



Maletín de herramientas

**para analizar suelos y de
buenas prácticas
agroecológicas**

PROSUCO, 2017

**Revisión y validación
Yapuchiri:
FUNAPA**

Alejandra Mamani Quispe
Francisco Condori Alanoca
Felix Yana Apaza
Luciano Mamani Chambi

JACHA SUYU PAKAJAQI

Lidia Mamani
Ana Mamani Daza
Atiliano Tiñini Calle
Enrique Huallpa Huallpa
Marcial Tiñini Calle
Miguel Ortega Pati
Cristóbal Espinoza Villacorta (+)

ARPAIAMT

Antolín Salazar Choque

Elaboración técnica:

Dionicio Corina – PROSUCO
Sonia Laura – PROSUCO
Rafael Paredes – PROSUCO
Wesley van Beek – Universidad de
Wageningen

Revisión y edición:

María Quispe – PROSUCO

Fotos:

Sonia Laura – PROSUCO
Dionicio Corina – PROSUCO

**Diseño, diagramación e
ilustración:**

Pedro Felipe Condori Miranda

Depósito legal:

4-1-2124-17

© PROSUCO, 2017

2da Edición

El presente texto constituye un maletín de herramientas ajustado para evaluar el estado de los suelos a partir de métodos prácticos y accesibles, además de un menú de opciones de buenas prácticas agrícolas para mejorar la fertilidad de los suelos y restablecer el equilibrio nutricional de los cultivos. Esta guía ha sido validada por los núcleos de investigación e innovación campesina Yapuchiri de las organizaciones FUNAPA, Jacha Suyu Pakajaqi que se encuentran en el altiplano norte y central de La Paz y ARPAIAMT en el sur de Potosí, junto a la organización PROSUCO y el apoyo de un tesista de la Universidad de Wageningen, en el marco del proyecto **"Extensión del modelo Yapuchiri"**, con el apoyo de la Fundación Mc Knight. Este maletín de herramientas, es una contribución al continuo proceso de gestión de conocimientos, para que el/la pequeño/a agricultor/a acceda a información sobre opciones tecnológicas accesibles para mejorar sus condiciones productivas.

Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido para fines educativos u otros fines no comerciales, siempre y cuando se mencione la fuente.

----- **La impresión es con el apoyo de:** -----

THE MCKNIGHT FOUNDATION

Índice

Presentación	4
Capítulo 1: Conceptos básicos	5
1.1. ¿Qué es el suelo?	6
1.2. ¿Cómo se forma el suelo?	7
1.3. ¿Qué es el perfil del suelo?	8
1.4. ¿Cuáles son los componentes del suelo?	9
1.5. ¿Cuáles son las principales propiedades de los suelos?	10
1.5.1. Las propiedades físicas	12
1.5.1.1. <i>Textura</i>	12
1.5.1.2. <i>Estructura</i>	12
1.5.1.3. <i>Color del suelo</i>	14
1.5.1.4. <i>Capacidad de retención del agua</i>	15
1.5.1.5. <i>Pedregosidad</i>	15
1.5.1.6. <i>Formas de los terrenos</i>	16
1.5.1.7. <i>Pendiente</i>	16
1.5.2. Las propiedades químicas	18
1.5.2.1. <i>El pH en el suelo</i>	18
1.5.3. Las propiedades biológicas	21
1.5.3.1. <i>Materia orgánica</i>	21
1.5.3.2. <i>Biodiversidad de los suelos</i>	21
Capítulo 2: Maletín de herramientas prácticas para analizar suelos	23

2.1. Aprendiendo a analizar el estado de los suelos a través de métodos prácticos	24
2.1.1. Determinación de la pendiente del terreno: método nivel en "A"	25
2.1.2. Muestreo de suelos	28
2.2. Propiedades físicas	30
2.2.1. Análisis 1: Determinación del perfil (profundidad) del suelo	30
2.2.2. Análisis 2: Determinación de la textura del suelo	33
2.2.2.1. Método al tacto	33
2.2.2.2. Método de sedimentación en botella y del triángulo textural	35
2.3. Propiedades químicas	39
2.3.1. Análisis 3: Determinación del pH del agua y el suelo	39
2.3.1.1. pH del agua	39
2.3.1.2. pH del suelo	41
2.4. Propiedades biológicas	43
2.4.1. Análisis 4: Determinación de la Materia Orgánica del suelo	43
2.4.1.1. Método del agua oxigenada	43
2.4.1.2. Método de "flotación"	45
Capítulo 3: Maletín de buenas prácticas para mejorar los suelos y cultivo	47
3.1. Aprendiendo a mejorar la fertilidad de los suelos para una producción sostenible	48

3.2. Abonos	49
3.2.1. Abono sólidos	49
3.2.1.1. <i>Práctica 1: Elaboración de Abono Bocashi</i>	49
3.2.1.2. <i>Práctica 2: Elaboración de harina de rocas para enmiendas y abonamiento de suelo</i>	53
3.2.1.3. <i>Práctica 3: Compost de jipi de quinua para mejorar la estructura del suelo</i>	55
3.2.2. Abono líquidos	58
3.2.2.1. <i>Práctica 4: Elaboración y uso de abono Biofoliar</i>	58
3.2.2.2. <i>Práctica 5: Elaboración de té de guano o estiércol</i>	63
3.2.3. Caldos minerales y extractos de hierbas	66
3.2.3.1. <i>Práctica 6: Elaboración del caldo sulfocálcico</i>	66
3.2.3.2. <i>Práctica 7: Elaboración del Caldo Bordelés</i>	69
3.2.3.3. <i>Práctica 8: Elaboración de extracto de hierba</i>	71
3.2.3.4. <i>Practica 9: Elaboración de extracto de tholares y saponina</i>	73
3.3. Aprendiendo el uso integral de bioinsumos en los cultivos y su control de calidad	75
3.3.1. Aplicación integral de Bioinsumos	75
3.3.2. Control de calidad de abonos foliares	77
3.3.2.1. <i>Método casero del alcohol</i>	77

Presentación

La seguridad y soberanía alimentaria de un país descansa en la producción agropecuaria de municipios, comunidades, asociaciones y finalmente agricultores. En este sentido la producción de alimentos primarios depende de varios factores de producción, de la situación de vulnerabilidad física, ambiental, y socioeconómica, y del impacto de la variabilidad climática.

PROSUCO viene promoviendo el desarrollo de capacidades locales para desarrollar investigación e innovación campesina (enfoque Yapuchiri) para ensayar, validar y adecuar opciones tecnológicas accesibles a los contextos locales.

En este marco, una de las temáticas importantes demandadas por los núcleos de investigación e innovación campesina liderado por los Yapuchiris líderes productivos de las organizaciones FUNAPA y Jacha Suyu Pakajaqi, es el suelo, a partir de la reflexión de la necesidad de aprender a evaluar el estado de la calidad de los mismos para recomendar con pertinencia y forma diferenciada las opciones tecnológicas como el uso de los bioinsumos locales y la construcción de políticas comunales para el mejor anejo de los suelos.

Por tanto, la presente guía comprende tres capítulos. El primero trata sobre conceptos básicos acerca del suelo. El segundo contiene dos secciones, una sobre las principales características de los suelos y otra sobre los métodos prácticos de análisis de suelos. El tercer capítulo tiene otras dos secciones, la primera trata de las opciones tecnológicas o buenas prácticas agrícolas para mejorar la fertilidad de los suelos y restaurar el equilibrio nutricional de las plantas, y la segunda sección trata de las recomendaciones emergentes de los núcleos de investigación e innovación Yapuchiri para el uso integral de bioinsumos y su control de calidad.

PROSUCO

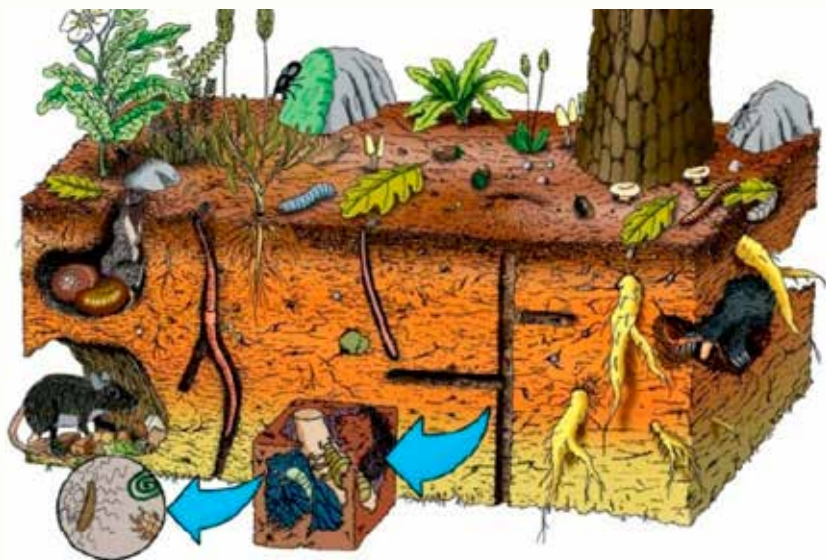
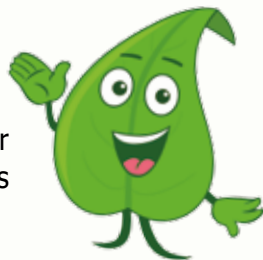
Capítulo 1:



Conceptos básicos

1.1. ¿Qué es el suelo?

El suelo se lo define como un medio natural compuesto por varios minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales y animales, aire y agua (FAO, 2009).



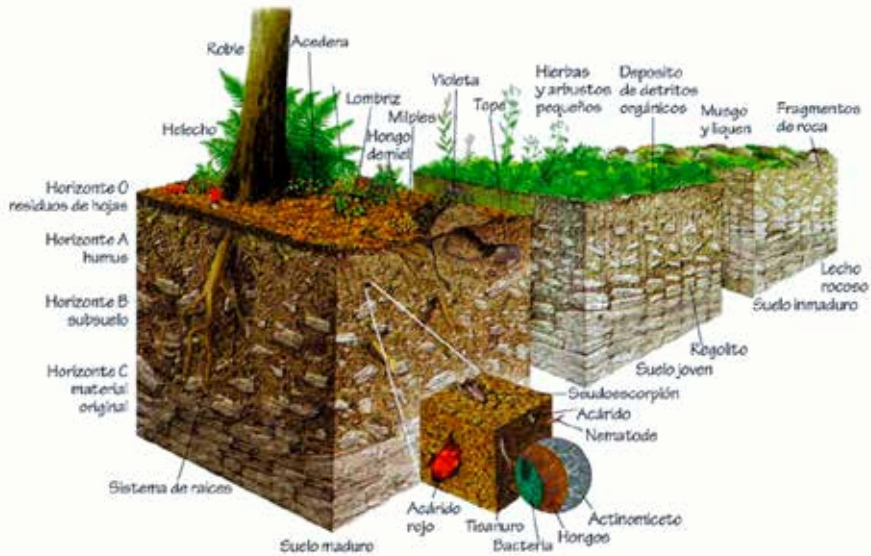
Fuente: http://esfacilserverde.com/portal25/images/articulos/macro_micro2.jpg

En Bolivia, la Ley 070 Ley de Derechos de la Madre Tierra, en el artículo 3, define que la "Madre Tierra es el sistema viviente dinámico conformado por la comunidad indivisible de todos los sistemas de vida y los seres vivos, interrelacionados, interdependientes y complementarios, que comparten un destino común. La Madre Tierra es considerada sagrada, desde las cosmovisiones de las naciones y pueblos indígena originario campesinos".



