

Programa de Asociación de País  
Para el Apoyo al Programa Nacional de Lucha  
contra la Desertificación y la Sequía

# **MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRAS**

*María Nery Urquiza Rodríguez  
Candelario Alemán García  
Leonardo Flores Valdés  
Marta Paula Ricardo  
Yulaidis Aguilar Pantoja*

*Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental  
María Nery Urquiza Rodríguez y Candelario Alemán García*

*Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos  
Leonardo Flores Valdés*

*Instituto de Ingeniería Agrícola  
Marta Paula Ricardo*

*Instituto de Suelos  
Yulaidis Aguilar Pantoja*

Manual de Procedimientos para Manejo Sostenible de Tierras

Primera edición, 2011

Edición, diseño y composición:  
Eduardo Martínez Oliva

Corrección:  
Yanelis González Leyva

Fotografías de:  
Candelario Alemán García  
Joel Hernández Marín  
Néstor Rey Jiménez  
Onil Bientz Conti  
Raimundo López Silveiro  
Rosario Domínguez Basail

Para la presente edición:  
© CIGEA, 2011

ISBN: 978-959-287-027-7

# CONTENIDO

## INTRODUCCIÓN

PRINCIPIOS PARA LA APLICACIÓN DEL MST	7
BARRERAS QUE SE OPONEN AL MST	8
INDICADORES QUE MEJOR EVALUEN EL MST	9
COMPONENTES OPERACIONALES	16
GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANEJO SOSTENIBLE DE LA TIERRA	28
BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	39
ANEXOS	
<b>Anexo no. 1:</b> Caracterización general del área	47
<b>Anexo no. 2:</b> Herramientas metodológicas para evaluar el estado de las tierras agrícolas y su sostenibilidad	49
<b>Anexo no. 3:</b> Contenido del Plan de Manejo de la Tierra (PMT)	170
<b>Anexo no. 4:</b> Indicadores de Impacto	181
<b>Anexo no. 5:</b> Planilla para el levantamiento de buenas prácticas	183
<b>Anexo no. 6:</b> Composición de los equipos de evaluación	186

# INTRODUCCIÓN

El Programa de Asociación de País (CPP) en “Apoyo al Programa de Lucha contra la Desertificación y la Sequía”,<sup>1</sup> es una modalidad de trabajo asumida por Cuba para llevar adelante su Programa de Acción Nacional en conjunto con varias instituciones nacionales e internacionales, financiado por el Gobierno de Cuba y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En su texto, aparecen claramente definidas las metas a alcanzar en diferentes momentos de la aplicación de los cinco proyectos que componen el esquema de trabajo del Programa. La meta más concreta y directa, es la relacionada con “las tierras bajo manejo sostenible” a ser alcanzada de manera progresiva en cada uno de los proyectos, hasta lograr su multiplicación en áreas de replicación conocidas como paisaje.

Definir y establecer el alcance del Manejo Sostenible de Tierras (MST), bajo las condiciones actuales, es un elemento metodológico de gran importancia que podrá ser empleado como herramienta para la evaluación posterior de los resultados del CPP y para la elaboración del procedimiento que permita declarar las tierras bajo manejo sostenible.

El MST es una expresión cada vez más empleada en el mundo con el propósito de manifestar la excelencia en el tratamiento de las tierras para obtener bienes y servicios suficientes y de calidad sin comprometer el estado de sus recursos naturales renovables y su capacidad de resiliencia.

En la literatura consultada existe abundante información de donde se han extraído los elementos para definir, con criterios de expertos, por la coincidencia en sus definiciones y mensajes alrededor del tema que nos ocupa, los siguientes términos y definiciones.

**Manejo:** Conjunto de acciones para el uso de los bienes y servicios proveniente de los recursos naturales, sociales y materiales, considerando las características del medio en el cual interactúan.

**Sostenibilidad:** Uso de los recursos naturales sin comprometer su capacidad de regeneración natural. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), considera que la sostenibilidad no implica necesariamente una estabilidad continua de los niveles de productividad, sino más bien la resiliencia de la tierra; en otras

---

<sup>1</sup> CITMA, Programa de Asociación de País, Ciudad de La Habana, noviembre 2005, 170 páginas.

palabras, la capacidad de la tierra para recuperar los niveles anteriores de producción, o para retomar la tendencia de una productividad en aumento, después de un período adverso a causa de sequías, inundaciones, abandono o mal manejo humano.

**Tierra:** Se refiere a un área definida de la superficie terrestre que abarca el suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima, las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas. Ello permite referirse más directamente al manejo, o como otros lo nombran, gestión integral de los recursos naturales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se define como MST, lo siguiente:

Modelo de trabajo adaptable a las condiciones de un entorno específico, que permite el uso de los recursos disponibles en función de un desarrollo socioeconómico que garantice la satisfacción de las necesidades crecientes de la sociedad, el mantenimiento de las capacidades de los ecosistemas y su resiliencia.

Asociado a este modelo de trabajo, necesariamente habrá que conseguir una nueva forma de pensar y actuar en la agricultura, de manera que se conjuguen las acciones multidisciplinarias y, transectoriales en función de la gestión integrada de los recursos.

Uno de los grandes retos primarios para el MST es la decisión relacionada con el destino o uso de la tierra, habitualmente a cargo de actores y decisores no relacionados directamente con el agricultor y que, en ocasiones, se realiza de manera inconsulta con este. Por ello es de gran importancia considerar el ordenamiento del territorio y la Planificación de Uso de la Tierra como elementos iniciales del proceso único del ciclo productivo.

**Planificación de Uso de la Tierra (PUT):** Es la evaluación sistemática del potencial de la tierra, de las alternativas de uso y de las condiciones sociales y económicas que permitan seleccionar y adoptar las mejores opciones. Su propósito es el de seleccionar y poner en práctica las medidas que mejor satisfagan las necesidades de la población, salvaguarden los recursos para el futuro y ofrezcan modelos que se adapten a las circunstancias cambiantes.

Otros retos se asocian a la selección de la tecnología de explotación a aplicar, al sistema de conservación y comercialización y a la inversión financiera para atender las necesidades del nuevo ciclo productivo. Para todo ello, se considera de importancia capital, la preparación y conocimientos de los agricultores y demás actores que intervienen en la producción de bienes y servicios ofrecidos por los recursos naturales de los ecosistemas.

## PRINCIPIOS PARA LA APLICACIÓN DEL MST<sup>2</sup>

Estos principios pudieran ser considerados como “los elementos que no pueden faltar” en un proceso de MST.

- El respeto y observancia de los instrumentos regulatorios vigentes (legales, técnicos e institucionales) así como los aspectos básicos de planificación, organización, coordinación y participación comunitaria.
- Las acciones basadas en los resultados de la ciencia e innovación tecnológica y en los conocimientos locales, tradicionales.
- La respuesta satisfactoria y oportuna a las necesidades de la sociedad y, en específico, en función del desarrollo rural de manera óptima y sostenida.
- El enfoque integrador de las acciones.
- La selección de la unidad de manejo, se realiza bajo un enfoque adaptativo y obedece a las necesidades del agricultor, a las características del área y de la tecnología seleccionada. Como unidad de planificación pueden seleccionarse los ecosistemas de interés (cuencas, llanuras, costas, macizos montañosos), la división político administrativa (consejo popular, municipio, provincia, región), en función del ordenamiento de los recursos naturales y opción territorial para dirigir procesos de gestión ambiental (áreas protegidas), así como las unidades básicas productivas establecidas y funcionando (finca, cooperativas de producción, patios comunitarios, huertos caseros, empresas de producción agropecuarias y forestales, áreas de desarrollo minero).
- La sostenibilidad de las acciones a corto, mediano y largo plazo a fin de preservar los recursos naturales y asegurar el desarrollo de las actuales y futuras generaciones.

