratorio.
C.E. (1:1)	Esto significa conductividad eléctrica y nos ayuda a conocer si existirían problemas con sales en el suelo, el 1:1 también se refiere a la dilución que usó el laboratorio.
CaCO ₃	Es el dato para conocer el contenido de carbonatos de calcio en el suelo, cuando el pH del suelo es menor a 4.5, por lo general no hay carbonatos.
M.O.	Es el porcentaje de la materia orgánica del suelo, es un dato importante porque de aquí se deriva el nitrógeno total del suelo que se considera como el 5% de la materia orgánica.
P (ppm)	Al contenido de fósforo disponible en el suelo y se expresa en partes por millón (ppm).
K (ppm)	Es el contenido de potasio disponible en el suelo y también se expresa en partes por millón (ppm).
Análisis mecánico	Es el análisis para conocer la textura del suelo teniendo los porcentajes de arena, limo y arcilla.

Clase textural	Para la textura del suelo existen 12 clases texturales. Para el ejemplo tenemos Franco, Franco arcillosa y franco arenoso. En la nota abajo se mencionan las 12 clases texturales.
CIC	Es la capacidad de intercambio catiónico y nos ayuda a conocer el potencial nutricional del suelo, para tener una CIC alta es importante tener un buen contenido de materia orgánica
Cationes cambiables	Se consideran al calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), Sodio (Na), Aluminio (Al) e Hidrógeno (H)
Suma de cationes	Es la sumatoria del calcio, magnesio, potasio, sodio, aluminio e hidrógeno, este dato también conocido como CIC efectiva
Suma de bases	Se refiere a la sumatoria de las bases del suelo: calcio, magnesio, potasio y sodio, no se considera al aluminio ni al hidrógeno.
Porcentaje de saturación de bases	Este dato nos ayuda a conocer cuánto del total de la CIC está ocupado por las bases del suelo. Es importante conocer que las bases en algún momento pueden ser nutrientes para las plantas

N°	Abreviatura	Clase textural
1	A	Arena
2	A.Fr.	Arena Franca
3	Fr.A.	Franco Arenoso
4	Fr.	Franco
5	Fr.L.	Franco Limoso
6	L	Limoso
7	Fr.Ar.A.	Franco Arcillo Arenoso
8	Fr.Ar.	Franco Arcilloso
9	Fr.Ar.L.	Franco Arcillo Limoso
10	Ar.A.	Arcillo Arenoso
11	Ar.L	Arcillo Limoso
12	Ar.	Arcilloso



Entonces, los rangos establecidos para la interpretación de los resultados son los siguientes y conocer si nuestros resultados tienen niveles altos o bajos para el suelo es:

Textura:	
Textura gruesa	Arena, Arena Franca
Moderadamente gruesa	Franco arenoso
Media	Franco, Franco Limoso, Limo
Fina	Franco Arcillo Arenoso, Franco Arcillo-Limoso, Franco Arcilloso
Muy Fina	Arcilla Arenosa, Arcilla Limosa, Arcilla

pH:	
Menos de 4.4	Extremadamente ácido
4.5-5.0	Muy fuertemente ácido
5.1-5.5	Fuertemente ácido
5.6-6.0	Moderadamente ácido
6.1-6.5	Ligeramente ácido
6.6-7.3	Neutro
7.4-7.8	Ligeramente alcalino
7.9-8.4	Moderadamente alcalino
8.5-9.0	Fuertemente alcalino
Más de 9.0	Muy fuertemente alcalino

Carbonato de calcio (CaCO ₃) (%)	
Bajo	Menos de 1
Medio	1 - 5
Alto	5 - 15
Muy alto	Más de 15

Potasio disponible (K ₂ O) (ppm)		
Bajo	Menos de 300 Kg/Ha	Menos de 100
Medio	300-600 Kg/Ha	100-240
Alto	Más de 600 Kg/Ha	Más de 240

Fósforo disponible (ppm)	
Bajo	Menos de 7
Medio	7 - 14
Alto	Más de 14

Materia Orgánica (%)	
Bajo	Menos de 2
Medio	2 - 4
Alto	Más de 4

CIC (cmol ₍₊₎ kg ⁻¹ suelo)	
Muy bajo	Menos de 5
Bajo	5 a 15
Medio	15 a 25
Alto	25 a 40
Muy alto	Más de 40