Fuente: <http://boliviauruguay.org/wp-content/uploads/2017/04/mt5-620x400.png>

1.2. ¿Cómo se forma el suelo?



Fuente: <http://www.suelofertil.es/wp-content/uploads/2016/05/entrada-blog-1-2016-1-e1464109362223.png>

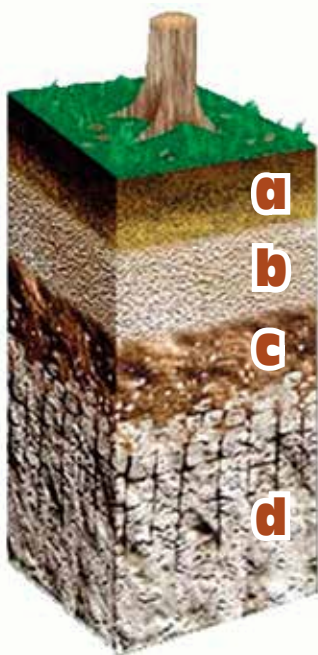
Los suelos se forman en millones de años, por la acción de los siguientes factores:

- Los cambios de temperatura y la presencia de agua, en forma de lluvia, comienzan a romper las rocas, que luego poco a poco se vuelven polvo, para ser arrastrados por las lluvias y el viento.
- Sobre esa superficie crecen pequeñas plantas, musgos y sus raíces que penetran entre las grietas, cuando estas mueren, se pudren incorporando materia orgánica al suelo.
- Sobre esa superficie crecen pequeñas plantas, musgos y sus raíces que penetran entre las grietas, cuando estas mueren, se pudren incorporando materia orgánica al suelo.

- También existen pequeños organismos (lombrices, insectos, hongos, bacterias) que se multiplican en estos sustratos por que encuentran minerales que les sirve como alimento.
- Las partículas de suelo grandes serán las arenas, las medianas serán el limo y las más pequeñas las arcillas.

1.3. ¿Qué es el perfil del suelo?

El perfil es un corte vertical que nos permite observar y conocer las diferentes capas u horizontes de un suelo formado en millones de años. Cuanto más capas u horizontes tengan el suelo, este será más "maduro o viejo" y muy bueno para la agricultura. Cada horizonte se diferencia por su color, textura y estructura. Es así que se conocen los siguientes horizontes:



- El **horizonte A**, es la capa superior donde se desarrollan las raíces de las plantas, generalmente presenta una coloración oscura enriquecida por la materia orgánica y posee una mayor actividad biológica por la cantidad de microorganismos como bacterias, hongos y otros.
- El **horizonte B**, es la capa intermedia donde llegan solo algunas raíces, es un horizonte que presenta una mezcla de arena y piedras, donde difícilmente existe actividad microbiana.
- El **horizonte C**, es la capa más profunda, caracterizada por la presencia de rocas de gran tamaño. Es el resultado de la alteración de la roca madre. En algunos casos está presente la napa freática o depósitos de agua subterránea.

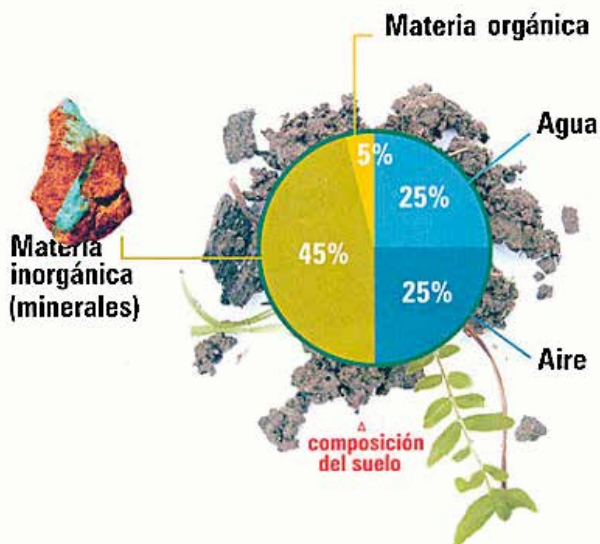
Fuente: http://www.efn.uncor.edu/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Index_archivos/Ecologia/perfilsuelo.jpg

1.4. ¿Cuáles son los componentes del suelo?

Los componentes del suelo se dividen en:

- **Componente gaseosos o contenido de aire:** sirve para la respiración de las raíces de las plantas y de los microorganismos que viven en el suelo.
- **Componente líquido o contenido de agua:** en este medio se disuelven los minerales del suelo que son absorbidos por las plantas a través de las raíces.
- **Materia orgánica:** comprenden los microorganismos y materia de origen vegetal y animal.
- **Materia inorgánica:** compuesta por los minerales formados por la degradación de la roca sobre la cual está el suelo, como la arena, limo y arcilla.

Un buen suelo contiene, aproximadamente, **45%** de materia inorgánica (minerales), **5%** de materia orgánica, **25%** de agua y **25%** de aire.



Fuente: http://1.bp.blogspot.com/_K972Gf5gzeY/ScRLzcH57oI/AAAAAAAAAD0/y0qFWF1DdPs/s400/dos.jpg

1.5. ¿Cuáles son las principales propiedades de los suelos?



Las propiedades de cada suelo dependen de varios factores, como el tipo de roca que los originó, su antigüedad, el relieve, el clima, la vegetación y los animales que viven en él, además de los cambios que la actividad humana puedan haber ocasionado.

Estas propiedades son:

Propiedades	Descripción	Parámetros
Físicas	Determinan el adecuado desarrollo del cultivo, la profundidad que puede penetrar las raíces de las plantas, su capacidad de almacenamiento del agua, circulación de aire.	<ul style="list-style-type: none">• Textura• Estructura• Color• Capacidad de retención del agua• PedregosidadRelieve• Pendiente
Químicas	Se refieren al contenido de diferentes sustancias como como los nutrientes.	<ul style="list-style-type: none">• pH

Biológicas

Constituida por la microfauna, como hongos, bacterias, insectos, nemátodos y lombrices. La microfauna ayuda a descomponer y mineralizar la materia orgánica, mejorando las condiciones del suelo.

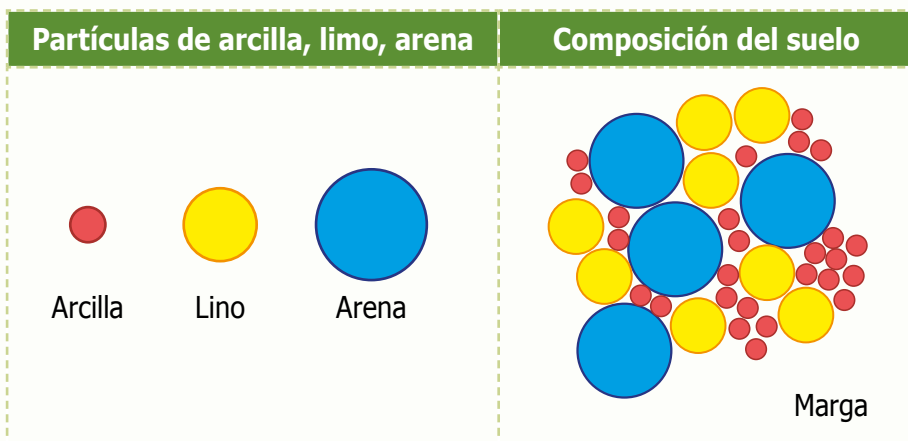
- Materia orgánica
- Biodiversidad de los suelos



1.5.1. Las propiedades físicas

1.5.1.1. Textura

La textura es la composición de partículas de arena, limo y arcilla de un suelo. En el dibujo se muestra el tamaño de las partículas, donde la arcilla es más pequeña frente al limo y la arena. Entonces el suelo está conformado por las tres partículas en sus diferentes tamaños.



El resultado del análisis indicará que tipo de partículas predominan en el suelo. Esto es importante para decidir cómo mejorar la capacidad productiva del suelo para los cultivos o qué cultivos son adecuados.

1.5.1.2. Estructura

La estructura del suelo, es la forma en que se agregan o juntan las partículas de arena, limo y arcilla por medio de alguna sustancia llamadas agentes cementantes. La buena estructura del suelo es importante para el crecimiento de los cultivos, ya que regula la circulación del aire y el agua en el suelo. El siguiente **cuadro 1** nos permite entender de mejor manera los diferentes tipos de estructura del suelo:

Cuadro 1. Tipos de estructura del suelo

		
		
Buena condición	Condición moderada	Condición pobre
El suelo presenta una estructura pulverizable con predominio de agregados finos sin presencia significativa de terrones.	El suelo presenta una proporción significativa (50 %) de terrones densos, firmes y de agregados friables, finos.	Estructura del suelo dominada por bloques grandes, densos, angulares o terrones sub angulares, con muy pocos agregados finos.

Fuente: <http://soildoctor.org/wp-content/uploads/2010/07/rtsl.jpg>

Para una buena estructura del suelo, es importante el contenido de materia orgánica ya que contribuye al mejoramiento de sus características físicas, ayudando a unir las partículas finas en diferentes formas y tamaños o agregados, además de ser una gran contribución de carbono orgánico, muy importante para la actividad de los microorganismos del propio suelo (D. Jaramillo. Introducción a la ciencia del suelo, 2002).

1.5.1.3. Color del suelo

El color del suelo es un indicador de la fertilidad, la humedad y la capacidad de retención de calor del suelo. Los colores de los suelos varían de un lugar a otro, por el tipo de composición y presencia de minerales de los suelos. De forma general los suelos se dividen en suelos claros y suelos oscuros:

Suelos claros	Suelos oscuros
Absorben menos energía del sol y no proporcionan a las plantas una adecuada temperatura para crecer.	Absorben más energía del sol y proporcionan a las plantas una adecuada temperatura para crecer.
	
Tienen poca materia orgánica y proporcionan a las plantas una limitada nutrición.	Tienen mucha materia orgánica y proporcionan a las plantas una mejor nutrición.

Sin embargo, no todos los suelos oscuros contienen materia orgánica, algunos suelos son oscuros por ejemplo por contener alto contenido de manganeso.

Algunas veces se puede encontrar suelos con franjas o manchas de color rojo, eso nos indica presencia de óxido de hierro porque la parcela o terreno estuvo expuesto a una inundación o una sequía. También podemos encontrar franjas o capas de color blanquecinas, esto indica la presencia excesiva de sales perjudicando la disponibilidad de agua y por tanto el crecimiento de las raíces de las plantas.

1.5.1.4. Capacidad de retención del agua

Es la capacidad natural de un suelo para retener o drenar el agua en el terreno o parcela. Esta capacidad se puede calificar de tres formas:

Drenaje bueno	Drenaje regular	Drenaje malo
Cuando el suelo nunca presenta agua estancada ni sufre inundaciones.	Cuando el suelo muestra agua estancada o se inunda por algunos días.	Cuando los suelos retienen agua en exceso y no permiten cultivar.

1.5.1.5. Pedregosidad

Es la cantidad de piedras existentes en la superficie del suelo. En algunos casos constituyen un obstáculo en la preparación de la parcela y en la siembra de los diferentes cultivos. Asimismo, influye de cierta forma en la retención de humedad y disponibilidad de nutrientes en el suelo. Se pueden diferenciar:



Suelos sin piedras	Suelos pedregosos	Suelos muy pedregosos
Parcelas fáciles de labrar con mínima presencia de piedras en el terreno. Estos suelos tienen escasa disponibilidad de nutrientes y poca retención de agua.	Existe presencia de piedras superficiales pero no limitan la labranza ni cultivos. Regular disponibilidad de nutrientes y retención del agua.	Con alta cantidad de piedras grandes, siendo difícil la labranza. No obstante, la solución implica recoger y amontonar las piedras en otros sitios seleccionados.