---

<sup>2</sup> Estos principios fueron extraídos del Programa de Acción Nacional (CITMA, 2000) y del texto del CPP (CITMA/PNUD/GEF, 2006).

## BARRERAS QUE SE OPONEN AL MST<sup>3</sup>

Las principales barreras que se oponen al desarrollo del MST en las condiciones de Cuba, están relacionadas con asuntos de índole subjetivo (organizacional y cognoscitivo) y objetivo (financiero, legal y normativo), enunciadas como aparece a continuación:

- Barrera 1.** Limitada integración intersectorial y limitada coordinación entre las instituciones.
- Barrera 2.** Inadecuada incorporación de las consideraciones del MST a los programas de extensión y educación.
- Barrera 3.** Limitado desarrollo de los mecanismos de financiamiento y de incentivos favorables a la aplicación del MST.
- Barrera 4.** Inadecuados sistemas para el monitoreo de la degradación de tierras y para el manejo de la información relacionada.
- Barrera 5.** Insuficientes conocimientos de los planificadores y decisores acerca de las herramientas disponibles para incorporar las consideraciones del MST a los planes, programas y políticas de desarrollo.
- Barrera 6.** Inadecuado desarrollo del marco normativo relacionado con el tema e insuficiencias en la aplicación del existente.

Para contribuir a derribar dichas barreras, deberán tenerse en cuenta acciones interconectadas, complementarias y armonizadas a ejecutarse en el corto, mediano y largo plazo encaminados a fortalecer las estructuras institucionales en términos materiales, de sus herramientas legales y técnicas; a la aplicación de resultados científicos, la sensibilización y educación así como a sus capacidades para el monitoreo y evaluación. Deberá, además, proveer alternativas tecnológicas dentro de un programa adaptativo que permita la consecución de estos objetivos.

Todo este esfuerzo, deberá revertirse en la obtención de una nueva manera de pensar y actuar respecto al uso de las tierras y con ello, detener los procesos degradativos, recuperar y rehabilitar las tierras afectadas así como mitigar los efectos de la sequía, a través de la adaptación de la población asentada en las comunidades afectadas a una nueva forma de convivencia con tales condiciones.

---

<sup>3</sup>Las Barreras fueron identificadas durante la elaboración del Programa de Asociación de País (CITMA/PNUD/GEF, 2006).

## INDICADORES QUE MEJOR EVALÚEN EL MST

Definir, ante un área agrícola, si ésta se encuentra bajo manejo sostenible de tierras (MST), es un reto que frecuentemente termina en desacuerdo. Por esta razón no se puede dejar a la libertad de criterios de los científicos y agricultores y se pone de manifiesto la necesidad de precisar parámetros e indicadores específicos. Con auxilio de la metodología PERI, Presión (fuerza causante) – Estado (condición resultante) – Respuesta (acción mitigante) – Impacto (efecto transformador), es tal vez un buen intento. Esta metodología también ha sido aplicada en el Proyecto Mundial auspiciado por la FAO de “Evaluación de la Degradación de las Tierras Secas”, conocido como LADA por sus siglas en inglés.

La **presión**, incluye aquellos indicadores que potencian los procesos degradativos. Generalmente, son indicadores asociados al desarrollo económico, social y a las condiciones del entorno físico geográfico. La presión demográfica, precios del mercado y disponibilidad de materias primas, son ejemplos de este tipo de indicadores. Otros ejemplos de ello, se asocian a la topografía del sitio, a los procesos agroindustriales y tecnologías predominantes, disponibilidades y calidad de las aguas así como las tradiciones del entorno. La presión, cualquiera que sea su intensidad, genera un estado de deterioro de los recursos naturales. El grado de deterioro está asociado con la intensidad de dicha presión pero también a las condiciones en las cuales actúa. Ello refleja la condición multicausal de la degradación de las tierras.

Entre los indicadores de **estado**, que son los más comúnmente utilizados, se encuentran los referidos a las condiciones resultantes que son consecuencia de la presión y que prevalecen aún cuando la presión o fuerza causante, haya sido eliminada. La aparición de fenómenos como la erosión y salinización de los suelos, reducción de los rendimientos agrícolas, la deforestación, baja disponibilidad de agua, lluvias ácidas, entre otros, son indicadores del estado de los recursos naturales y de las condiciones sociales y económicas.

Los Indicadores de MST deben cuantificar y/o cualificar la reducción de la condición de degradación respecto a su condición inicial. La expresión más frecuente es el incremento de los rendimientos de los cultivos, de los espejos de agua, del ganado mayor y menor, entre otros ejemplos, aunque en determinados escenarios, el mantenimiento estable de estos rendimientos así como la disminución de la erosión del suelo, de la cantidad

de tierra depositada en los cursos de aguas interiores y costeras; de la salinización y el incremento de la superficie cubierta por vegetación, entre otros, puede ser otros indicadores para el MST.

Es de suma importancia la condición inicial para establecer rangos comparativos (por años, por ciclos productivos) de los efectos de las medidas aplicadas o de las llamadas acciones mitigantes, que constituyen las herramientas con que el hombre actúa para obtener dicha respuesta del ecosistema. Un área bajo MST deberá expresar, también por su aspecto general, signos de salud de sus recursos naturales –flora y fauna– y mejoras en el entorno social.

Los indicadores de **respuesta**, que se interpretan como la acción que realiza el hombre en función de la prevención, mitigación, adaptación o reversión de los procesos que generan la degradación, pudieran constituir un elemento importante de seguimiento y evaluación de la labor de implementación del MST. En un área bajo MST, ellos deberían aparecer en alta cuantía y dominar el aspecto general del entorno, mostrando así la intensidad de la aplicación de medidas de remediación y avances en el trabajo emprendido para lograr el cambio de la condición de la tierra. La cuantía de la aplicación de tales medidas, la extensión de tierras que ellas abarcan así como la diversidad de temas implicados de manera integrada, pudieran ser indicadores de respuestas veraces y medibles.

Otro grupo de indicadores, como los llamados indicadores de **impacto**, serán los encargados de verificar la transformación del ecosistema en términos de resultados concretos obtenidos a partir de la eliminación de las fuerzas causantes.

Una ilustración de las características que acompañan cada uno de los indicadores de Presión y Estado, ayudarán a la comprensión de los posibles componentes de MST (Respuesta) así como los impactos que éstos pudieran ocasionar.

## Ejemplo de aplicación de un componente del MST (1)

Nivel	Problema ambiental, económico y social	Indicador tipo	Característica
<b>Nacional y local</b>	<b>Suelos degradados</b>	PRESIÓN (fuerza causante)	Monocultivo, sobreexplotación
		ESTADO (condición resultante)	Degradación química y física, fertilidad disminuida, rendimientos descendentes
		RESPUESTA (acción mitigante)	Cambio de uso de la tierra hacia policultivos; aplicación de materia orgánica, agricultura de conservación
		IMPACTO (efecto transformador)	Detenido el proceso de degradación; incrementados los rendimientos 5% anual e incrementada la disponibilidad y diversidad de productos

## Ejemplo de aplicación de un componente del MST (2)

Nivel	Problema ambiental, económico y social	Indicador tipo	Característica
Nacional y local	Cubierta vegetal insuficiente	PRESIÓN (fuerza causante)	Monocultivo, sobreexplotación
		ESTADO (condición resultante)	Incendios forestales frecuentes, tala no controlada
		RESPUESTA (acción mitigante)	Sistema de vigilancia cooperada, Medidas de prevención y combate. Plan de manejo forestal
		IMPACTO (efecto transformador)	Menos del 5% de incendios con más de 5 ha afectadas. Incrementada la superficie boscosa en 0.3% anual. Incrementada la capacidad de captura de carbono de la atmósfera