Porcentaje de Saturación de Bases (%)	
Bajo	Menos de 35
Medio	35 - 80
Alto	Más de 80

Si consideramos los ejemplos de los resultados mostrados, tenemos la siguiente interpretación:

Código	Prof. (cm.)	pH (1:1)	Interpretación	C.E. (1:1) dS/m	Interp.	CaCO ₃ %	Interp.	M.O. %	Interp.	P ppm	Interp.	K ppm	Interp.	Análisis Mecánico			Clase Textural
														Arena %	Limo %	Arcilla %	
Y44ASPC	0 - 10	6.78	Neutro	0.39	No Salino	0.00	Bajo	8.62	Alto	2.0	Bajo	193	Medio	42	40	18	Fr.
Y44ASPC	10 - 20	5.00	Muy fuertemente ácido	0.09	No Salino	0.00	Bajo	1.14	Bajo	2.0	Bajo	146	Medio	36	32	32	Fr.Ar.
Y50AEFB	0 - 10	4.88	Muy fuertemente ácido	0.10	No Salino	0.00	Bajo	3.03	Medio	4.2	Bajo	42	Bajo	66	26	8	Fr.A.
Y50AEFB	10 - 20	4.40	Extremadamente ácido	0.04	No Salino	0.00	Bajo	0.74	Bajo	2.0	Bajo	30	Bajo	58	24	18	Fr.A.

Código	Prof. (cm.)	CIC	Interp.	Cationes Cambiables								Suma de Cationes	Interp.	Suma de Bases	% Sat. De Bases	Interp.
				Ca ⁺²	Interp.	Mg ⁺²	Interp.	K ⁺	Interp.	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺					
				meq/100g												
Y44ASPC	0 - 10	36.80	Alto	24.70	Alto	4.00	Alto	0.52	Alto	0.14	0.00	29.36	Alto	29.36	80	Alto
Y44ASPC	10 - 20	32.64	Alto	14.50	Medio	2.43	Alto	0.45	Alto	0.16	0.50	18.04	Medio	17.54	54	Medio
Y50AEFB	0 - 10	7.68	Bajo	1.59	Bajo	0.32	Bajo	0.16	Bajo	0.10	0.20	2.36	Muy Bajo	2.16	28	Bajo
Y50AEFB	10 - 20	9.60	Bajo	0.71	Bajo	0.22	Bajo	0.11	Bajo	0.10	2.80	3.94	Muy Bajo	1.14	12	Bajo



Ahora que ya conocemos los niveles de los resultados, es importante conocer la cantidad de los elementos esenciales en una hectárea de la chacra. Trabajaremos para encontrar los contenidos de nitrógeno total, fósforo y potasio disponibles.

Recuerda:

Para estos cálculos es importante conocer:

- la profundidad del muestreo
- la densidad aparente del suelo

d. CÁLCULOS:

Entonces se procede a los cálculos:

1. Cálculo para capa arable

Peso capa arable = área x profundidad de muestreo x densidad aparente

(Todos los datos deben expresarse en metros)

Peso capa arable = $10000 \times 0.10 \times 1.5$

Peso capa arable = 1500 Toneladas que es igual a 1500 000 Kg

2. Cálculo para nitrógeno total

Este cálculo deriva del resultado de la materia orgánica (8.62%)

M.O. = $(10000 \times 0.10) \times 1.5 \times (8.62 / 100)$

M.O. = 12.93 Toneladas de M.O. es igual que decir 12930 Kg

Se considera que de la M.O. sólo el 5% es Nitrógeno total y a una tasa de descomposición del 4% en selva sale el N disponible y así tenemos:

N disponible = $12930 \times (5/100) \times (4/100)$

N disponible = **25.86 Kg de N disponible /ha (medio)**

3. Cálculo de P disponible (2 ppm)

1 ppm = 1 mg/kg de suelo o sea 2 ppm es 2 mg/kilo de suelo

En 1500000 kg de suelo habrá $2\text{mg} \times 1500000\text{kg} = 3000000\text{mg}$

$$3000000 / 1000000 = 3 \text{ kg P disponible /ha (muy bajo)}$$

4. Cálculo de K disponible (193 ppm)

$$1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg/kg de suelo o sea } 193 \text{ mg/kilo de suelo}$$

$$\text{En } 1500000 \text{ kg de suelo habrá } 193 \times 1500000 \text{ kg} = 289500000 \text{ mg}$$

$$289500000 / 1000000 = 289.5 \text{ kg K disponible /ha (adecuado)}$$

2. Evaluación de morfología de agregados con resultados evaluados en campos de agricultores

Los agregados del suelo se conforman de diferentes maneras y se originan de diferentes formas; es entonces que se habla de morfología de agregados a partir del cual se puede estimar si su origen es físico o biogénico.