1.5.1.6. Formas de los terrenos

Los terrenos pueden tener las siguientes formas:

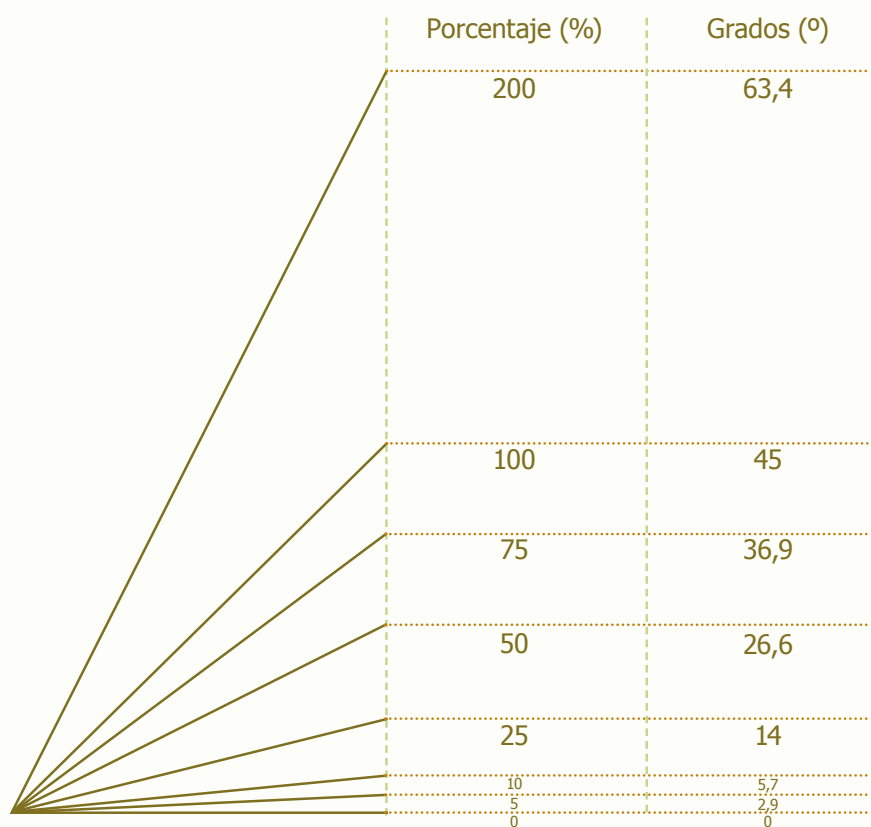
Plano o llano	Ondulado	Quebrado
Son suelos casi planos sin cambios bruscos, con pendientes que varían de 1 a 4%.	Suelos con elevaciones con pendientes que varían de 4 a 8%.	Suelos con ondulaciones profundas con pendientes que varían de 8 a 16%.
		

1.5.1.7. Pendiente

Representa el grado de desnivel o inclinación de un terreno. Dependiendo del tipo de pendiente, el suelo y los cultivos se beneficiarán o serán afectados por la velocidad del agua de las lluvias.



Figura 1. Esquema de interpretación de pendientes en Porcentaje (%) y Grados (°)



Fuente: PASOLAC, 2000

El averiguar y tomar en cuenta el tipo de pendiente orientará acciones de control de la erosión a través de prácticas de conservación de suelos como terrazas, zanjas de infiltración, canales de riego, otros.

También es muy importante analizar la pendiente cuando se cultiva en suelos con pendientes muy altas. Por tanto, en esta situación es importante tomar decisiones respecto a la orientación de los surcos para evitar el lavado de los suelos por las lluvias.

1.5.2. Las propiedades químicas

1.5.2.1. El pH en el suelo

Es un indicador importante del suelo que indica el grado de acidez o alcalinidad (salinidad), se expresa en números que van desde 1 al 14, donde 7 es el valor neutro y un pH por debajo de 7 es ácido y por encima de 7 es básico (alcalino). Para una mejor comprensión de la escala de pH, consideraremos el gráfico comparativo con sus equivalentes de diferentes sustancias.

Gráfico 1. Comparación de escala de PH



En los suelos agrícolas, los valores normales están entre 6,5 a 7,5 ya que permiten un buen desarrollo del cultivo, así como una buena actividad microbiana y una mejor disponibilidad de diferentes nutrientes para la planta (FAO, 2017).

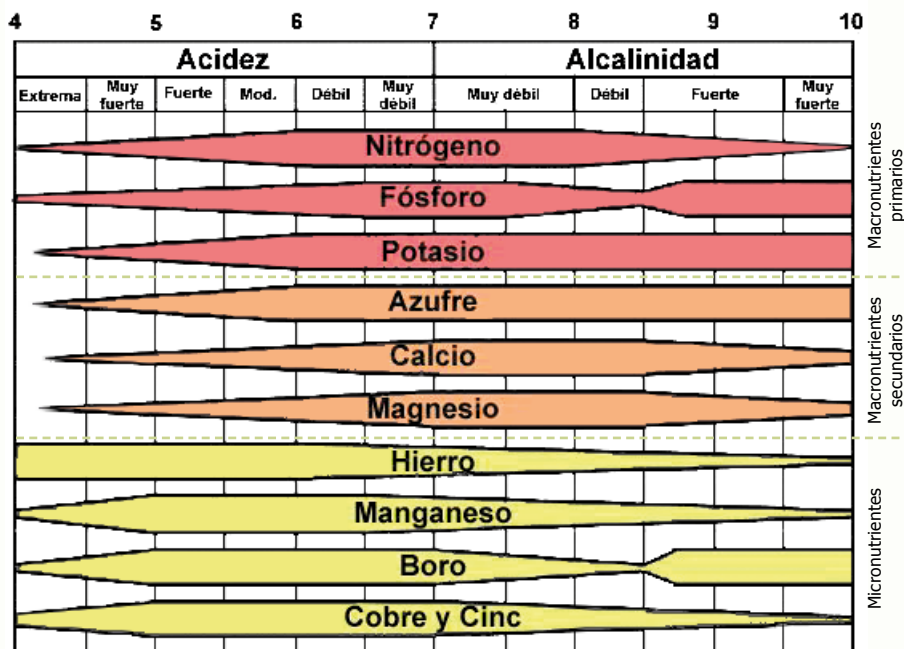
Cuadro 2. Disponibilidad de nutrientes (macronutrientes y micronutrientes) según el pH del suelo

Tipo de suelos	Valor	Características	
		Deficiencias	Toxicidad
Muy Ácidos	$\leq 4,5$	Deficiencia por falta de Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Potasio (K).	Presencia de Aluminio (Al) y Hierro (Fe), deficiencias de Molibdeno (Mo).
Ácidos	4,5 a 5,5	Deficiencia por inmovilización de Fósforo (P) y Molibdeno (Mo)	Por presencia de Aluminio (Al), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn).
Ligeramente Ácidos	5,5 a 6,5	Reducción de absorción de calcio, magnesio, potasio. Boro, cobre y zinc disponibles	Ligera toxicidad de Aluminio (Al), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn).
Neutros o normales	6,5 a 7,5	Óptima disponibilidad de todos los nutrientes que las plantas necesitan normalmente, sin descartar alguna carencia puntual que no se deba al pH.	
Ligeramente Alcalinos	7,5 a 8,5	Deficiencia de Boro (B), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) y Hierro puede no estar disponible el fósforo	Exceso de Sodio (Na), Boro (B). Mala nitrificación
Alcalinos	8,5 a 9,5		
Muy Alcalinos	>		

Fuente: Oscar Piedrahíta. 2009

El pH del suelo nos debe ayudar a tomar buenas decisiones respecto al tipo de enmiendas o correcciones que debemos hacer, por ejemplo la incorporación de guanos en suelos alcalinos o cenizas, cal o yeso en suelos ácidos. El **cuadro 2** y el **gráfico 2**, nos ayuda a entender la disponibilidad de nutrientes (macronutrientes primarios - secundarios y micronutrientes) a diferentes valores de pH.

Figura 2. Disponibilidad de nutrientes según el pH de la solución del suelo



Fuente: <http://www.madrimasd.org>

Por ejemplo, en algunas comunidades de la provincia Pacajes, territorio del Jacha Suyu Pakajaqi, los Yapuchiris al ir validando la dosificación de los bioles, encontraron que un biol A se comportaba según lo validado en otras zonas, mientras que un biol B a la misma dosis quemó las plantas. La pregunta fue ¿Por qué? Al analizar el procedimiento de elaboración todo estaba correcto, pero al analizar el pH del agua, este resultó muy salino, por lo cual se realizó un proceso tampón para calibrar el pH de los bioles. El análisis de esta característica fue importante para controlar la calidad de los bioles. Caso comunidad Kasillunca, Yapuchiri Atiliano Tiñini, 2012.

1.5.3. Las propiedades biológicas

1.5.3.1. Materia orgánica



La materia orgánica es el abono natural del suelo que resulta de la descomposición de restos de plantas o animales con ayuda de microorganismos y lombrices de tierra.

Las plantas se alimentan principalmente de los nutrientes que se encuentran en la materia orgánica, por esto, es importante para la fertilidad de los suelos.

Un suelo fértil tiene bastante materia orgánica, es de color oscuro, con buena capacidad de retención de agua (efecto esponja) y facilita con rapidez el repoblamiento de la vegetación natural.



Los suelos sin materia orgánica son suelos pobres, no tienen todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, lo cual influye en las cosechas con bajos rendimientos.

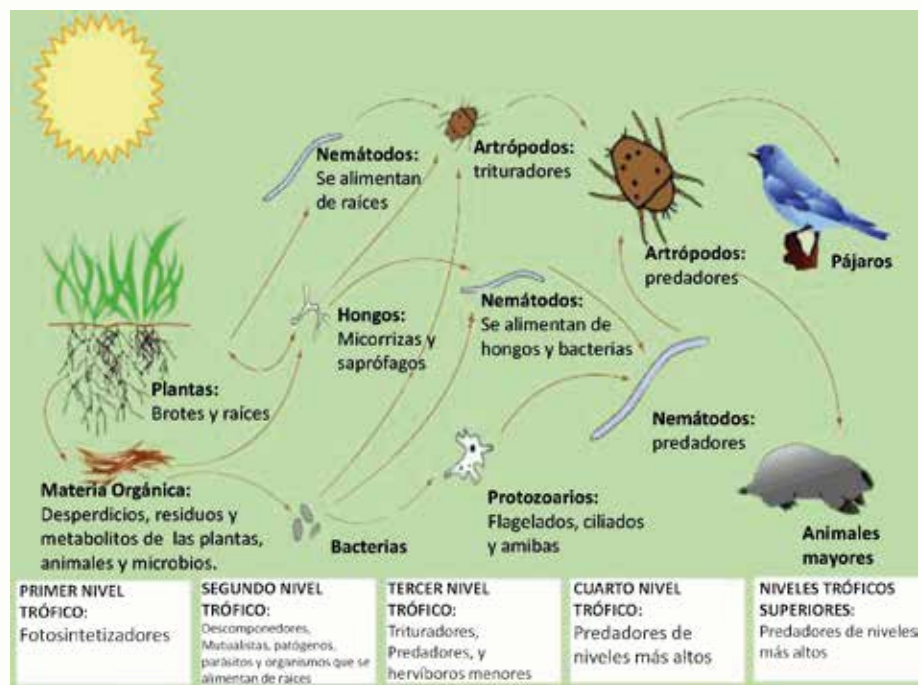
La mayor pérdida de materia orgánica en el suelo se presenta cuando está expuesto al aire por mucho tiempo sin ninguna cobertura.