## Ejemplo de aplicación de un componente del MST (3)

Nivel	Problema ambiental, económico y social	Indicador tipo	Característica
<b>Nacional y local</b>	<b>Sequía agrícola</b>	<b>PRESIÓN</b> (fuerza causante)	Sequía meteorológica, poca capacidad de aprovechamiento de agua disponible
		<b>ESTADO</b> (condición resultante)	Bajos rendimientos agrícolas, muerte de animales
		<b>RESPUESTA</b> (acción mitigante)	Sistema de conservación de agua; uso de variedades resistentes; aplicación de agricultura de conservación
		<b>IMPACTO</b> (efecto transformador)	Disminuidos los riesgos; incrementada la seguridad alimentaria; incrementados los rendimientos en 5% anual

Ejemplo de aplicación de un componente del MST (4)

Nivel	Problema ambiental, económico y social	Indicador tipo	Característica
<b>Nacional y local</b>	<b>Baja calidad de vida</b>	PRESIÓN (fuerza causante)	Insuficiente disponibilidad de alimentos
		ESTADO (condición resultante)	Ingestión de calorías por debajo de 2 400 Kcal/ persona/día
		RESPUESTA (acción mitigante)	Incorporación de tierras ociosas al ciclo productivo; cosecha de agua de lluvia para el riego; selección de variedades ricas en aportes nutrimentales; estrategia de intercalamiento y rotación de cultivos
		IMPACTO (efecto transformador)	Disminuidos los riesgos de déficit alimentarios; incrementada la seguridad alimentaria; incrementado el salario medio del trabajador agropecuario

De tal manera, un ecosistema agrícola, que presente alguno o todos los indicadores de presión y estado arriba descritos, evidentemente será un ecosistema degradado en diferente cuantía. Mientras que, el conjunto de respuestas aplicadas de forma integrada y teniendo en cuenta las condiciones de ése sitio, podrán tener impactos crecientes y propiciar el cambio de la condición de la tierra, en la misma medida que se consolidan las respuestas aplicadas.

Lo anterior implica, que podremos diseñar indicadores generales de MST pero para cada ecosistema, habrá indicadores adicionales apropiados y que mejor describan sus condiciones particulares.

#### USO ESTRATÉGICO DEL MST COMO INDICADOR DE DESEMPEÑO

- **Evaluador a corto, mediano y largo plazo.**
- **Interdisciplinario.**
- **Integrador y sinérgico.**
- **Mide beneficios ambientales, económicos y sociales a nivel local y nacional.**
- **Aplicable a ecosistemas y dimensiones varias.**
- **Permite evaluar beneficios globales (seguridad alimentaria, diversidad biológica, reducción de la contaminación, capacidad de captura de carbono).**

## COMPONENTES OPERACIONALES

¿Cómo llevar a cabo un proceso de reconocimiento de Tierras bajo Manejo Sostenible?

Desde el punto de vista organizativo y formal, un proceso de esta naturaleza que supone plazos de diferente extensión, tomará en cuenta los siguientes pasos así como las acciones, métodos y resultados esperados, los cuales se muestra en la tabla que aparece a continuación.

Pasos	Acciones	Métodos	Resultados
1. Identificación de las áreas aspirantes a MST	Confirmar disponibilidad y voluntariedad	Censo Encuesta Mediciones	Potencialidades de áreas a transformar
2. Preparación de la documentación	Línea Base	Censo Encuesta Mediciones	Usos actuales. Caracterización biofísica, socio económica; barreras Plan de Manejo
3. Ejecución de medidas	Aplicación del Plan de Manejo	Capacitación previa Extensionismo Experiencia práctica	Información aplicación de indicadores
4. Comprobación de resultados	Monitoreo y evaluación	Controles periódicos Libretas de campo Análisis Químico	Rectificación o perfeccionamiento del PMT Proceso paulatino de cambios
5. Reconocimiento	Proceso de aprobación legal	Comprobación en campo	Emisión de dictamen

En la **identificación de las áreas aspirantes**, se tendrá en cuenta la existencia de un colectivo de trabajo con disponibilidad y voluntariedad para llevarlo a efecto; el acompañamiento de un colectivo técnico asesor y la posesión de tierras destinadas a la producción agropecuaria con capacidad para reconvertir o adaptar las tecnologías en uso.

El trabajo de identificación, deberá estar dirigido por personas conocedoras del tema (ANAP, entidades territoriales del MINAGRI, MINAZ, ACPA, ACTAF, instituciones de investigación y de gestión). Se tendrá especial cuidado en cumplir el carácter participativo y abierto a las principales entidades de la comunidad.

**Preparación de la documentación.** Una vez identificadas las áreas, los aspirantes deberán preparar un expediente técnico que le auxilie en la elaboración de su Plan de Medidas, en el monitoreo y seguimiento de las acciones identificadas. En general, como cualquier documento de esta naturaleza, el expediente consta de tres partes: línea base, elaborada a partir del diagnóstico del área y de sus características de partida;<sup>4</sup> el plan de uso de la tierra o plan de manejo y el historial de resultados.

La Línea Base, tendrá como mínimo, los siguientes elementos generales y específicos:

- **Delimitación física del área** (mapa o croquis de la finca, UBPC, CCS, etc.) y descripción legal (nombre del tenente de la tierra, tipo de tenencia y ubicación territorial).
- **Usos actuales de la tierra.** Significar los indicadores de Presión (población dependiente, incidencias de eventos extremos, riesgos y vulnerabilidades del área).
- **Caracterización biofísica.** Tipos de suelo, principales procesos degradativos, intensidad y grado; descripción de la cobertura vegetal y presencia animal, índice de diversidad; cantidad y calidad de los recursos hídricos disponibles; fuentes de contaminación ubicadas en el área. Proximidad de las costas, áreas protegidas y otros elementos de interés. Significar indicadores de estado a través de documentos de caracterización de los recursos y tipo de uso por parte de los organismos que inciden en el área (Línea base para el monitoreo Biofísico).

---

<sup>4</sup> Con ajustes a la Metodología WOCAT, del Proyecto LADA – FAO Cuba 2010, se obtuvieron resultados que permiten el diagnóstico y elaboración de la línea base de cualquiera de los ecosistemas del país.

- **Caracterización socio económica.** Caracterización etaria, sexo y ocupación laboral; presencia de infraestructura social (escuela, comercios y otras instalaciones sociales). Diversidad y rendimiento histórico de los cultivos; ingresos. Bienestar Humano. (Empleos, mejoras salariales; estabilidad en la Comunidad, participación equilibrada de género; Dominio del tema a nivel comunitario). Mecanismos financieros existentes.
- **Identificación de barreras** que impiden el MST e identificar los elementos estratégicos para derribarlas sobre la base de metas concretas.
- Proponer el **plan de uso de la tierra** y en caso necesario, el cambio de uso, es la última fase del trabajo de diagnóstico y de línea base. Ello se completa con la selección de los parámetros e indicadores que permitirán evaluar el cambio de condición del área o de alcance de la meta prevista.
- **Mapas, croquis, fotografías y videos**, así como informes, actas y otros documentos, serán considerados evidencias imprescindibles para el monitoreo del proceso y evaluación de resultados.

## PLAN DE MANEJO DE LA TIERRA

### PLAN DE MANEJO DE TIERRAS (PMT)

Conjunto de medidas organizadas y armonizadas, capaces de conducir la explotación productiva de las tierras con máximos resultados productivos, mínimas inversiones y efectos negativos mitigados.

**Contenido:**

Las medidas contenidas en el plan estarán en dependencia de las condiciones del sitio y de su esquema de desarrollo.

Constituye el principal documento guía para la ejecución de medidas en las áreas y forma parte del expediente técnico. La ejecución de las medidas previstas tendrá tres momentos de suma importancia:

- La preparación previa de los agricultores, que incluye la información y la capacitación interna o externa acerca de las tecnologías a aplicar;

- El acompañamiento y supervisión técnica por parte de las instituciones extensionistas durante el proceso de aplicación, mediante el cual se realizarán los ajustes necesarios considerando las características de los sitios;
- El intercambio de experiencias entre agricultores para el análisis de las situaciones y reajustes necesarios.