El procedimiento está basado en la metodología de morfología de agregados presentado por la PhD. Elena Velásquez. (Alegre y Moya 2018)

a. Materiales

- Cuadrante metálico de 15x15x15cm.
- Tamiz de 0.5cm de orificio
- Bandejas de plástico
- Palana
- Maso de metal
- Tijera
- Tupper de plástico
- Recipientes de ¼ litro
- Balanza

b. Procedimiento

- Se coloca el cuadrante metálico sobre la superficie limpia del suelo, se golpea hasta profundizar, se obtiene el monolito de suelo y se coloca en un taper.
- Se identifica todos los envases que serán usados para separar los diferentes materiales ya sean los tipos de agregados (físicos, biogénicos y radiculares), materia orgánica, suelo sin agregar y materiales extraños (carbón, bolsa, etc.).
- Se coloca cuidadosamente el monolito de suelo sobre un tamiz de 0.5cm de orificio sobre una bandeja y se empieza a romper en agregados de 5cm² aproximadamente.
- Se separa el suelo que pasó por el tamiz y se pone en un recipiente con su respectivo código (suelo sin agregar), el suelo que no pasó se lleva a una bandeja para volver a disgregar, pero en tamaños de 1cm² aproximadamente para determinar su morfología (agregado biogénico o físico).
- Se separa el suelo adherido a las raíces y se colecta en su recipiente respectivo (agregado radicular).

- Se separa la materia orgánica presente (hojarasca, raíces, etc.) y se coloca en su recipiente respectivo (materia orgánica).
- Se deja secar a temperatura ambiente por 3 días aproximadamente y luego se pesa.
- Se calcula los porcentajes de cada parte en base al peso total de la muestra (suma de pesos de los diferentes agregados, materia orgánica, suelo sin agregar y materiales extraños).



Agregado biogénico



Agregado físico



Agregado radicular



Diferentes materiales encontrados en el monolito de suelo

II. PROTOCOLO PARA EL RECONOMIENTO DE LA MACROFAUNA DEL SUELO

La macrofauna del suelo, son organismos que:

1. Influyen sobre la fertilidad química al compostar los residuos orgánicos y liberar fertilizante natural para las plantas
2. Organiza el suelo en agregados estables entre los cuales circulan el agua y el aire
3. Cooperan con los microorganismos del suelo para activar el crecimiento de las plantas y protegerlas de las plagas y enfermedades.

Se clasifican como:

Los ingenieros del suelo



Lombrices



Termitas



Hormigas

Los descomponedores de hojarasca



Ciempiés



Milpiés



Papasos

2.1 Materiales para la búsqueda de la macrofauna del suelo:



Fuente de plástico de preferencia blanco o transparente.



Frasco con boca ancha y tapa rosca.



Alcohol al 96%



Pinza



Pincel



Regla



Pala



Machete



Bolsa plástica



Libreta y lápiz



Costal



Lupa



Plato descartable

2.2. Pasos para encontrar la macrofauna

a. **Seleccionar el área de muestreo.** Dentro de la parcela (pastizal, cultivo asociado, monocultivo, agroforestal etc.) se ubican los sitios donde se buscará la macrofauna, luego se procede a la toma de muestra.



Pastizal



Plantación de Palma aceitera aceitera

b. **Toma de la muestra:** Se iniciará con la búsqueda de los nidos de termitas y las hormigas en los troncos caídos, árboles vivos y en el contorno de la parcela durante 10 minutos. Luego de ubicarlos capturar algunos ejemplares y colocarlos en el pomo con alcohol. Posteriormente se toman 2 muestras en una línea de 10 metros, la toma de muestra se hará con la pala cortando la hierba con la hojarasca en un cuadrado del ancho de la pala y con la mano coleccionar toda las hojas, colocar en una bolsa y poner los datos en la bolsa (lugar, parcela, sistemas de uso de la tierra), luego en el mismo sitio enterrar 10 cm de la pala para sacar la muestra del suelo y colocarlo en un costal. Las 3 muestras de hojarasca colocarlo en una sola bolsa y del suelo en un solo costal y amarrarlos. La toma de todas las muestras no supera los 40 minutos.