1.5.3.2. Biodiversidad de los suelos

Los suelos albergan una cuarta parte de la biodiversidad de nuestro planeta y es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza, porque contiene infinidad de organismos que interactúan y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida (FAO, 2015).



Gráfico 2. Biodiversidad de los suelos



Fuente: <http://soildoctor.org/wp-content/uploads/2010/07/rts1.jpg>

Estos organismos de manera general se pueden clasificar en micro, meso y macro organismos.

Capítulo 2:



Maletín de herramientas prácticas para analizar suelos

2.1. Aprendiendo a analizar el estado de los suelos a través de métodos prácticos

Generalmente cuando se habla de analizar suelos, muchas veces se piensa en un laboratorio. Sin embargo, existen métodos muy prácticos que pueden ayudar a evaluar la calidad de los suelos.

Esta sección tiene el objetivo de que los pequeños agricultores puedan aplicar estos métodos para conocer el estado de la calidad de sus suelos y tomen decisiones para conservar y/o mejorar sus suelos a través de diferentes prácticas agrícolas.



2.1.1. Determinación de la pendiente del terreno: método nivel en "A"



Para determinar la pendiente con este método, se debe contar antes con este nivel "A". Se llama así porque tiene la forma de la letra "A" en mayúscula. Sirve para identificar pendientes y trazar curvas de nivel según la necesidad del caso (prácticas de conservación de suelos, canales de riego, otros). Su construcción es de la siguiente forma:

Material:

- Dos maderas de 1 metro de largo (ancho de 2,5 cm).
- Una madera de 80 cm de largo (ancho de 2,5 cm).
- Tres tornillos con tuercas o clavos de 1 ½ pulgadas.
- Una piedra o tapa de botella plástica para utilizarla como plomada.
- Una cuerda fina o cáñamo de costurar zapato de 1,5 metros.
- Un taladro (opcional) o martillo.

Procedimiento:

Paso 1	Paso 2
En un lugar plano, colocar las dos maderas de 1 metro de largo y unir ambos a través de un tornillo con rosca (si se tiene taladro) o con un clavo.	Marcar los extremos de las patas sueltas hacia arriba 21 cm, para colocar al centro la madera de 80 cm, formando la letra "A". Para la unión se debe verificar que la abertura de las patas deba medir 1 metro de ancho. Asegurar la unión a través de tornillos o clavos.

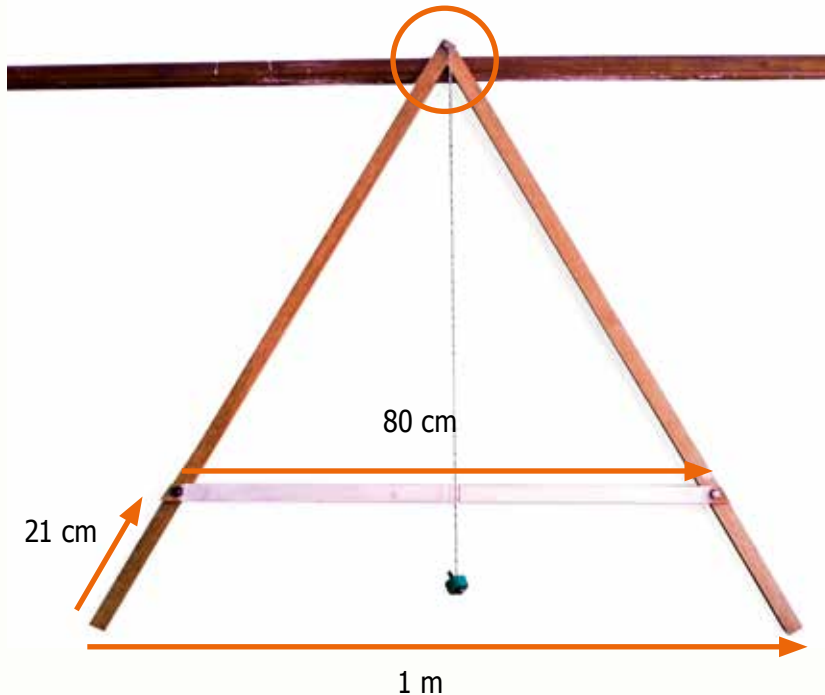
Paso 3

Sujetar la cuerda en la parte superior del nivel donde se une las dos maderas, y el otro extremo libre de la cuerda amarrar la piedra o tapa de botella plástica para utilizarla como plomada.

Paso 4

Calibración del nivel "A". Se colocan las patas del nivel en "A" en 2 puntos fijos, uno más alto que el otro.

Se marca el punto donde cae la plomada en el palo del medio, a este se llama "Punto a". Se gira el nivel en "A" cambiando de posición las patas en los mismos puntos fijos. Se marca nuevamente el punto donde cae la plomada en el palo del medio, a este se llama "Punto b". El punto medio de estos puntos a y b, será el punto central y nivel de la plomada.

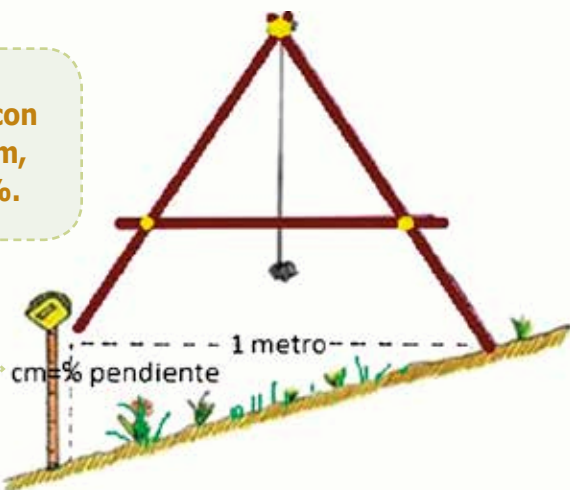


Medición de las pendientes:

Paso 1. Ubicarse en sentido de la pendiente del terreno con el nivel "A" sin seleccionar la parte más o menos inclinada.

Paso 2. Para medir el desnivel de un terreno, se deben tomar al menos cinco puntos distribuidos en todo el terreno, tratando de abarcar toda la parcela, con el fin de obtener una pendiente promedio. En cada punto hacer coincidir la plomada hasta el punto central del nivel, luego con una regla o flexómetro medir la altura de la pata suelta del nivel en "A" desde la superficie del suelo (en centímetros).

Ejemplo: Si se mide con la regla o flexo 30 cm, esto equivale a 30%.



Paso 3. Registrar los datos de los cinco puntos, luego sumarlos y dividir entre cinco (número de puntos medidos). El resultado será la pendiente promedio de la parcela o terreno en porcentaje (%).

$$\frac{P1\% + P2\% + P3\% + P4\% + P5\%}{5} = \text{Pendiente del terreno en \%}$$

Resultados

Calificación de la parcela o terreno en función de la pendiente:

Porcentaje de pendiente	Condición	Requiere práctica de:
Pendientes entre 5% y 15%.	Bueno	Surcos en contorno, barreras vivas, zanjas de infiltración, terrazas, abonamiento orgánico.
Pendientes mayor a 15%.	Con limitación	Uso de suelo para forestación, algunos frutales.

2.1.2. Muestreo de suelos

Para analizar los suelos, por cualquier método, es necesario tomar muestras en la parcela que interesa evaluar.

Materiales:

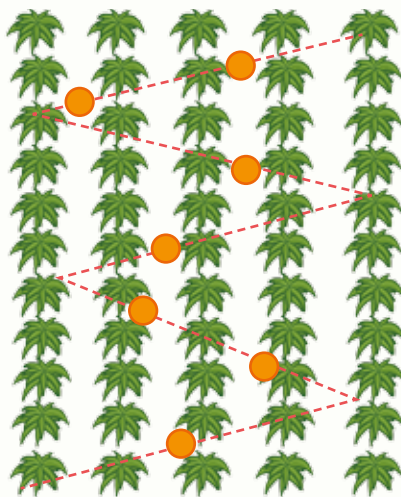
- Pala, picota.
- Bolsas de nylon.
- Palo (para cuarteo).



Procedimiento:

Paso 1

Se debe tomar varias muestras de la parcela utilizando el método Zigzag. La muestra no debe ser el suelo superficial, sino, un suelo donde se desarrolla la raíz de un cultivo. Para el caso de forrajes de 10 a 15 cm, para tubérculos como la papa entre los 20 a 30 cm, y en el caso de frutales hasta 1,50 metros de profundidad. Para eso se necesita una pala y picota.



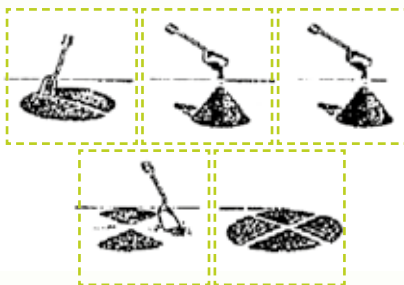
Paso 2

Luego, las muestras recolectadas se mezclan para obtener una sola muestra compuesta.



Paso 3

Esta muestra compuesta se divide en cuatro y solo una cuarta parte será utilizada para realizar el análisis de suelo.



2.2. Propiedades físicas

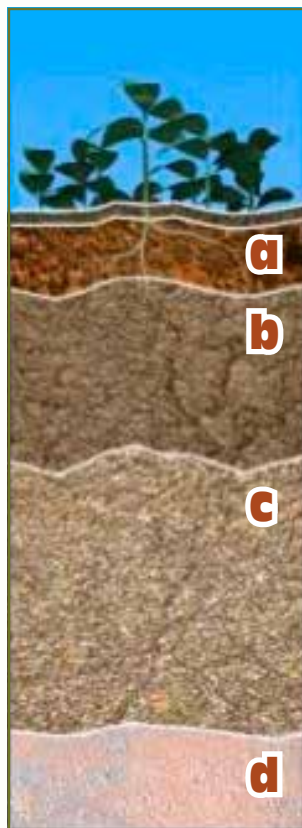
2.2.1. Análisis 1: Determinación del perfil (profundidad) del suelo

Se analiza las diferentes capas u horizontes del suelo de la parcela, para conocer el grado de desarrollo que presenta un suelo. Cada horizonte se diferencia por su color, textura y estructura. Es así que se conocen los siguientes horizontes:

- **El horizonte A,** es la capa superior donde se desarrollan las raíces de las plantas, generalmente presenta una coloración oscura enriquecida por la materia orgánica y posee una mayor actividad biológica por la cantidad de microorganismos como bacterias, hongos y otros.
- **El horizonte B,** es la capa intermedia donde llegan solo algunas raíces, es un horizonte que presenta una mezcla de arena y piedras, donde difícilmente existe actividad microbiana.
- **El horizonte C,** esta capa más profunda caracterizada por la presencia de rocas de gran tamaño, es el resultado de la alteración de la roca madre. En algunos casos está presente la napa freática o depósitos de agua subterránea.

Materiales:

- Picota, pala.
- Flexómetro.



Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/2-140721123837-phpapp02/95/2-suelos-14-638.jpg?cb=1405946393>

Procedimiento:

Paso 1

Cavar el suelo en forma de una caja de 60 x 60 cm y una profundidad de 70 cm.