**Contenido del Plan de manejo de la Tierra (PMT).** Las medidas contenidas en el plan estarán en dependencia de las condiciones del sitio y de su desarrollo. Los elementos que no deben faltar en un Plan de Manejo así como algunos ejemplos y recomendaciones, que no deben ser interpretados como exclusivos, se detallan a continuación:

## ELEMENTOS QUE NO DEBEN FALTAR EN EL PMT

### 1. *El ordenamiento del área*

Ubicación física de los elementos participantes directa o indirectamente en el proceso productivo.

Elementos a considerar:

- Propósito productivo (producción de alimentos, tipo de cultivos, desarrollo forestal, ganadero) y actividades propias (áreas de beneficio, cosecha y postcosecha, etcétera.);
- Tecnologías a aplicar (mixtas, poli cultivos; agroforestería, monocultivos alternantes; agricultura de conservación);
- Disponibilidad de recursos (fuentes y tipos de energía, agua, tipos y aptitud de los suelos; fuerza de trabajo disponible, etcétera.)

El ordenamiento territorial, es una disciplina científico-técnica, administrativa y política orientada al desarrollo equilibrado del territorio y a la organización física del espacio según un concepto rector. Esta definición, llevada al ámbito más puntual, es a lo que estamos denominando como Ordenamiento del área dentro del plan de manejo de tierras.

Mediante el *Ordenamiento del área*, se determinará la ubicación física de cada uno de los elementos participantes directa o indirectamente en el proceso productivo, de manera equilibrada y en armonía con las necesidades de espacio físico asociadas a dicho proceso. Es por ello,

que los tres elementos a tomar en cuenta, se relacionan con el propósito productivo (tipos de cultivo, desarrollo forestal, ganadero; áreas de beneficio, cosecha y postcosecha, etc.); la selección de las tecnologías a aplicar (tecnologías mixtas o poli cultivos; agroforestería, monocultivos alternantes; agricultura de conservación); y la disponibilidad de recursos (fuentes y tipos de energía, agua, tipos y aptitud de los suelos; fuerza de trabajo disponible, entre otros). El ordenamiento del área, además de garantizar el uso más racional del espacio físico, también ordena el uso eficiente de los recursos puestos a disposición del proceso, incluyendo la fuerza de trabajo disponible y la previsión del funcionamiento de la cadena productiva durante todo el ciclo.

## ***2. Alternativas de preparación del sitio***

**El uso del fuego, desfoliantes y herbicidas para la limpieza, control de malas yerbas y solución de residuales,**

**NO SERÁN BENEFICIADAS.**

**Modalidades de labranza (laboreo mínimo, cero labranza, uso de maquinarias de bajo impacto, tiro animal...**

**SON DESEABLES.**

**Medidas de conservación y mejoramiento de suelos (bordes de desagüe, labranza contra pendiente, uso de cercas vivas y otras medidas agrotécnicas de bajo impacto,**

**SON OBLIGATORIAS.**

La preparación del sitio es una de las actividades primarias del proceso y es, a su vez, una de las mayores consumidoras de energía y de alto impacto sobre los recursos naturales de la localidad. La preparación comprende: la limpieza, control de malas yerbas y solución de residuales, al inicio del proceso, es una de las actividades en las que generalmente se hace uso del fuego, de desfoliantes y herbicidas, cuya acción es altamente agresora al ambiente y por ello no serán beneficiadas como alternativas dentro del PMT.

Las modalidades de labranza en la preparación de la tierra son alternativas deseables para aquellos suelos y condiciones del sitio que lo admitan. Se incluyen los sistemas de labranza cero y labranza mínima, también llamada reducida.

La labranza cero, sinónimo de siembra directa y de no labranza, consiste en utilizar la tierra directamente para la siembra sobre los rastrojos de un cultivo anterior sin ninguna labranza o movimiento del suelo, únicamente lo necesario para colocar la semilla a la profundidad deseada. El residuo puede provenir de un cultivo forrajero, un grano pequeño o un cultivo en hilera, especialmente desarrollado a tal fin, o ubicando los rastrojos de otra cosecha, como de la caña de azúcar o de arroz, sobre el suelo en forma de colchón. Ello reduce la pérdida de suelo y agua, optimiza el aprovechamiento de la energía en comparación con el sistema convencional y le da uso a materiales presuntamente desechables.

La *labranza mínima*, se refiere a la eliminación de una o más labores en comparación con los sistemas de labranza convencional. Consiste en usar el menor número de maquinaria, únicamente la necesaria para poder albergar la semilla para la siembra. Se beneficia el uso de maquinarias de tiro animal o maquinarias de bajo impacto.

Todas aquellas medidas de conservación y mejoramiento de suelos y otras medidas agrotécnicas de bajo impacto, que son propias del proceso de preparación del suelo (recogida de piedras, saneamiento de obstáculos y cárcavas pequeñas, protección y delimitación de los campos haciendo uso de cercas vivas y muertas) se consideran de obligatoria inclusión en los PMT.

### **3. Selección de cultivos, variedades y especies**

Se beneficiará el uso de especies, variedades y tipos de plantas y animales resistentes a las condiciones de estrés biótico y abiótico; a la diversificación de la producción; al rescate de especies locales y cultivos tradicionales manejados teniendo en cuenta los conocimientos propios de la localidad.

**Se tendrá en cuenta:**

- Aptitud del suelo.
- Disponibilidad de agua.
- Disponibilidad de fuerza de trabajo.
- Tradiciones del sitio.

**Recomendable:**

- Uso de variedades de plantas y especies de ganado. Resistentes a las condiciones de estrés biótico y abiótico.
- Diversificación de la producción.
- Máxima explotación del área (2 - 3 cosechas por año). Mediante rotación y alternancia de cultivo.

#### ***4. Alternativas de manejo de agua***

Considerando que la agricultura es uno de los procesos productivos de mayor demanda de agua, que en ocasiones llega a competir con el recurso disponible para la población, el PMT debe incluir alternativas y medidas que garanticen una cultura más efectiva en el uso del agua.

Ello se expresa a través del riego de los cultivos con pérdidas mínimas, procurando sistemas de mayor eficiencia en el aprovechamiento de éste recurso, la captación de agua de lluvia y el reuso de agua mediante un proceso de limpieza y reciclaje, la construcción de tranques y otros sistemas de captación, cosecha y conservación de agua para el beneficio del ganado y otros usos; la construcción, limpieza y activación de sistemas de drenaje, entre otras medidas.

**LLEVAR A CERO**

- Pérdidas de agua por fuga en los sistemas;
- Riego innecesario.

**MAXIMIZAR**

- Aplicación de riego bajo el sistema de alerta temprana (riego por pronóstico);
- Tecnologías de riego a baja presión;
- Captación de agua de lluvia y reuso de agua, tranques;
- Sistemas de drenaje funcionando.
- Sistemas de cultivo de máxima cobertura.
- Implementación del mulch (colchón de materia seca).
- Uso de cultivos, especies y variedades resistentes y de bajo consumo hídrico.

El uso de agua de buena calidad para el riego, es una de las medidas que deberá priorizarse en los PMT. Violarlo, pudiera traer consecuencias catastróficas para los suelos, para la calidad de los productos y para la vida de los consumidores de dichos productos.

## 5. Adecuada agrotecnia

La agrotecnia de los cultivos así como el manejo de la masa ganadera, abarca una extensa y diversa cantidad de actividades. Generalmente, la acción antrópica se localiza en el sistema de medidas agrotécnicas aplicadas y de cuya adecuación depende en alto grado, la presencia de externalidades negativas de las cuales se derivan los procesos degradativos que afectan los recursos naturales.