Colecta de macrofauna en la hojarasca



Colecta de muestra de suelo

El siguiente paso será llevar las muestras colectadas a un lugar cómodo con sombra para iniciar la búsqueda de la macrofauna. Primero se coloca en la fuente la muestra de hojarasca

y revisar minuciosamente la macrofauna moviendo manualmente la hojarasca y a los animalitos encontrados colectarlos con un pincel o con la mano y colocarlos en el frasco con alcohol, cuando se termine el proceso de búsqueda se debe tapar el envase y poner los datos de la parcela, ejemplo: pastizal o cacaotal etc.

Para buscar en la muestra del suelo se tomará un puñado de tierra, se desmenuzará en la fuente y se buscará la macrofauna con mucho cuidado, los que se encuentren se colocarán en el frasco con alcohol y se repetirá la misma acción hasta terminar de revisar toda la muestra del suelo, finalmente se tapaná el frasco para identificar la macrofauna. El tiempo de esta actividad será de 80 minutos.



Búsqueda de la macrofauna en la hojarasca



Búsqueda de la macrofauna en el suelo



Frasco con macrofauna

c. Identificación de la macrofauna

Para identificar la macrofauna se deben limpiar las muestras, es decir separar los animalitos de los pomos que contiene residuos de hojarasca y tierra, ya que al colectarlos se van con todos estos desechos. Las muestras limpias se deben colocar en un pomo con alcohol de 96%.

Luego de limpiarlos se colocaran en un recipiente (plato) y se procederá a identificarlos con la ayuda de una lupa utilizando las siguientes imágenes comparativas.



Pontoscolex "lombriz"



Hormiga



Termita "comegen"



Coleoptera "papaso"



Coleoptera "gusano de papaso"



Araña



Diplopodo "milpiés"



Chilopodo "ciempiés"



Diplura



Hemiptera "chinche"



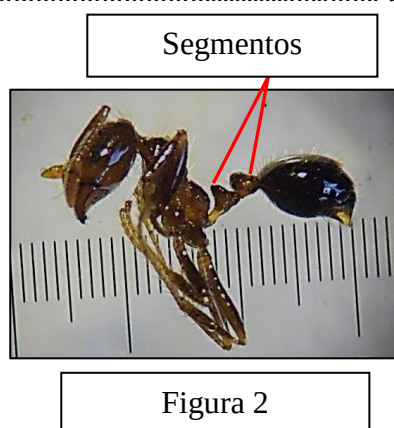
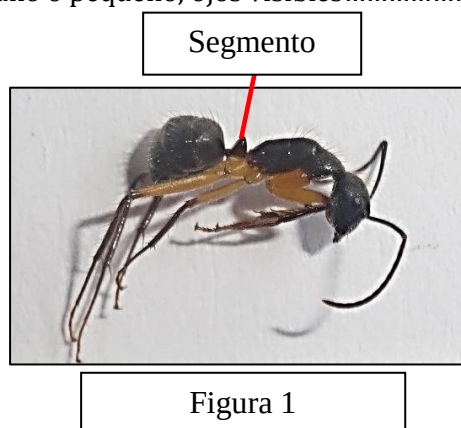
Isopoda "chanchito de la humedad"



Blattidae "cucaracha"

III. Guía para la identificación de hormigas indicadoras de los servicios ecosistémicos del suelo en Yurimaguas-Loreto, Perú.