Paso 2

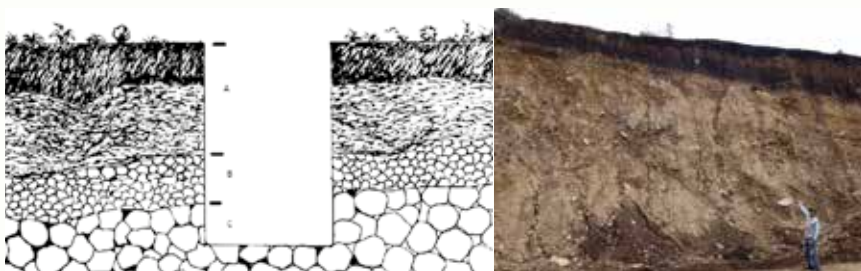
Medir la profundidad del suelo donde se desarrolla las raíces de las plantas y/o cultivos para clasificarlos de acuerdo a la tabla siguiente, en la mayoría de los casos corresponde al horizonte A.



La mayoría de los cultivos se desarrollan en el horizonte A, como la papa, la quinua, forrajes, haba. La alfalfa, la thola, traspasan el horizonte A hasta llegar al horizonte B.

Paso 3

Si existieran otras capas u horizontes, identificarlas de arriba hacia abajo y nombrar los horizontes como B o C, según corresponda.



Resultados

	Observación	Calificación del suelo	Requiere práctica de:
Horizonte A	a. Suelos superficiales (menores a 30 cm).	Pobre a regular	Incorporación de abonos orgánicos, dejar en descanso por más de 7 años. Son suelos ideales para pastoreo y cultivos de forrajes.
	b. Suelos moderadamente profundos (entre 30 y 60 cm).	Regular a bueno	Incorporación de materia orgánica para reponer los nutrientes extraídos, rotación de parcelas y cultivos. Estos suelos permiten trabajar todo tipo de cultivos.
	c. Suelos profundos (mayores a 60 cm).	Muy Bueno	
Horizonte B	Presenta mezcla de arena y piedras.	Regular	Para cultivos perennes como árboles frutales y forestales.
Horizonte C	Presencia de rocas de gran tamaño, presencia de napa freática o depósitos de agua subterránea.	No corresponde.	

2.2.2. Análisis 2: Determinación de la textura del suelo

Existen diferentes métodos para medir la textura del suelo, entre ellos se encuentran el método al tacto y el método de sedimentación en botella. Ambos sirven para determinar la proporción de arena, limo y arcilla presentes en el suelo.

En esta segunda versión, se ajustó los dos métodos, para un mayor rigor y fiabilidad en la determinación de la textura del suelo¹.

2.2.2.1. Método al tacto

Esta prueba es una de las más simples, accesibles y precisas, siempre que se siga exactamente los pasos de manera ordenada, tal como se describen a continuación:

Materiales


- Muestra representativa de suelo.
- Agua.

Procedimiento:

Paso 1	Paso 2
Se toma una muestra de suelo en la mano y se añade un poco de agua, hasta que sus partículas comiencen a unirse.	Se forma una bolita de 3 cm, y se la deja caer sobre una superficie plana.
	

¹ Con los aportes del investigador Wesley van Beeck.

Paso 3

Observación	Dibujo	Textura
Si la muestra de suelo al caer, se desmorona fácilmente, la textura es:		Arenoso
Si la muestra de suelo llega a formar una campana que se desintegra fácilmente, la textura es:		Areno francoso
Si la muestra, se se puede enrollar en forma de un cilindro corto de 6 a 7 cm y grueso, aproximadamente como el diámetro del lápiz, la textura es:		Franco limoso
Esta muestra de suelo se puede seguir amasando hasta formar un cilindro que se puede enrollar más delgado de unos 15 cm de largo, la textura es:		Franco
Este cilindro más delgado se puede doblarse en forma de U, la textura es:		Franco arcilloso
El cilindro puede doblarse para formar un círculo que muestra grietas, la textura es:		Arcillo limoso
El cilindro en forma de U puede doblarse para formar un círculo sin observarse las grietas, la textura es:		Arcillo arenoso

2.2.2.2. Método de sedimentación en botella y del triángulo textural

Materiales:

- Muestra de suelo
- Botella de muestreo calibrada
- Agua pura o neutra
- Varilla de madera para agitar la mezcla
- Jarra volumétrica o jeringa de 20 cc
- Diagrama del triángulo textural



Procedimiento:

Paso 1

Poner un volumen de agua conocido en la botella, esperar por 10 segundos y marcar el punto y la cantidad. Si se usa muestras de 100 ml de suelo, el rango del marcado debe ir desde 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 ml.



Midiendo la textura de los muestras de suelo:

Paso 2

Colocar una muestra representativa de suelo hasta un volumen de 100 ml, en la botella de vidrio calibrada y añadir un volumen de 250 ml agua.

Paso 3

Agitar enérgicamente la botella por al menos 30 segundos.

Paso 4

Esperar 24 horas o hasta el agua este transparente.

Medir la altura de sedimentación total



Paso 5

Medir la altura de las diferentes capas desde el fondo (Arena) a arriba (Limo, Arcilla).



Paso 6

Calcular los porcentajes de arena, limo y arcilla, usando la "regla de tres" como se indica:

$$\% \text{ Arena} = (\text{Altura arena} / \text{altura total}) \times 100$$

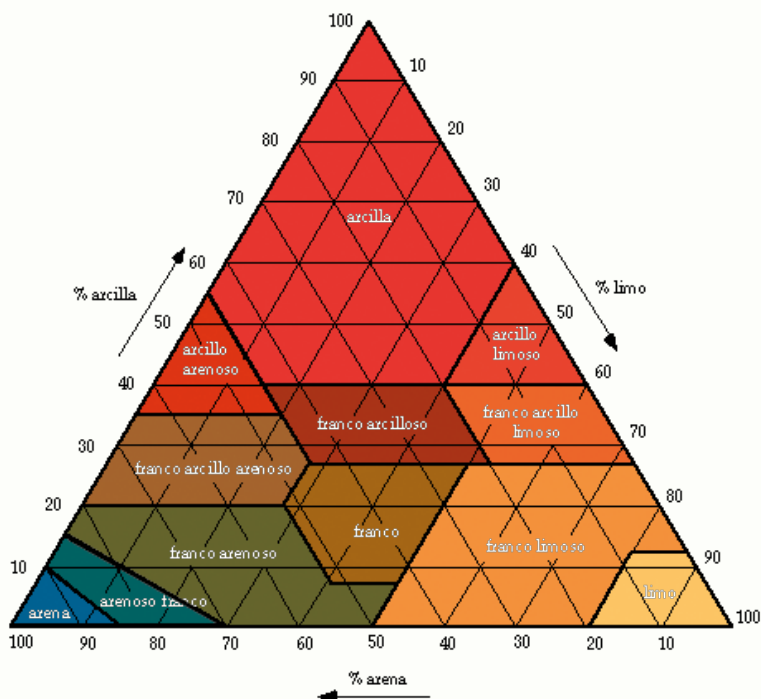
$$\% \text{ Arcilla} = (\text{Altura arcilla} / \text{altura total}) \times 100$$

$$\% \text{ Limo} = (\text{Altura limo} / \text{altura total}) \times 100$$

Paso 7

Pintar líneas de los porcentajes en el "triángulo textural", y donde se encuentran las tres líneas, se encuentra el nombre de la textura, registrarlo en una tabla y compararlo con la tabla textural.

Figura 3. Triángulo textural según clasificación del USDA



Fuente: <http://www.geocities.ws/crespog3/progd1/textu/index.htm>

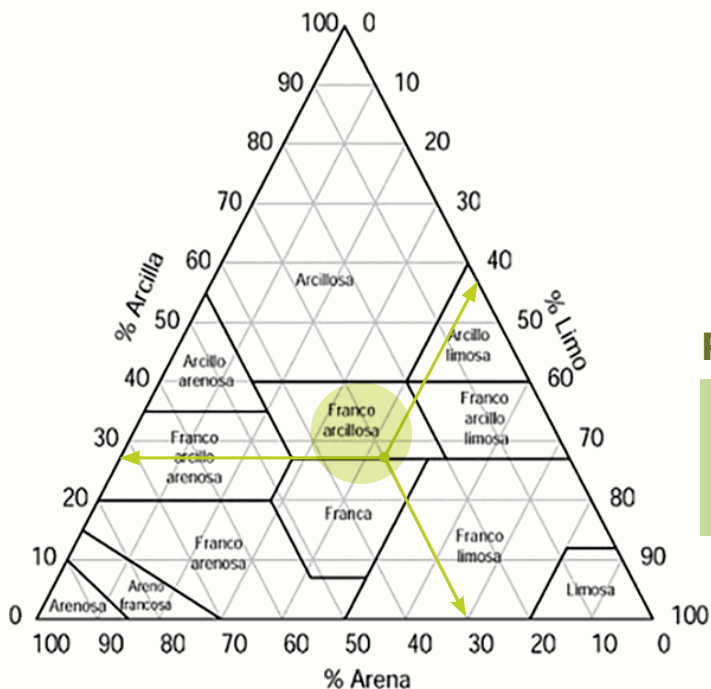
Ejemplo:

Determinación de textura de suelo de la comunidad de Kallaramaya (*municipio Caquiaviri*).



Partículas	Cantidad	Porcentaje
Arena	40 ml	30 %
Limo	60 ml	44 %
Arcilla	35 ml	26 %
Total	135 ml	100 %

Con los datos de la **tabla**, se debe identificar el tipo de textura en el triángulo textural.



Resultado:

Textura
Franco
arcilloso

Resultados:

Observación	Calificación del suelo	Requiere práctica de:
<p>Si la textura es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Franco limoso arcilloso. • Franco arcillo. • Arcillo-arenoso. 	Bueno	Poco abonamiento.
<p>Si la textura es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arenoso. • Arcilloso. 	Regular pobre	Necesita mucho abonamiento y mayor preparación del suelo.

2.3. Propiedades químicas

2.3.1. Análisis 3: Determinación del pH del agua y el suelo

Es importante conocer las características de acidez o alcalinidad (salinidad) del suelo y agua, para realizar prácticas correctivas.

2.3.1.1. pH del agua

Materiales:

- Muestra representativa de agua a analizar o evaluar.
- Papel pH metro.
- Frascos o vasos de plástico.

Procedimiento:

Paso 1

Recolectar la muestra de agua en un vaso.
Introducir una tira de papel pH durante diez segundos. Sacar la tira del papel y sacudir cinco segundos.

Paso 2

Comparar con la guía de colores.





Resultados:

Observación	Calificación del agua	Requiere práctica de:
pH menores a 5 = Ácido El agua es tóxica porque es probable que existan residuos de minas o yacimientos minerales.	Malo	Tratar con cal, evitar su uso para riego.
pH entre 6 y 7 = Neutro El agua neutra es la mejor para la actividad agrícola, dado que no tiene una carga mineral significativa que cause intoxicación.	Bueno	Se puede utilizar en riego.
pH mayores a 8 = Levemente alcalino (salino) a muy alcalino Es agua que lleva carga mineral salina.	Regular a malo	Evitar utilizar para riego.

2.3.1.2. pH del suelo

Materiales:

- Muestra representativa de suelo.
- Agua hervida fría.
- Papel pH metro.
- Varilla de madera.
- Frascos o vasos de plástico.



Procedimiento:

Paso 1

Colocar la muestra de suelo hasta la cuarta parte del vaso y mezclarlo con el agua durante 5 segundos.



Paso 2

Introducir en la mezcla una tira de papel pH durante 10 segundos y sacar sacudiendo cinco segundos. Luego comparar con la guía de colores.