Cada cultivo o especie ganadera, posee su propia agrotecnia o carta tecnológica, conducida por las normas técnicas correspondientes. La observancia de dichas normativas, por su importancia como instrumentos regulatorios (legales, institucionales y técnicos) vigentes, está identificado como uno de los principios del MST y es, por lo tanto, un elemento de importancia en el PMT.

En particular, el uso inadecuado de la maquinaria agrícola, la quimización de la agricultura tanto para la nutrición de los cultivos en mayor medida que para el restablecimiento de la fertilidad de los suelos así como para el control de plagas y enfermedades de los cultivos, son cuestiones que se abordan en varios momentos por su importancia capital. Sin embargo, es necesario:

### PRIORIZAR

- **Uso de semillas de buena calidad, reproducción y conservación de semillas propias; aviveramiento. Especial énfasis en las especies locales.**
- **Alternativas de control integrado de plagas y enfermedades de los cultivos y de los rebaños. Combina las vías mecánicas, químicas, físicas y biológicas.**
- **Reducción de pérdidas de cosecha y postcosecha. Implementación de alternativas de conservación de alimentos; beneficio y comercialización.**

## 6. *Métodos adecuados de explotación de áreas boscosas*

Los sistemas agroforestales ganan cada vez más adeptos porque tienen en cuenta las funciones complementarias de la silvicultura y la agricultura como vía para la solución de problemas que plantea el desarrollo rural y contribución a la seguridad alimentaria y a la calidad de vida de la población. Ello es posible tras conciliar armónicamente las actividades forestales, agrícolas y ganaderas sobre la base de un ordenamiento territorial que considere las características de los diferentes ecosistemas sin afectar el medio.

Beneficiar el uso de especies autóctonas y adaptadas al entorno.

Hacer uso de los incentivos financieros y sociales a fin de beneficiar:

- Plantaciones de bosques productivos con ciclos de corte superior a 7 años, incluidos los insumos de semillas y posturas; plantaciones de bosques protectores;
  - Plantaciones de ciclo corto y producción de posturas cuando sean de interés estatal;
  - Tratamientos silvícola y reconstrucción o enriquecimiento de bosques;
  - Fomentos forestales en las fajas protectoras de embalses y presas ya construidas;
  - Medidas y acciones para el desarrollo de la flora y la fauna.
- El PMT, tendrá entre sus propósitos:

### **BENEFICIAR**

- Aplicación de medidas contra incendios;
- Diversidad forestal y ganadera;
- Implementación de sistemas mixtos de explotación. (silvopastoril, agrosilvícola, agrosilvopastoril);
- Relación 10:1 de especies maderables: frutales;
- Aprovechamiento de productos no maderables del bosque;
- Adecuados índices de logro y supervivencia.

## 7. Aprovechamiento económico de residuales

La ubicación adecuada y el uso económico de los residuos sólidos y líquidos es un elemento de importancia para alcanzar el MST. Es necesario:

### **GARANTIZAR**

Ubicación adecuada de los residuales dentro del área a fin de:

- Asegurar la calidad de las aguas subterráneas y superficiales;
- Evitar la contaminación de la atmósfera;
- Evitar la contaminación de las personas y animales.

Hacer uso económico de los residuos sólidos y líquidos a través de la:

- Lombricultura,
- Compostaje,
- Cobertura muerta,
- Mulch.

Medidas adecuadas de protección personal en la manipulación de los residuales.

Correcto uso de los residuales crudos y tratados en correspondencia con el destino de la producción agropecuaria.

## 8. Control económico y energético

En todos los casos, las acciones a favor del MST incluirá el control económico y energético del área; el plan de trabajo o calendario de cada etapa que incluye el período de ejecución, los entes responsables y los resultados a obtener. Este control tendrá como propósito:

### **INCENTIVAR**

El control y medición de los costos de las actividades :

- Costos y beneficios económicos en términos monetarios;
- Alternativas de sustitución de importaciones;
- Beneficios materiales directos e indirectos.

Uso de alternativas energéticas:

- Eólicas.
- Solares.
- Mecánicas.
- Biológicas.

Control del ahorro de combustibles fósiles.

Los arriba descritos, se corresponden con las acciones fundamentales que deberán formar parte de un Plan de Manejo de Tierras, sin embargo estas acciones no deben ser las únicas ya que deben incluir aquellas que reflejan las particularidades de las áreas en estudio.

## **HISTORIAL DE RESULTADOS**

Como parte del expediente del área, se tendrá un control de los resultados de la aplicación del PMT. Para ello, es necesario tener un control estricto del plan de monitoreo, a partir de la línea base inicial, que tendrá un carácter sistemático y continuo. Ello incluye el monitoreo biológico, físico y químico y su evolución en las áreas tratadas.

Este monitoreo, basado en las herramientas del Proyecto LADA, hace uso de los métodos de observación visual directa, muestreos de campo y análisis de laboratorio que den respuesta a los indicadores seleccionados para la evaluación de los resultados, dirigidos a:

- Medir la transformación paulatina del área en términos de cantidad y calidad de los bienes y servicios ambientales ofrecidos por los RN.
- Cuantificar los resultados productivos y socioeconómicos y su impacto en el nivel de vida de las comunidades.
- Delimitar el área física que realmente se pueda considerar bajo las diferentes categorías de MST sobre la base de los indicadores seleccionados.

Resulta fundamental en el desarrollo del plan de monitoreo, precisar el papel de las entidades técnicas extensionistas. Ellas son claves a fin de comprobar las acciones que hayan reportado beneficios ambientales, sociales y económicos y demuestren ser transformadoras de la condición inicial. Dichas acciones se considerarán buenas prácticas en el ámbito del MST y deberán ser recogidas en una ficha especial para su difusión.

Todos los documentos estarán debidamente legalizados y respaldados con evidencias a través de documentos, registros, fotografías, entre otras formas y ello constituye la comprobación de resultados en campo, la cual proporcionará los elementos de decisión para el paso de solicitud del reconocimiento de las áreas bajo MST.

## RECONOCIMIENTO

Después de aceptar el hecho de que el MST es un proceso paulatino de cambios, el reconocimiento de las tierras que se encuentran en dicho proceso no es definitivo, por lo cual se establecerán tres categorías de avance: Tierras iniciadas, Tierras avanzadas y Tierras bajo manejo sostenible.

Una breve guía para implementar el procedimiento a nivel de fincas, Consejo Popular, Municipio o Ecosistema, se ofrece a continuación.

# GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANEJO SOSTENIBLE DE TIERRAS (MST)

La guía describe la metodología, pasos y procesos que permiten diagnosticar, clasificar y elaborar el plan de manejo de un área que aspire a ser declarada bajo Manejo Sostenible de Tierras.

## ESTRUCTURA DE LA GUÍA

Consta de los siguientes pasos:

**PASO 1. Diagnóstico del área.**

**PASO 2. Elaboración del Plan de Manejo.**

**PASO 3. Monitoreo, seguimiento y evaluación de resultados.**

**PASO 4. Proceso de revisión y otorgamiento.**

Cada uno de ellos, se detallan a continuación.

**PASO 1. Diagnóstico del área.** Es el proceso inicial que describe el área en sus elementos esenciales y establece la línea base. Las herramientas sustantivas proceden de las dispuestas por el Proyecto de “Evaluación de la Degradación de las Tierras Secas”, conocido como proyecto LADA por sus siglas en inglés, desarrollado en Cuba en el período 2006-2010.

- Caracterización general del área, como aparece en el Anexo 1.

Tiene como propósito identificar el sitio, describir sus características de ubicación, localización, tenencia de la tierra, persona de contacto así como los medios con que cuenta para realizar su trabajo. Esta información será colocada en el expediente del área de manera visible y acompañada con el mapa o croquis.

- Determinación de los elementos de Presión.