1. “Cintura” de la hormiga de un segmento aislado o reducido (Figura 1), tamaño mediano, ojos pequeños o visibles..... 2
- “Cintura” de la hormiga de dos segmentos aislados o reducidos (Figura 3), tamaño mediano o pequeño, ojos visibles..... 9



2. Color negro en la mayoría del cuerpo. Borde de la espalda (lomo) recta, convexa y continua (Figura 3)..... *Camponotus*
- Borde de espalda (lomo) ondulado o discontinuo con pelos eretos (Figura 4)..... 3
3. Muchos pelos gruesos rectos en todo el cuerpo, color variado negro, café o rojizo..... *Nylanderia*
- Borde de espalda (lomo) con protuberancias (chichones), color variado negro o marrón rojizo..... 4
4. Espalda (lomo) con dos o tres tubérculos (engrosamientos que sobresalen) bien notorios (Figura 5)..... *Ectatomma*
- Espalda (lomo) sin tubérculos o engrosamientos (Figura 6)..... 5
5. Con pelos en las patas, mandíbulas largas y paralelas (Figura 7) o triangulares (Figura 8) 6
- Sin pelos en las patas, mandíbulas triangulares o de forma variada 7
6. Color negro o marrón, el borde posterior de la cabeza (*Bpc*) tiene una curva continua (Figura 9), y el segmento de su cintura es cónico y nunca puntiagudo. *Anochetus*
- Color rojizo metálico, su mandíbula es corta y triangular, su cabeza es más ancha que larga y sus patas tienen pelos (Figura 10)..... *Centromyrmex*
7. Tamaño mediano, color negro o marrón anaranjado, con mandíbulas alargada de forma triangular, el segmento de la cintura es grande grueso y notorio, tiene un aguijón grande se le conoce como “isulilla” *Pachycondyla*
- Tamaño pequeño, color negro, amarillento o marrón rojizo, mandíbulas corta, el segmento de la cintura es pequeño pero visible, ...8
8. Tamaño pequeño, de color negro o marrón rojizo, el segmento de la cintura es pequeño y angosto posee un aguijón..... *Hypoponera*
- Tamaño muy pequeño, de color claro o cremoso con apariencia pálida, ojos ausentes o diminutos, suelen mantenerse enterradas *Acropyga*

9. Ojos muy grandes que ocupan casi toda su cara, color negro, cremoso o rojizo..... *Pseudomyrmex*
- Tamaño mediano o diminuto, ojos ausentes, diminutos o desarrollado, pero no ocupan casi toda la cara..... 10
10. Tamaño mediano, color negro a marrón, cuerpo liso conocidas como “hormiga de fuego” agresivas, picadura dolorosa, sus nidos forman montículos en los potreros abiertos o pastizales..... *Solenopsis*
- tamaño mediano o pequeño de color rojizo, marrón o negro con cuerpo rugoso o con espinas 11
11. Tamaño mediano de color marrón, superficie de la cabeza con muchos dientes diminutos y espalda con 2 pares de espinas *Trachymyrmex*
- tamaño pequeño de color rojizo o negro, superficie de la cabeza sin dientes diminutos y espalda con un par de espinas..... 12
12. Tamaño muy pequeño (diminuto) y de color cremoso o rojizo; conocidas como “pucacuro” o “polvo de tabaco” se dejan caer cuando se perturban, pero son agresivas, su picadura muy dolorosa..... *Wasmannia*
- Tamaño muy pequeño y de color variado negro, marrón o amarillento claro no son agresivas..... *Cardiocondyla*