Resultados:

Observación	Calificación del suelo	Requiere práctica de:
pH menores a 5 = Ácido La actividad microbiana del suelo es muy reducida o nula, ya no se desarrolla ninguna planta y cultivo.	Malo	Incorporación de guanos o abonos bocashi con alto contenido de ceniza o cal.
pH entre 6 y 7 = Neutro El suelo es adecuado para la mayoría de los cultivos, tiene una actividad microbiana muy buena.	Bueno (Disponibilidad máxima de nutrientes)	Rotación adecuada de cultivos, protección con coberturas vegetales.
pH entre 7 a 8 = Levemente alcalino (salino) Existe una leve deficiencia de nutrientes, que aunque están presentes en el suelo, pero no están disponibles.	Bueno a regular (Existe deficiencia de disponibilidad de nutrientes)	Incorporación de guano bien fermentado en cantidades moderadas.
pH mayores a 8 = Alcalino No existe actividad microbiana, porque los nutrientes del suelo no están disponibles.	Malo	Incorporación de guano bien fermentado en grandes cantidades.

2.4. Propiedades biológicas

2.4.1. Análisis 4: Determinación de la Materia Orgánica del suelo

Para estimar el contenido de materia orgánica en el suelo se tienen dos métodos prácticos:

- a. Método del agua oxigenada.
- b. Método de flotación².

2.4.1.1. Método del agua oxigenada

Materiales:

- Muestra representativa de suelo.
- Agua oxigenada.
- Nylon blanco.

Procedimiento:

Paso 1

Recolectar muestras de suelos para su análisis y colocarlas sobre un plástico de nylon color blanco.



² Método validado por los Yapuchiris de la FUNAPA y Jacha Suyu Pakajaqi.



Paso 2

Añadir diez gotas de agua oxigenada a las muestras de suelo y observar la aparición o efervescencia de burbujas.



Resultados:

Observación	Calificación del suelo	Requiere práctica de:
Si se observa una fuerte efervescencia o burbujeo, entonces el suelo contiene gran cantidad de materia orgánica.	Bueno	Rotación de cultivos intercalados entre alfalfa, papa, quinua, incorporación de guano.
Si se observa una leve efervescencia, entonces el suelo contiene pequeñas cantidades de materia orgánica.	Regular	Incorporación de guano en cantidades regulares.
Si no se observa efervescencia, entonces el suelo no contiene materia orgánica.	Pobre	Incorporación de guano en mayores cantidades.

2.4.1.2. Método de “flotación”

Materiales:

- Muestra representativa de suelo.
- Botella de vidrio.
- Agua.
- Varilla de madera.
- Regla o flexómetro.
- Calculadora.

Procedimiento:

Paso 1

Recolectar y colocar 10 cm de muestra de suelo en la botella de vidrio.

Añadir agua hasta completar los 20 cm de altura.



Paso 2

Mezclar con la varilla o agitar la botella vigorosamente y dejar reposar la botella durante 10 minutos.



Paso 3

Observar y medir el material flotante o capa de materia orgánica.



Resultados:

Observación	Calificación del suelo	Requiere práctica de:
Si la materia orgánica es mayor a 1 cm.	Muy bueno	Rotación de cultivos (alfalfa, papa, quinua) e incorporación de guano.
Si la materia orgánica esta entre ½ y 1 cm.	Regular	Incorporación de guano en cantidades regulares.
Si la materia orgánica es menor a ½ cm.	Pobre	Incorporación de guano en mayores cantidades.

Capítulo 3:



Maletín de buenas prácticas para mejorar los suelos y cultivo

3.1. Aprendiendo a mejorar la fertilidad de los suelos para una producción sostenible

Esta sección tiene el objetivo de que los pequeños agricultores, después de evaluar sus suelos, puedan conocer y aplicar las diferentes opciones tecnológicas propias y mejoradas con el fin de optimar el manejo y las sostenibilidad productiva de los suelos.

El menú de prácticas descrito en los siguientes acápite fueron validados y adecuados en diferentes comunidades en función de los materiales locales existentes.



3.2. Abonos

3.2.1. Abono sólidos

3.2.1.1. Práctica 1: Elaboración de Abono Bocashi



¿Qué es el abono Bocashi?

Es un abono sólido resultado de la fermentación o descomposición de materiales locales como pajas, rastrojos de plantas o cultivos de campañas pasadas. Esta descomposición es realizada por un conjunto de microorganismos (obreritos del agricultor) que existen en el estiércol de los animales, la levadura, leche o yogurt.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

La principal función del abono "bocashi" es ayudar a mejorar la materia orgánica del suelo reponiendo los nutrientes, mejorando así la fertilidad del suelo para que las plantas de los cultivos puedan crecer adecuadamente. Los suelos abonados son más sanos y sostenibles para las futuras generaciones y campañas agrícolas. Esta práctica es muy útil para aquellos productores que no tienen abono en grandes cantidades.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

Gran parte de los materiales que se necesitan se encuentran en nuestras comunidades, parcelas o casas. Los más importantes son:

- 2 bolsas de paja picada.
- 2 bolsas de estiércol de animal: gallinaza, oveja, llama, vacuno, cuy.
- 2 bolsas de tierra puruma, descansada, negra o turba.
- ½ arroba de ceniza o carbón molido.

- ½ arroba de harina puede ser de cebada, harina amarilla o afrecho.
1 kilo de chancaca o azúcar morena.
- 250 gramos de levadura fresca.
- 70 litros de agua.
- 5 kilos de harina de hueso quemada (opcional).
- 5 kilos de harina de rocas del lugar.

¿Cómo se elabora?



Paja picada



Estiércol de animal



Harina de rocas



Harina de huesos

1. Juntar los materiales sólidos en las cantidades indicadas y amontonar capa tras capa: tierra, ceniza, rastros, harina de rocas y huesos, de tal forma que se pueda mezclar de un lado para otro como si fuera una mezcla de cemento.
2. Diluir la levadura y chancaca en un poco de agua caliente. Mezclar

con los 70 litros de agua. Utilizar más agua si es necesario, dependiendo del tipo de suelo negro o turba utilizada.

3. Regar con la mezcla de chancaca, levadura y agua cada vez que se voltean las capas de los materiales sólidos remover y/o voltear con una pala de manera uniforme hasta conseguir una masa semisólida no barro.
4. Tapar con nylon y mantas oscuras para acelerar la fermentación y descomposición.
5. Voltear dos a tres veces por día, dependiendo del lugar si es muy frío o cálido, para evitar que la mezcla se queme.
6. Una vez descompuesto, el abono se mantiene frío y solo recién se guarda en bolsas de yute.
7. Es conveniente su preparación 10 a 15 días antes de la siembra.



¿Cómo se usa?

Se aconseja utilizar este abono igual que el guano, se echa en los surcos antes o después de colocar la semilla en la siembra. Este abono se puede utilizar para papa, quinua y hortalizas, incluyendo como enmiendas orgánicas en frutales.

Agricultores optimizan el uso del bocashi haciendo uso de un plato por semilla de papa.



3.2.1.2. Práctica 2: Elaboración de harina de rocas para enmiendas y abonamiento de suelo

¿Qué es la harina de rocas?

Es roca molida, es un abono sólido y de origen natural resultado de la selección de diferentes tipos de rocas (volcánicas, sedimentarias y metamórficas).



¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Las harinas de rocas actúan como fertilizantes naturales, aportando minerales que son alimento para los microorganismos del suelo, los mismos liberan los nutrientes básicos y esenciales para las plantas, cumpliendo un papel muy importante en el desarrollo de los sistemas de defensa que les ayuda a resistir el ataque de plagas y enfermedades. Las principales ventajas son:

- Incorporación gradual de elementos nutritivos.
- Aporta silicio, fósforo, potasio disponible y más de 60 elementos.
- Regula el pH del suelo (sustituye al encalado).
- Mejora la calidad y la salud del suelo.
- Aumenta la disponibilidad de los minerales para las plantas y el hombre.
- Aumenta la resistencia de las plantas contra las enfermedades.
- Favorece el desarrollo de la microbiología benéfica del suelo.
- Reduce la erosión del suelo.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

Piedras y rocas del lugar:

- Basaltos, son rocas de color generalmente negras y duras.
- Calcitas, son rocas de color blanquecinas y suaves.
- Fosforitas, son rocas de color verdusco a plomizo, se deshacen fácilmente.
- Serpentinitos, son las rocas de color verde azuladas, se deshacen fácilmente.
- Silicatos, son rocas de color blanquecinos o plomos, son los más duros.



¿Cómo se elabora?

Las rocas pueden ser molidas en canteras, por molinos, a martillazos o en batanes hasta su fina pulverización. Entre más molidas las rocas, más fino será el polvo, de ahí el término de harina.

¿Cómo se usa?

La harina de roca puede ser mezclada con melaza o chancaca, y con esta mezcla se “rebosa” las semillas antes de la siembra.

También puede ser esparcida a mano desde una carretilla usando una pala como si fuera guano o mezclada con ella. Se recomienda aplicar 300 gramos por m² y 3 toneladas por hectárea. Inclusive se pueden remineralizar abonos, biofertilizantes, compostas entre otros.

3.2.1.3. Práctica 3: Compost de jipi de quinua para mejorar la estructura del suelo

¿Que es el compost?

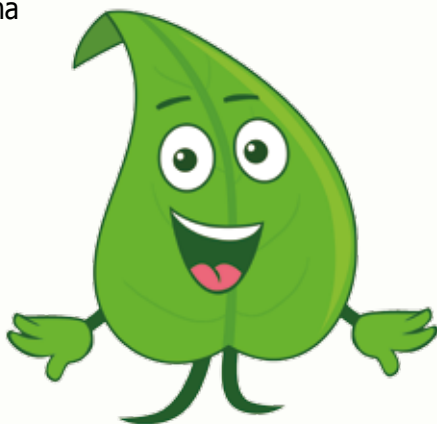
El compost es un abono natural que resulta de un proceso de descomposición y fermentación de materia verde y también seca, por acción del agua, temperatura y de microorganismos biológicos aerobios.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

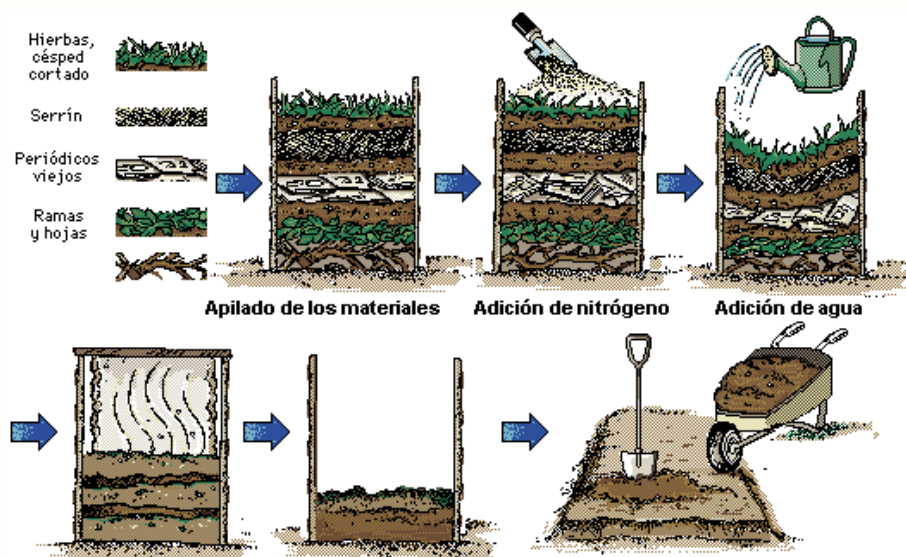
Sirve para mejorar la estructura del suelo, en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Permite mejorar la circulación y retención de humedad, así como disponer de mejor forma los nutrientes del suelo para la planta.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- 3 quintales de bosta de llama u oveja
- 3 quintales de guano de gallina coneja
- 2 quintales de jipi o ceniza de jipi (kjella)
- 3 quintales de saponina
- 3 carretillas de tierra negra o puruma
- 1 kilo de harina de pescado
- 1 kilo de ceniza de thola
- 30 litros de chancaca diluida
- 1 kilo de levadura



¿Cómo se elabora?