Describe todos aquellos factores que potencian los procesos degradativos. Generalmente, son indicadores asociados al desarrollo económico, social y a las condiciones del entorno físico geográfico. La evaluación de este indicador se desprende de las observaciones que se realizan en los sucesivos pasos y se llega a ello por las conclusiones de los evaluadores después del análisis exhaustivo de la información registrada, fundamentalmente, los resultados de la aplicación del Formato sobre Enfoque de los modos de vida de las comunidades que aparece en el conjunto de herramientas anexas.

Los elementos de Presión, proporcionarán información para definir las barreras a derribar y diseñar los objetivos principales del plan de manejo de tierras.

- Determinación de los elementos de Estado

Describe las condiciones resultantes de la presión ejercida sobre el ecosistema y que prevalecen aún cuando la presión o fuerza causante, haya sido mitigada o eliminada. Este indicador proporciona los elementos de Línea Base para el seguimiento y evaluación del proceso ya que permite cuantificar y/o cualificar la condición de degradación actual y su reducción respecto a su condición inicial. Proporciona información acerca de la selección de acciones a emprender para modificar la condición de degradación identificada por lo cual se considera que es el elemento fundamental para diseñar el trabajo a acometer en el plan de manejo.

La metodología para determinar el estado del área, procede del grupo de herramientas empleadas en la “Evaluación de la Degradación de las Tierras Secas (LADA)”, cuya síntesis se encuentra en el anexo 2. En el conjunto de metodologías que se aplican, se encuentran las encaminadas a evaluar; para cada objetivo de trabajo el conjunto de las herramientas que le corresponden según la tabla que se muestra a continuación.

Objetivo	Herramientas
2.1 Definición y selección de los transectos de evaluación	Transectos de evaluación de la DT
2.2 Identificación de los servicios del ecosistema	Servicios de los Ecosistemas
2.3 Evaluación de la degradación de los suelos	Profundidad
	Medición de profundidad de enraizamiento
	Color del suelo
	Piso de aradura
	Distribución en tamaño de los agregados
	Cuantificación de la población de lombrices
	Cuantificación de raíces
	Evaluación de la desagregación y dispersión (estabilidad estructural)
	Medición del pH del suelo
	Medición de infiltración de agua
	Determinación del carbón activo
	Medición de los surcos de erosión
	Movimiento del suelo por acumulación de barreras
	Cálculo de pedestales para evaluación de la erosión
	Medición de la capa de aradura (piedras en superficie)
	Medición de las raíces expuestas
	Medición del montículo en la base del árbol
	Tasa de enriquecimiento
	Exposición de estructuras bajo tierra
	Medición de sedimento en los drenajes
Análisis de la salinidad del suelo	
Evaluaciones de barrancos o cárcavas	
Evaluación de marcas en la rocas que indican la evolución del suelo	
Evaluación de indicadores de obstáculos a la producción	
Tendencia del rendimiento en el tiempo	

Objetivo	Herramientas
2.4 Evaluación de la vegetación	Composición del grupo evaluador
	Indicadores de la planta para evaluar la degradación de la vegetación
	Preguntas sobre los indicadores de planta en un área de pastos
	Evaluación de la cobertura de vegetación y la composición de las especies
	Cobertura y estimado de composición
	Registro de especies de interés territorial o en peligros de extinción
	Deficiencias de Nutrientes y Toxicidades
2.5 Evaluación de los recursos de agua	Mediciones de cantidad de agua
	Profundidad del manto freático
	Acotación de los datos hidrológicos del área a evaluar
	Mediciones de la calidad del agua
	Medición del pH
	Medición de la DBO
	Identificación de las fuentes de la contaminación
	Registro de especies acuáticas
	Medición de la turbidez del agua
	Identificación de las demandas
	Otras observaciones relacionadas con las aguas
2.6 Aspectos socio-económicos	Entrevista al grupo focal comunitario
	Análisis de medios de subsistencia a nivel de la unidad familiar
	Estructura para el análisis y la presentación de la información acerca de medios de subsistencia
	Entrevista con el usuario directo de la tierra
	Entrevista a informantes claves.
	Evaluación de bienestar económico
	Costo y beneficios de la degradación del suelo y la conservación
2.7 Análisis combinado de resultados	Evolución de la Sostenibilidad de la Comunidad

Cada una de estas herramientas está explicada en sendos documentos y en ellos el evaluador dispondrá de los indicadores y parámetros adecuados, que de manera flexible, sencilla y rápida le permitirá determinar los problemas fundamentales que aquejan el área, tanto de índole biofísico, como social, económico y ambiental, obteniendo de esta manera el diagnóstico y la línea base. También contienen el formato para el levantamiento de información de forma clara y sencilla.

Antes de iniciar el trabajo, lea detenidamente el conjunto de metodologías, principalmente aquellas que evalúan las condiciones biofísicas del área y escoja las que se adapten a sus condiciones. Puede apoyarse también en los datos históricos existentes en el Municipio, los cuales le ayudarán a comprender la evolución de sus tierras.

**PASO 2.** Plan de Manejo. La elaboración del plan de manejo, es un proceso que enmarca las acciones tendientes a modificar el estado inicial del área reflejado en la línea base. Constituye el principal documento guía para la ejecución de medidas en las áreas y forma parte del expediente técnico. En el anexo 3, se ofrece un formato para su elaboración.

Como tema inicial y en apoyo al plan de manejo, se incorporarán tres acciones de importancia vital a lo largo de todo el proceso, por lo que se considera que son de carácter obligatorio. Ellos son:

- Capacitación y sensibilización. Tiene como objetivo la preparación previa de los agricultores para adentrarse en los conceptos, métodos y procedimientos de MST.
- Extensionismo. Provee de acompañamiento al agricultor y ofrece supervisión técnica por parte de las instituciones extensionistas durante el proceso de aplicación de las tecnologías y procesos productivos.
- Intercambio de experiencias entre agricultores. Permite la difusión de las experiencias y buenas prácticas, así como la retroalimentación y actualización de los conocimientos entre los agricultores y propicia la adopción de ajustes que pudieran resultar necesarios en el Plan.

Las necesidades de capacitación y extensionismo, serán determinadas en cada unidad en atención a las condiciones existentes y en un intercambio directo con los agricultores, a partir de lo cual se planificará la frecuencia y modalidades a emplear.

- Determinación de los elementos de Respuesta.

Se interpreta, como la acción que realiza el agricultor en función de la prevención, mitigación, adaptación o reversión de los procesos que generan la degradación en función de lograr el cambio de la condición inicial de la tierra.

El evaluador deberá identificar, durante el diagnóstico, a cuál o cuáles de éstas nueve tipologías obedecen los problemas principales del área (columna 1, anexo 3 del formato de plan de manejo):

1. El ordenamiento del área.
2. Alternativas de preparación del sitio.
3. Selección de Cultivos, variedades y especies.
4. Alternativas de manejo de agua.
5. Agrotecnia.
6. Explotación de áreas boscosas.
7. Aprovechamiento económico de residuales.
8. Control económico y energético.
9. Otros (financieros, disponibilidad de mano de obra, infraestructura, información).

Una vez identificado el tipo de problema levantado durante la fase de diagnóstico, para cada uno de ellos, se han propuesto los contenidos generales de manejo sostenible de tierra que se detallan en la columna 2, de la tabla del anexo 3. El evaluador pudiera adicionar mayor cantidad de contenidos que pueden ser específicos para el área evaluada, fundamentalmente aquellos que proceden de las tradiciones del sitio y de las buenas prácticas conocidas.

La diferencia entre las acciones apuntadas en la columna 2 y las que se realizan en la unidad evaluada, serán consideradas como acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST y serán anotadas por el evaluador en la columna 3. El listado de acciones así conformado, además de otras acciones que considere necesarias, respondiendo a las características del sitio, será considerado como las acciones necesarias. Esta identificación de acciones deberá completarse con la fecha previsible de cumplimiento y las necesidades financieras y de adquisición de bienes materiales y servicios que conformarán el Plan de Manejo. La frecuencia del plan (1, 3, 5 años) también deberá ser negociada en el contexto de la comunidad.