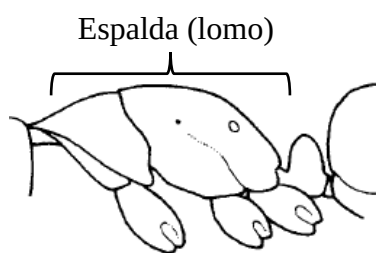


Figura 3. *Camponotus*
Imagen: Fernández, 2013

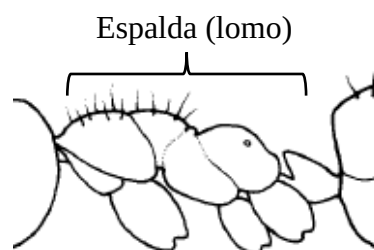


Figura 4.
Imagen: Fernández, 2013

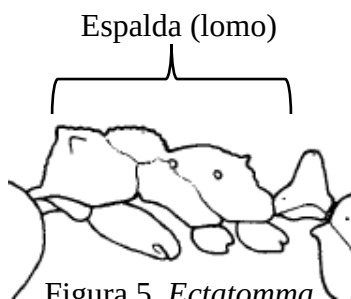


Figura 5. *Ectatomma*
Imagen: Fernández, 2013

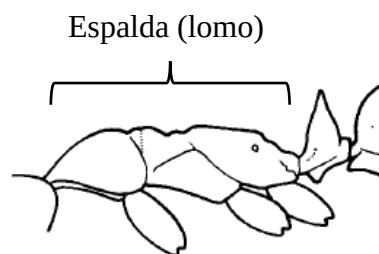


Figura 6
Imagen: Fernández, 2013

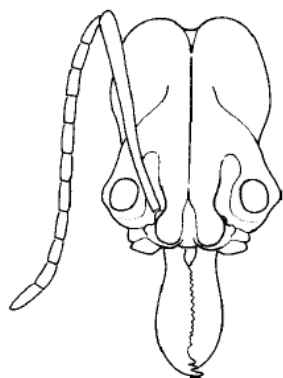


Figura 7

Imagen: Fernández, 2013



Figura 8

Imagen: Fernández, 2013

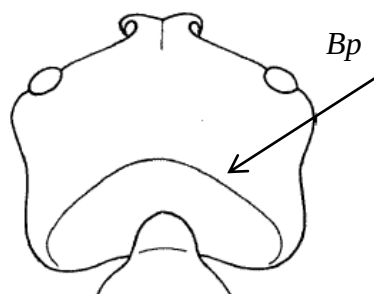


Figura 9. *Anochetus*

Imagen: Fernández, 2013

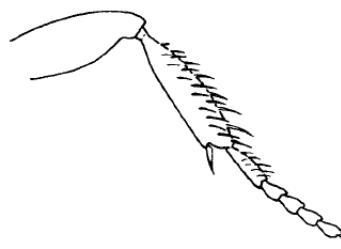


Figura 10.