Fuente: <http://3inz7fo7lrtr3thr14bu4z11y3.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/d862af27a88c4ddb83e651690d9c3083p8Cz6h.gif>

1. Se preparar una fosa de un volumen de 1 x 1,50 metros por 30 centímetros de profundidad.
2. Se afloja la tierra con una pala y se procede a incorporar los diferentes materiales guanos, ceniza, harina de pescado, jipis y saponinas capa por capa. Cada capa debe tener aproximadamente 10 centímetros.
3. Se debe regar con el agua de chancaca y levadura diluidas cada capa que se va formando.
4. Entre cada 3 capas de materias verde, jipi, ceniza, saponina o seca se coloca la tierra puruma o negra unos 5 centímetros.
5. Toda este preparado se debe colocar hasta llegar a un metro de altura.

6. Después de un 15 días se debe voltear la composta para asegurar una descomposición uniforme de la pila. Se recomienda un volteo cada mes.
7. Monitorera la humedad, si se observa seco aumentar agua, caso contrario solo voltear y mantenerlo bien tapado.
8. La descomposición y maduración del compost tarda mas o menos de 1 a 4 meses, dependiendo del la temperatura del lugar.
9. La compost está lista cuando no se reconoce las materias originales. Cuando está lista, se recomienda dejar de regar y almacenarla en costales.
10. Para su uso se puede cernir o tamizar.



¿Cómo se usa?

Se utiliza incorporando al suelo junto con la semilla de los cultivos, para el caso de la quinua se recomienda aplicar a la parcela 30 quintales de compost maduro por hectárea.

3.2.2. Abono líquidos

3.2.2.1. Práctica 4: Elaboración y uso de abono Biofoliar



¿Qué es el abono biofoliar?

Es un abono líquido fermentado, cuya elaboración es en base a bosta fresca de vaca, agua y otros materiales. Es considerado uno de los mejores abonos líquidos en la experiencia de los/as yapuchiris de la FUNAPA³. También es llamado “Súper Biol”.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Sirve para complementar y fortalecer la nutrición de las plantas de cultivos que presentan deficiencias de nutrientes, debido a suelos pobres en fertilidad. También es muy utilizado para recuperar cultivos dañados por el impacto de heladas, granizadas e incluso sequías; asimismo, ayuda a resistir y recuperar cultivos de los ataques de plagas y enfermedades. Este producto no contamina el suelo y permite una producción sana.

¿Qué insumos y materiales se requiere para elaborar?

- 40 kilos de bosta fresca de vaca.
- 6 kilos de chancaca o azúcar morena o estevia (½ kilo).
- 200 gramos de levadura.
- 10 litros de leche o suero de leche (sin sal) ó 2 litros de yogurt.
- 10 kilos de alfalfa fresca.
- 5 kilos de gallinaza o estiércol de cuy o cerdo.

³ FUNAPA. Federación Unión de Asociaciones Productivas del Altiplano - La Paz. Organización en cuyo interior reconocen a su brazo técnico local los “Yapuchiris”.

Otros insumos que sirven para mejorar la calidad del abono:

- 2 kilos de harina de pescado o pescado crudo molido.
- 2 kilos de cáscara de huevo.
- 3 a 5 kilos de harina de rocas.
- 5 kilos de ceniza o khella.

Contar con un turril de plástico de 200 litros con tapa, carretilla o bañador, baldes o jarra, batanes, una botella PET, manguera de 60 cm, válvula de neumático, un palo para remover.

¿Cómo se elabora?

1. Mezclar el estiércol o bosta fresca en agua en un bañador o carretilla hasta que quede como "lagua", en caso que el estiércol o bosta se encuentre seco remojar una noche antes, al día siguiente amasar por ½ hora aproximadamente.
2. Remojar y diluir la chancaca en agua tibia junto con la levadura en un balde o jarra.
3. Machacar la alfalfa fresca para extraer el jugo.
4. Mezclar en el turril de plástico de 200 litros la bosta diluida, la chancaca, la levadura, jugo de alfalfa machacada o molida y la leche.



5. Si se quiere mejorar el biofoliar se puede agregar de forma opcional: gallinaza, harina de pescado, harina de rocas, cáscara de huevo molido.
6. Luego de mezclar los materiales en el turril con ayuda de un palo durante unos 10 a 15 minutos.
7. Realizar la perforación y colocado de la válvula a la tapa de turril plástico, asegurando con una liga de neumático. Conectar la manguera por uno de los extremos a la válvula.
8. Tapar y sellar herméticamente el turril plástico, y acoplar la manguera conectada a la válvula y el otro extremo a la botella PET con agua. Se realiza esto para que el turril “respire” o “burbujee”, es decir, para que el biogás que se produce con la fermentación salga, de lo contrario el turril corre el riesgo de explotar.
9. El turril debe ubicarse en un ambiente caliente como una carpa solar o en medio de bosta seca.



10. El tiempo que dura el proceso de fermentación varía según la época y la región donde se prepara, el producto en condiciones del altiplano tarda aproximadamente entre 45 y 90 días.
11. Antes de conservar y guardar el biofoliar, este debe ser filtrado o cernido con ayuda de una tela de seda. Luego se almacena en botellas PET o turriles agregando una cucharilla de aceite comestible para su conservación en un lugar oscuro.

¿Cómo se usa?

La aplicación se debe realizar según la fase fenológica del cultivo, el tipo de suelo y su contenido de materia orgánica (nutrientes).



En el cultivo de papa, se recomienda aplicar como mínimo dos fumigaciones durante la etapa de crecimiento, primero a los 10 cm de altura y la segunda a los 20 cm de altura. La dosis es de 2 a 5 litros de biofoliar, completando con agua para una mochila fumigadora de 20 litros. Este producto también se aplica antes o después de una helada. Su aplicación ayuda a la renovación y fortalecimiento de las hojas. En el caso de granizadas, se recomienda esperar mínimamente 1 a 3 días para que cicatricen las heridas de las plantas y recién fumigar.



**En ambos casos se
recomienda fumigar en la
mañana o en la tarde**

En quinua se recomienda aplicar entre cuatro a seis aplicaciones durante la fase de crecimiento hasta antes de la floración. La dosis de aplicación es 2 litros de biofoliar en 18 litros de agua para una mochila de 20 litros. Se recomienda fumigar a partir de la cinco de la tarde o en la madrugada entre las 6:30 a 8:30 am.

3.2.2.2. Práctica 5: Elaboración de té de guano o estiércol

¿Qué es el té de guano?

Es un abono líquido fermentado, cuya elaboración es en base a bosta de camélidos (llamas), agua y otros materiales. Es una variación del abono biofoliar⁴.



¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Sirve para complementar y fortalecer la nutrición de las plantas de los cultivos de quinua que presentan déficit de nutrientes, debido a suelos pobres en fertilidad. También es utilizado para recuperar cultivos dañados por el impacto de heladas y granizadas e incluso sequías; asimismo, ayuda a resistir y recuperar cultivos de los ataques de plagas y enfermedades. Este producto no contamina el suelo y permite una producción sana.

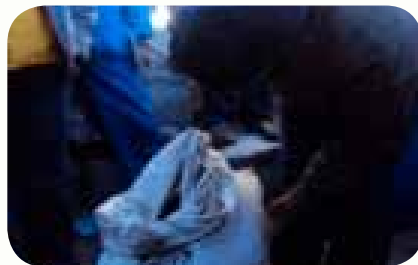
¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- 50 kilos de estiércol fresco de llama.
- 4 litros de melaza (chancaca y/o empanizado).
- 4 litros de leche.
- 4 kilos de ceniza de leña.
- 180 a 200 litros de agua
- Otros insumos que sirven para mejorar la calidad del abono son: harina de roca, cáscara de huevo.

⁴La asociación quinuera ARPAIANT- Asociación Regional de Productores Agropecuarios Integral de los Ayllus del Municipio de Tomave – Potosí, utiliza este preparado para sus cultivos de quinua.

¿Cómo se elabora?

1. Colocar el estiércol de llama, la ceniza y la harina de rocas en un saco o yute y amarrar de manera muy segura.
2. Colocar el yute o bolsa preparado dentro de un turril plástico de 200 litros.
3. Aparte mezclar la melaza o chancaca y la leche.
4. Echar la mezcla al turril.
5. Proceder a cerrar herméticamente el recipiente, con un plástico sujetado por una liga de neumático.



Existe otra forma de almacenar este té de estiércol y es de la siguiente: armar una bolsa cerrada de agro film amarillo grueso, donde se mezclan todos los ingredientes y se amarra fuertemente los extremos, tal como se ve en la foto.

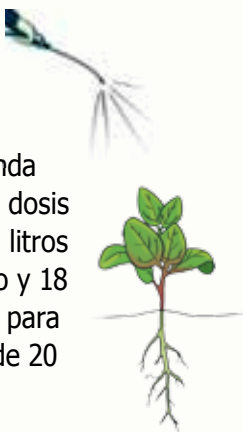

¿Cómo se usa?

El té de guano se recomienda para el cultivo de quinua, y de acuerdo a la experiencia de los Yapuchiris y agricultores, la dosis está en función de dos criterios importantes:

- Estado de fertilidad del suelo.
- Fase de crecimiento del cultivo.



Entonces, cada agricultor debe calibrar (probar) las dosis según las necesidades. Por ejemplo, para la quinua, se recomienda:

Fase de crecimiento de cuatro a seis hojas verdaderas:	Fase de crecimiento de ramificación a panojamiento:
<p>Se recomienda iniciar con una dosis promedio de 2 litros de té de guano y 18 litros de agua para una mochila de 20 litros.</p> 	<p>Se recomienda incrementar la dosis promedio de 2 a 3 litros de té de guano y 18-17 litros de agua.</p> 

También se puede aplicar la dosis para recuperar cultivos dañados por heladas y granizadas. Para el caso de la granizada esperar un día para que cicatricen las heridas de las plantas y recién fumigar en la mañana o en la tarde.

3.2.3. Caldos minerales y extractos de hierbas

3.2.3.1. Práctica 6: Elaboración del caldo sulfocálcico



¿Qué es el caldo sulfocálcico?

Es un caldo mineral preparado en base a cal y azufre.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?



Este producto es útil para controlar plagas como trips, ácaros, pulgones y enfermedades causados por hongos como la roya, mildiu y oídio. Asimismo, este producto ayuda a las plantas a recuperar su equilibrio nutricional por causa de un mal manejo del suelo y por el uso exagerado de químicos.

Yapuchiris y agricultores de la FUNAPA, Jacha Suyu Pakajaqi y ARPAIAM, comprobaron la

efectividad del producto en papa y en quinua. En su experiencia los resultados fueron satisfactorios para controlar enfermedades y recuperación de daños por las heladas y granizadas.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- 1 kilo de cal viva o apagada lo más pura posible.
- 2 kilos de azufre en polvo de buena pureza.
- 15 litros de agua.

¿Cómo se elabora?