**PASO 3.** Monitoreo, seguimiento y evaluación de resultados. Este paso es el encargado de establecer un control sistemático de la evolución

del plan de manejo y de los resultados de las medidas aplicadas. Se establecerá un monitoreo sistemático a lo largo del plan, que posibilite los ajustes y actualización anual, mientras que la evaluación de resultados pudiera oscilar entre 3 y 5 años.

El monitoreo se realizará mediante visitas a las áreas seleccionadas. Los encargados de las mismas, con funciones en los municipios (CITMA, MINAGRI, Suelos, IPF), tendrán como guía de monitoreo, el plan de manejo arriba descrito.

- Determinación de Impactos

Los indicadores de impacto tienen la función de expresar la transformación del ecosistema en términos de resultados concretos obtenidos a partir de la aplicación del Plan de Manejo, que a su vez responde a la eliminación o mitigación de los efectos de las fuerzas causantes de la degradación. En el anexo 4, se proponen algunos indicadores de impacto que sirven de guía para la evaluación de los efectos transformadores de las acciones aplicadas en el área.

Una vez identificados los impactos positivos, éstos se corresponderán a un grupo de acciones aplicadas en las áreas. Se estima que estas acciones, son buenas prácticas (BP) ya que han tenido una repercusión positiva en el ecosistema. Las BP se recogerán en la planilla que aparece como anexo 5 y serán incorporadas al sistema de promoción y de divulgación de resultados. También serán consideradas como elementos de juicio y medios de verificación para la categorización del área.

**PASO 4.** Proceso de revisión y otorgamiento. Los criterios pueden ser empleados también para la evaluación inicial de un área aspirante a declararse bajo MST.

#### PROCESO DE DECLARACIÓN DE ÁREAS BAJO MST

Categorías	Cumplimiento PMT
Tierras iniciadas	< 50%
Tierras avanzadas	50-75%
Tierras bajo MS	> 75%

Tierras iniciadas: Se categorizan como tierras iniciadas en el proceso, aquellas en las que se observan progresos en la aplicación del plan de medidas, como mínimo en el 50% de ellas. En el caso de la evaluación inicial, se considerarán directamente en ésta categoría, las áreas que cumplan el 50% de las acciones listadas en el contenido general de MST y como mínimo, las siguientes acciones:

1. No quema.
2. No tala.
3. No contamina el acuífero.
4. Aprovecha residuales.
5. Aplica medidas de conservación de suelos.
6. Incrementa diversidad de especies de cultivo.

Tierras avanzadas: Es una categoría intermedia para aquellas tierras en las cuales se ha iniciado la eliminación de los factores que originaron la degradación. La combinación del cumplimiento del Plan de Manejo de la Tierra y otros instrumentos establecidos en el País, son indispensables para su obtención.

7. Contar con la categoría de Tierras Iniciadas.
8. Alcanzar el 50-75% de las medidas contenidas en el Plan de Manejo.
9. Iniciada la eliminación del 100% de los factores antrópicos que dieron origen a la degradación.
10. Aplicar, como mínimo, el 75% de las medidas del Programa de Mejoramiento y Conservación de Suelos.

Tierras bajo manejo sostenible: aquellas que han logrado detener los procesos degradativos y transitan hacia la recuperación con resultados productivos demostrados. Para ello será necesario demostrar que:

11. Cumple más del 75% de las acciones contenidas en el Plan de Manejo.
12. Ha eliminado los factores antrópicos que originaron la degradación de la tierra.
13. Ha obtenido impactos positivos en, al menos, dos de cada grupo de los indicadores que aparecen en el anexo 4 de éste documento.
14. Aplica el 100% de las medidas dictadas por el Programa de Mejoramiento y Conservación de Suelos.

## ACTORES DEL PROCESO

El proceso está sustentado en las estructuras existentes o previstas al nivel municipal. El especialista municipal del CITMA deberá ser el principal promotor acompañado por:

- Dispositivos técnicos agropecuarios. Esta estructura es de gran importancia para alcanzar los objetivos del MST. Está dirigido por el sub delegado de desarrollo y compuesto por especialistas de diferentes disciplinas (suelos, ciencia y técnica, veterinaria, sanidad vegetal y forestal).
- Entidades científicas y docentes.
- El especialista de ordenamiento territorial.
- Extensionistas y miembros de la ACTAF y la ANAP.
- Centros Municipales de Riesgo.
- Centros de Estudios Ambientales.

Este grupo de trabajo, es el encargado de seleccionar *a priori*, aquellas áreas con posibilidades de incorporarse al proceso y establecer un orden de prioridad del proceso.

Entre sus preceptos, está el hecho de que es un proceso voluntario que pone a prueba la disposición de los actores locales (campesinos, agricultores, unidades de producción), el apoyo de las organizaciones no gubernamentales y la anuencia y capacidad proactiva del gobierno al nivel municipal.

La condición, en cualquiera de sus tres escalas, se gana de manera creciente y no se considera definitiva.

La fuerza técnica a éste nivel, cuya composición se recogerá según el anexo 6, realizará el diagnóstico de las áreas y propondrá, en consecuencia con los problemas identificados, un plan de manejo de tierras (PMT). Estos documentos acompañarán la solicitud que el subdelegado de desarrollo municipal presentará ante el Consejo de Administración Municipal, para obtener su visto bueno. De considerarla procedente, con su aval, el expediente será enviado al Consejo de la Administración Provincial quien encargará al Presidente del Consejo Técnico Provincial a que verifique, junto con el CITMA provincial, la categorización del área propuesta.

La Delegación Territorial (DT)-CITMA apoya el proceso de revisión del expediente y, en conjunto con MINAGRI - MINAZ - ANAP y otros que estime pertinente, realizan la comprobación en campo y emiten el dictamen técnico que el Gobierno provincial (CAP), analiza, ratifica y envía, si así lo considera al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, representado por el CIGEA.

Sobre esta base, el CIGEA representada por el Grupo Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía, evaluará el contenido del expediente presentado. Seleccionará, los temas que considere necesario comprobar en campo y una vez efectuada dicha comprobación elaborará el dictamen técnico con la categoría que corresponda. Este dictamen contendrá la categoría de avance alcanzada y las recomendaciones para el seguimiento.

### **COMUNICACIÓN DE LOS RESULTADOS A LAS AUTORIDADES LOCALES**

Los resultados del proceso, serán enviados a las autoridades locales mediante una comunicación por escrito, la copia del dictamen técnico y la devolución del expediente del área para su conservación y seguimiento.

El dictamen técnico deberá recoger los datos generales de la Entidad (nombre, localización, representante legal), la categoría alcanzada, la fecha de emisión y la fecha recomendada para su reevaluación, entre las cuales debe mediar un mínimo de 2 años. Le acompañará un anexo con las medidas recomendadas.

Este reconocimiento constituye un aval para aspirar al Reconocimiento Ambiental y Premio de Medio Ambiente por parte de Entidades productivas agrícolas locales.

### **INSTRUMENTOS DE APOYO**

Se denomina así a un grupo de documentos y acciones que elevarán el atractivo del proceso. Ellos son los siguientes:

1. Inclusión del MST como indicador de desempeño de los objetivos a corto, mediano y largo plazo de:

- Programa de Asociación de País “Apoyo al Programa Nacional de Lucha contra la desertificación y la Sequía” (CPP),
- Objetivos de trabajo del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.
- Estrategia Ambiental Nacional.

- Evaluación del avance del trabajo en los Polígonos demostrativos desarrollados por el Instituto de Suelos del Ministerio de la Agricultura.
- Programa de Mejoramiento y conservación de Suelos.
- Desarrollo de la gestión agrícola en los Órganos municipales de gobierno.

2. Soporte legal. El procedimiento antes descrito requiere de éste instrumento que permita oficializar su implementación.