Centromyrmex

Imagen: Fernández, 2013

IMÁGENES DE APOYO PARA LOS GENEROS MENCIONADOS EN ESTA GUÍA



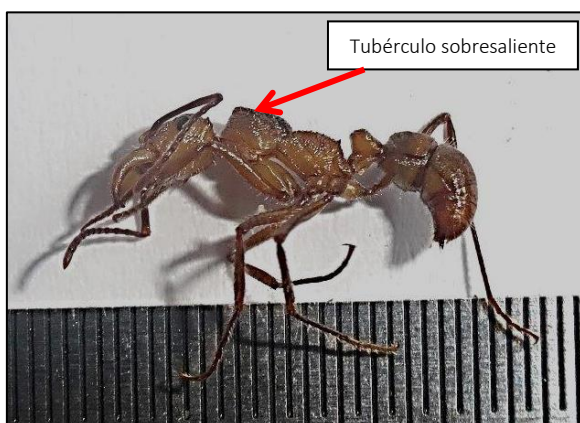
Lomo continuo sin
tubérculo

Camponotus



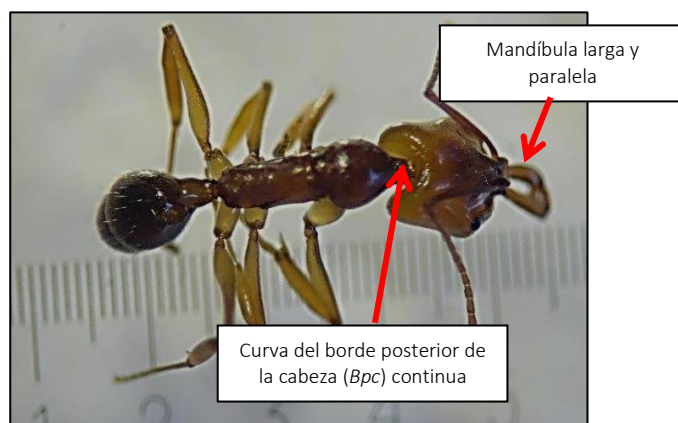
Lomo discontinuo
con pelos rectos

Nylanderia



Tubérculo sobresaliente

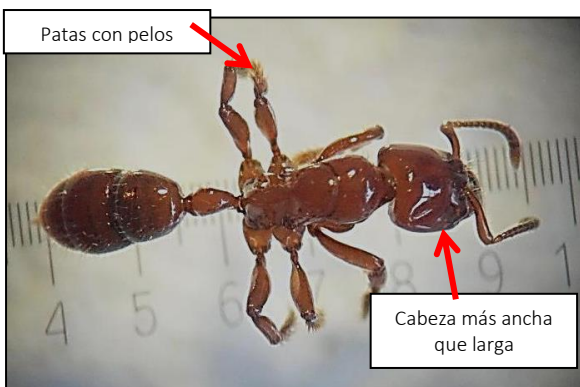
Ectatomma



Mandíbula larga y
paralela

Curva del borde posterior de
la cabeza (Bpc) continua

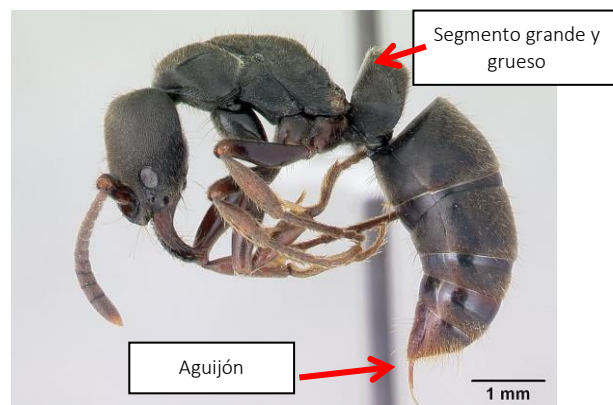
Anochetus



Patas con pelos

Cabeza más ancha
que larga

Centromyrmex

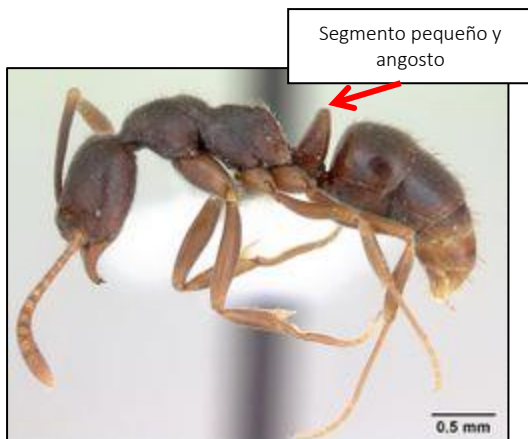


Segmento grande y
grueso

Aguijón

1 mm

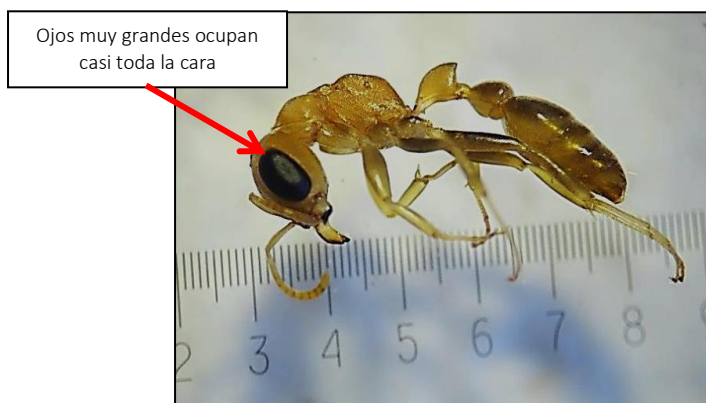
Pachycondyla
Antwiki.org



Hypoponera
Antwiki.org



Acropyga



Pseudomyrmex



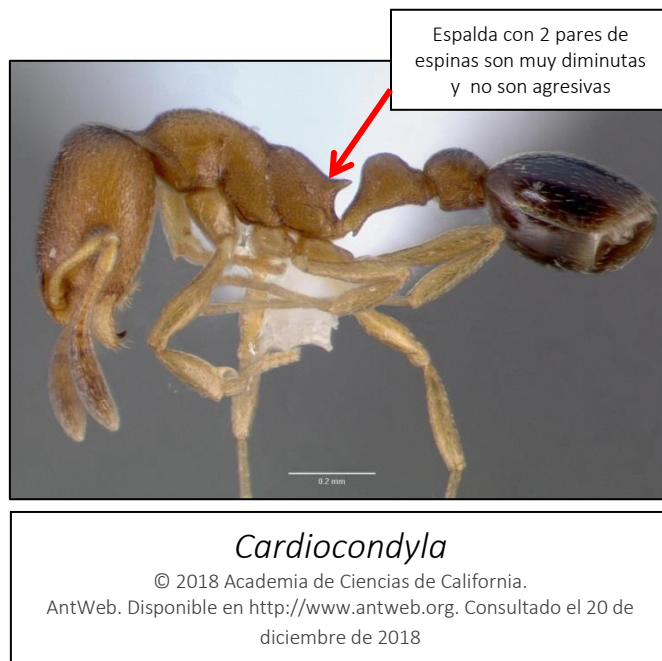
Solenopsis "hormiga de fuego"