1. Mezclar en seco la cal con el azufre, lo más uniforme posible de acuerdo a la medida indicada, luego añadir agua fría para generar una solución pastosa.
2. Hacer hervir agua en un recipiente metálico (lata de alcohol, medio turril) el agua. Se recomienda hervir de fuego moderado a fuerte.
3. Añadir con cuidado la mezcla de azufre y cal al agua hirviendo lentamente.
4. Remover constantemente la preparación, con ayuda de un palo, para evitar que la mezcla forme grumos y se queme. El caldo sulfocálcico debe hervir aproximadamente entre 30 a 40 minutos, hasta adquirir un color vino tinto. Se debe tener cuidado de no hervir por demasiado tiempo ya que el producto adquirirá una coloración verde y no será efectivo.
5. Una vez frío el caldo sulfocálcico, se filtra y se guarda en botellas PET bien tapados. Se puede guardar la preparación hasta un año, agregando una cucharilla de aceite comestible para conservar sus propiedades.



¿Cómo se usa?

El caldo sulfocálcico se puede utilizar de dos formas:

Primera: Forma de uso	Segunda: Forma de uso
Como desinfectante de semillas, empleándose una dosis de 1 a 3 litros por cada 50 litros de agua.	Como fortificante a través de fumigaciones empleándose una dosis de $\frac{1}{2}$ a 2 litros de caldo sulfocálcico para una mochila de 20 litros.
1-3 litros CS + 50 lilitros agua	0.5 - 2 litros CS + 19.5-18 litros agua
	

Estas aplicaciones deben realizarse usando los criterios de tipo de suelo, tipo de cultivo y muy importante la fase del cultivo.

3.2.3.2. Práctica 7: Elaboración del Caldo Bordelés



¿Qué es el caldo bordelés?

Es un caldo mineral preparado en base a cal y sulfato de cobre molido.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Es un producto útil para controlar enfermedades fungosas y plagas en los cultivos. Las enfermedades y las plagas reducen el rendimiento en la producción agrícola.

El caldo bordelés es una práctica efectiva para que el sistema productivo recupere su equilibrio nutricional y pueda fortalecerse para resistir las enfermedades y plagas que afectan los cultivos de la papa.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- 1 kilo de cal viva o apagada lo más pura posible.
- 1 kilo de sulfato de cobre molido.
- 100 litros de agua.

¿Cómo se elabora?

1. Pesar un kilo de cal y un kilo de sulfato de cobre (este producto es mejor si se utiliza molido).
2. Disolver la cal en 90 litros de agua.



3. Disolver en otro recipiente, el sulfato de cobre molido en 10 litros de agua preferiblemente tibia y revolver constantemente.
4. Finalmente, echar el preparado de sulfato de cobre en el recipiente que contiene la cal. **Ojo: Nunca se debe echar al contrario.**
5. Revolver la mezcla.
6. Este caldo queda listo para aplicar el mismo día.
7. Filtrar el caldo antes de utilizar.



¿Cómo se usa?

Para papa y tomate se recomienda utilizar una proporción de 1 a 2 litros de caldo bordelés por 1 litro de agua. Se fumiga cuando las plantas tengan unos 30 cm y con intervalos de 7 a 10 días.

En épocas de excesiva humedad principalmente en el cultivo de quinua, se recomienda utilizar de 2 a 3 litros de este preparado mezclado con 2 litros de biofoliar y 1 litro de extracto de hierbas y completar con agua para una mochila de 20 litros.

Para cebolla, zanahorias, arvejas y ajo se recomienda utilizar una dosis de 3 litros de caldo por 1 de agua.

Precauciones. No se debe aplicar a plantas recién germinadas ni en plena floración y no exceder dosis recomendadas. Realizar la aplicación en horas de la mañana o de la tarde, cuando el suelo este húmedo.

3.2.3.3. Práctica 8: Elaboración de extracto de hierba

¿Qué es el extracto de hierba?

Es un macerado de plantas amargas existentes en la misma comunidad.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Es un producto útil para controlar preventivamente plagas como las polillas, piqui piquis, y otros insectos, que atacan los cultivos disminuyendo los rendimientos.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- ¼ arroba de ajo.
- ¼ arroba de locoto.
- 10 cajetillas de tabaco (cigarro Astoria u otro).
- 2 kilos de Ruda.
- 2 kilos de Muña o koa.
- 2 kilos de Altamisa.
- 5 kilos de plantas o hierbas picantes del lugar.
- 1 turril metálico de 50 litros.
- 1 turril plástico de 200 litros con tapa.

¿Cómo se elabora?

1. Hacer hervir 40 litros de agua en el turril metálico.
2. Moler todas las hierbas como la ruda, muña koa y altamisa, por separado.



3. Moler el ajo y el locoto enteros por separado.
4. Extraer el tabaco de los cigarrillos, es decir, quitar su envoltura.
5. Introducir todas las hierbas molidas, ajo, locoto y tabaco al turril de 200 litros de plástico, luego vaciar el agua caliente, posteriormente cerrar herméticamente el turril.
6. Ubicar el turril en un lugar protegido del frío y del sol.
7. El producto estará listo para su aplicación a partir de la segunda semana.



¿Cómo se usa?

Se usa según la fase fenológica del cultivo y según el nivel de infestación de la plaga. Debido al abuso de agroquímicos y la resistencia de las plagas, las dosis van de 1 a 6 litros de extracto por mochila de 20 litros. La aplicación del producto es preventiva y no curativa.

3.2.3.4. Practica 9: Elaboración de extracto de tholares y saponina

¿Qué es el extracto de tholares y saponina?

Es un macerado de plantas de tholas y saponina principalmente.

¿Para qué sirve? y ¿en qué caso se lo utiliza?

Sirve como repelente para ahuyentar las polillas, gusanos y otras plagas en el cultivo de quinua.

¿Qué materiales se requiere para elaborar?

- 2 libras ceniza.
- 8 libras Leja thola.
- 8 libras saponina.
- 8 libras K'oa.
- 8 libras Huma thola.
- 8 libras Muña.
- 8 libras Chachacoma.
- 80 litros agua.



¿Cómo se elabora?

1. Hacer hervir agua en un recipiente junto con la ceniza y la saponina, por 30 minutos.
2. Añadir los demás ingredientes como las tholas, chachacomas, muñas y k'oa. El preparado debe seguir hirviendo por otros 30 minutos. Se debe remover cada 15 minutos para generar una buena mezcla.
3. Una vez, retirado del fuego, se debe colar el preparado y guardarlo en recipientes cerrados para que fermenten por un lapso de 2 a 3 meses.
4. Pasado el tiempo de fermentación el producto está listo para usarse.



¿Cómo se usa?

Se usa una dosis de 4 a 6 litros del extracto para una mochila de 20 litros. Esta dosis se puede modificar de acuerdo a la fase fenológica de la planta, así como a la intensidad de daño ocasionada por las plagas.

Debido a la naturaleza del preparado por su contenido de saponina y hierbas picantes, se debe tener cuidado en su almacenamiento en un lugar seguro, fuera del alcance de los niños, quienes pueden confundir con refrescos.

3.3. Aprendiendo el uso integral de bioinsumos⁵ en los cultivos y su control de calidad



Es importante que los productores puedan utilizar los bioinsumos: bioles provenientes de biodigestores y biofoliares provenientes de turrones tengan un control de calidad y el agricultor pueda utilizarlos de manera integral (combinaciones), adecuando las dosis a través de pruebas en áreas pequeñas de las parcelas para calibrar la dosis según el tipo de cultivo, el manejo, el nivel de fertilidad del suelo, control de plagas y el impacto del clima.

3.3.1. Aplicación integral de Bioinsumos



Las dosis de bioinsumos probadas por Yapuchiris en diferentes cultivos y casos, se muestran en el siguiente **cuadro 3**:

⁵ Son bioles, biofoliares, caldos minerales, extractos de hierbas.

Cuadro 3. Recomendaciones de aplicaciones de dosis de bioinsumos

Cultivo	Fase fenológica del cultivo	Calidad de suelos y casos	Dosis
Papa	Emergencia, antes del primer aporque, fase de estolonización y antes de floración.	Suelos regulares.	2 litros del biofoliar + 18 litros de agua.
		Suelos pobres.	5 litros del biofoliar + 15 litros de agua.
		Caso daño por impacto de granizada y helada.	5 litros del biofoliar + 1 litro de caldo sulfocálcico + 14 litros de agua.
		Caso daño por impacto de plagas (gorgojo) en emergencia.	2 litros del biofoliar + 2 litros de extracto de hierba + ¼ litro de caldo sulfocálcico + 15 litros de agua.
Quinua	Emergencia, cuatro hojas verdaderas, Inicio de panojamiento y grano lechos.	Suelos regulares.	2 litros del biofoliar + 18 litros de agua.
		Suelos pobres.	5 litros del biofoliar + 15 litros de agua.
		Caso daño por impacto de granizada y helada.	5 litros del producto + 1 litro de caldo sulfocálcico + 14 litros de agua.
		Caso plagas (polilla).	2 litros de caldo sulfocálcico (mas ceniza) + 4 litros de extracto en 14 litros de agua.
Hortalizas	Emergencia, desarrollo de la planta.	Suelos regulares en la carpa solar.	2 litros del producto + 18 litros de agua.
Forraje	Emergencia, desarrollo de la planta.	Suelos buenos	2 litros del producto + 18 litros de agua.
		Suelos pobres	5 litros del producto + 15 litros de agua.

3.3.2. Control de calidad de abonos foliares

Los abonos foliares biofoliar, biol, superbiol elaborados por los Yapuchiris tanto de FUNAPA, Jacha Suyu Pakajaqi y otros productores del área rural, utilizan diferentes insumos o productos locales para la preparación de los mismos, tomando en cuenta dos principios importantes para estandarizar la calidad del producto final, y son el tiempo de fermentación y el uso de insumos esenciales. En este sentido es importante que el productor deba monitorear o controlar la calidad de los biofoliares aplicando el “método casero del alcohol”.

3.3.2.1. Método casero del alcohol

Materiales:

- Vaso de vidrio o plástico.
- Muestra representativa de biofoliar o biol (filtrado o cernido).
- Alcohol de 96 grados de pureza (alcohol medicinal).

Procedimiento:

Paso 1

Colocar la muestra de biofoliar cernido hasta la mitad del vaso y completar con el alcohol sin llenar el vaso.

Esperar aproximadamente 10 segundos hasta que la mezcla reaccione.



Paso 2

Sostener con la mano el vaso de la muestra para sentir el grado de calor que produce la reacción.



Paso 2

Al mismo tiempo observar detenidamente la formación de grumos o coágulos, parecido a la formación de nata en la leche.



Resultados:



Bueno

Regular

Regular

Pobre

Criterios de evaluación		Calificación del biofoliar	Explicación:
Calor al tacto.	Caliente	Bueno	Biofoliar con uso de mayores insumos en la preparación.
	Tibio	Regular	Biofoliar con uso de pocos insumos en la preparación.
Formación de grumos.	Mucho	Bueno	Biofoliar con tiempo de fermentación adecuada. Un mes en invernadero o 3 meses en otro ambiente.
	Poco	Regular	Biofoliar con tiempo de fermentación inadecuado, menor a un mes en invernadero o menor 3 meses en otro ambiente.
	Casi nada	Pobre	Biofoliar con tiempo de fermentación menores a 1 mes.



PROSUCO

Promoción de la Sustentabilidad
y Conocimientos Compartidos

Calle Agustin Aspiazu N° 458, Sopocachi

Teléfono/fax: (591) 2412097

Página web: www.prosuco.org

Correo electrónico: prosuco.org@gmail.com

La Paz - Bolivia



JACH'A SUYU PAKAJAQI
Ayllus y Markas de Jach'a Suyu Pakajaqi
Reconstituido el 13 de Septiembre de 1997
Reconocido Mediante Resolución Prefectural No. 0316/98
Miembro de CONAMAQ



PROGRAMA
COLABORATIVO
DE INVESTIGACIÓN
SOBRE CULTIVOS

LA FUNDACIÓN M-KNIGHT