Trachymyrmex



Wasmannia "pucacuro"
www.AntWeb.org



IV. Guía para la identificación de termitas indicadoras de los servicios ecosistémicos del suelo presentes en Yurimaguas-Loreto, Perú.

Como usar la guía

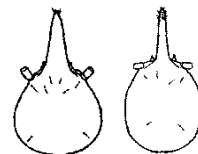
Las termitas colectadas deben ser preservadas en alcohol, para la observación de las características aquí mencionadas se sugiere el uso de una lupa de 4x de aumento. Las termitas pueden ser examinadas en un plato con alcohol y se sugiere retirar los excesos de suelo y hojarasca de la muestra.

Tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- Lea las características establecidas y compárelo con la termita.
- Seleccione la opción que más se asemeja a la termita que está observando.
- Las instrucciones lo llevarán a un paso donde deberá elegir entre otras dos opciones.
- Siga haciendo esto hasta que llegue al nombre de la termita.
- En ese momento se sugiere comparar con las imágenes de apoyo ubicadas en la parte final.

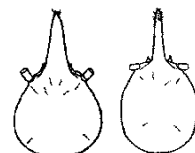
Pasos

1. Termitas con cabeza redonda y en forma de gotero.....2

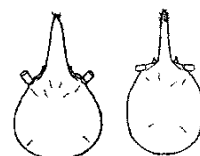


1.1 Termitas **SIN** la cabeza en forma de gotero ir al número.....3

2. Cabeza café oscura  *Nasutitermes guayanae*, cuerpo amarillo  sin mandíbulas visibles.

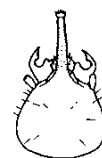


2.1 Cabeza café clara  *Diversitermes tipuan*, cuerpo café claro y sin mandíbulas visibles.



|

2.2 Cabeza blanca.....  *Cyrrillotermes angulariceps* con mandíbulas visibles en forma de anzuelo.



3.1 Cabeza rectangular grande amarilla  *Neocapritermes talpoides*, con mandíbulas gruesas negras en forma de "S"



3.2 Cabeza redonda y cuerpo transparente pequeño..... *Anoplotermes*

IMÁGENES DE APOYO PARA LAS ESPECIES MENCIONADAS EN ESTA GUÍA



Nasutitermes guayanae
Construyen nidos de cartón



Diversitermes tiapuan
Viven en nidos grandes del suelo



Cyrillotermes angulariceps



Neocapritermes talpoides
Son de hábito subterráneo, también se
pueden encontrar en troncos



Anoplotermes

Tabla 1. Especies de termitas indicadoras de los servicios ecosistémicos en la Amazonia peruana.

Servicio ecosistémico	Especie	Categoría
Biodiversidad de macroinvertebrados	<i>Anoplotermes</i> sp.	
	<i>Cyrtillitermes angulariceps</i>	
	<i>Diversitermes tipuan</i>	Alta
	<i>Nasutitermes guayanae</i>	
	<i>Neocapritermes talpoides</i>	
Fertilidad química	<i>Anoplotermes</i> sp.	Baja

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alegre, J.; Moya, M. 2018. Biodiversidad del Suelos en Sistemas Agroforestales VLIR-UNALM. 19 pp

Fernández F. 2003. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical. Clave para las subfamilias y generos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.

Velasquez, E., Pelosi, C., Brunet, D., Grimaldi, M., Martins, M., Rendeiro, A. C., Lavelle, P. (2007). This ped is my ped: Visual separation and near infrared spectra allow determination of the origins of soil macroaggregates. *Pedobiologia*, 51(1), 75–87.

Webs:

<http://www.antwiki.org/wiki>

<http://www.antweb.org>.

<https://animalesde.net/ciempies>.