3. Los principios y enfoques de MST, estarán incluidos en el texto de los instrumentos legales bajo proceso de modificación o de nueva creación y en las normas técnicas bajo proceso de modificación o las de nueva creación vinculada con el tema.

### **POSIBLES INCENTIVOS FINANCIEROS PARA LOS CAMPESINOS Y TRABAJADORES AGROPECUARIOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE MST**

Será establecido un vínculo con las principales fuentes de financiamiento, a saber, el Fondo Nacional de Desarrollo Forestal (FONADEF), el Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos y el Fondo Nacional de Medio Ambiente.

Tendrán en cuenta la condición de MST, para evaluar diferentes modalidades de incentivos tales como:

- Pago por servicios ambientales.
- Reducción de intereses bancarios.
- Préstamos.
- Acceso a insumos.
- Incremento del valor de la producción.
- Acceso al financiamiento de proyectos ambientales nacionales e internacionales.
- Premios especialmente instituidos, como es el caso del Reconocimiento Ambiental.

Los incentivos morales, están también previstos y acatan la iniciativa local. Entrega de un certificado acreditativo de la condición y su categoría que servirá para acceder a los incentivos financieros antes descritos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bársenas, A. (1994): Acuerdos de Río. Cumbre de la Tierra. Consejo de la Tierra. Costa Rica.
- FAO, (2007): *Agricultura, desarrollo rural, tierra, sequía y desertificación: obstáculos, lecciones y desafíos para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*. Foro sobre; la Aplicación Regional del Desarrollo Sostenible. Santiago de Chile, 351 pp.
- FAO, (2007): J. B. Tschirley. *Consideraciones y limitaciones para el uso de indicadores en la agricultura sostenible y el desarrollo rural*. FAO, Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/004/>
- FAO, (2007): J. R. Benites, F. Shaxson, M. Vieira. *Indicadores del cambio de condición de la tierra para el manejo sostenible de los recursos*. Proyecto GCP/COS/012/NET, FAO, Costa Rica. [http://www.fao.org/docrep/004.](http://www.fao.org/docrep/004/)
- FAO, (2007): L. R. Oldeman. *Bases de datos globales y regionales para el desarrollo de indicadores del estado de la calidad de la tierra: los enfoques de SOTER y GLASOD* Centro Internacional de Referencia e Información de Suelos. (ISRIC), Wageningen, Holanda. [http://www.fao.org/docrep/004/.](http://www.fao.org/docrep/004/)
- FAO, (2007): R. Brinkman. *Indicadores de la calidad de la tierra: aspectos del uso de la tierra, del suelo y de los nutrimentos de las plantas*. Roma, Italia. [http://www.fao.org/docrep/004/.](http://www.fao.org/docrep/004/)
- FAO, (2007): LADA - WOCAT: "Where the land is greener". Roma.
- FAO, (2008): *Proyecto Evaluación de Tierras Secas (LADA)*. Roma.
- FAO, (2007): S. W. Bie, A. Baldascini y J. B. Tschirley. *El contexto de los indicadores en la FAO*. Roma, Italia [http://www.fao.org/docrep/004/.](http://www.fao.org/docrep/004/)
- INTA, (1991): *Un Juicio a nuestra agricultura. Hacia el desarrollo sostenible*. Buenos Aires.
- Garea Alonso, José M., (2004): *El Servicio Estatal Forestal (SEF): garante de la protección al patrimonio forestal de la nación y de su desarrollo sostenible*. Congreso Forestal Nacional. Dirección Forestal, Ministerio de la Agricultura.
- ISCAH, (1996): *Agroecología y agricultura sostenible. Consorcio Latinoamericano sobre agroecología y desarrollo social*. 166 pp.

- Miyasaka Shiro, (1994): *Agricultura natural, un camino a la sustentabilidad*. Asociación Mokita. Okada, Brasil.
- Montero H., (1994): *Desarrollo agropecuario sustentable. Recopilación de textos*. República Argentina. 85 pp.
- Radoslav Barzev, (2005): *Valoración económica de bienes, servicios e impactos ambientales*. Curso CITMA, PNUD-GEF, La Habana.
- Radoslav Barzev, (2006): *Economía de los recursos naturales – Manejo Óptimo de los Recursos Renovables y No Renovables*. Conferencia escrita. Proyecto GEF – PNUD Sabana Camagüey.
- Viglizzo, E., (1994): *El INTA frente al desafío del desarrollo agropecuario*. Ministerio de Obras y Servicios públicos.
- Bagarello, V. Sgroi, A. (2004). *Using the single ring infiltrometer method to detect temporal changes in surface soil field-saturated hydraulic conductivity*. Soil and Tillage Research; 76, 13-24.
- Barrios, E., Bekunda, M., Delve, R.J., Esilaba, A., Mowo, J., (2001): *Identifying and classifying local indicators of soil quality*. Eastern Africa Version. Participatory Methods for Decision Making in Natural Resource Management. CIAT-SWNM-TSBF-AHI.
- Barrios, E, Delve, R. J., Bekunda, M., Mowo, J., Agunda, J., Ramisch, J., Bunning, S and Lane A., (2003): *Proposed framework for indicators of biodiversity, land and socio-economic condition*.
- Bunning, S., (2007): *Experiences on Local Level Assessment of Land Degradation including Vegetation, Biodiversity, Water and Ecosystem Function*. Trabajo preparado para el mini-taller de LADA y aporte de ideas para la evaluación local de DT, FAO Roma.
- Carloni, A. and Crowley, E., (2005): *Rapid guide for missions*. Analysing local institutions and livelihoods. FAO Roma 34 pp.
- Defoer T, Budelman A (eds), (2000): *Managing Soil Fertility in the Tropics*. A Resource Guide for Participatory Learning and Action Research. Amsterdam, The Netherlands: Royal Tropical Institute.
- Dong, J., Gustafsson, J. E., (2003): *Sandstorms in Beijing*. NIASynt, 2, 5-6. (Nordic Institute of Asian Studies, Dinamarca).
- Ellis, F., (2000): *Rural Livelihoods and Diversity in Developing Countries*. Oxford, Oxford University Press.
- FAO, (2000): *Participatory Diagnosis of constraints and opportunities for soil and plant nutriment management*. Roma.

- FAO/LADA, 2009. Manual de Evaluación Local de la Degradación de Tierras Áridas (LADA-L). Versión en Español, FAO, Roma, septiembre.
- Field, D.J., McKenzie, D. C., Koppi, A. J., (1997): *Development of an improved soil stability test for SOILpak*. Australian Journal of Soil Research; p. 35, 843-852.
- Grandin, Barbara E., (1988): *Wealth ranking in smallholder communities. a field manual*. Intermediate Technology Publications. Rugby, Eng. 49 pp.
- Lal, R., (1997): "Land use and soil management effects on soil organic matter dynamics on Alfisols in Western Nigeria". In: Lal, R., Kimble, J. M., Follett, R.F., Stewart, B.A. (Eds.), *Soil Processes and the Carbon Cycle*. CRC Press LLC, Boca Raton, FL, pp. 109-126.
- Li, F. R., Zhao, L.Y., Zhang, H., Zhang, T.H., Shirato, Y., (2004): *Wind erosion and airborne dust deposition in farmland during spring in Horqin Sandy Land of eastern Inner Mongolia*. China, Soil and Tillage Research; p. 75, 121-130.
- Liniger, H. and Critchley, W., (2007): *Where the land is greener case studies and analysis of soil and water conservation initiatives worldwide*, WOCAT.
- Mc Garry, D., (2005): *The Visual Soil-Field Assessment Tool (VS-Fast) methodology*, [ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/vsfast\\_methodology.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/vsfast_methodology.pdf).
- McGarry, D. and Sharp, G., (2001): "A rapid, immediate, farmer-usable method of assessing soil structure condition to support conservation agriculture". In: *Proceedings of the 1st World Congress on Conservation Agriculture*, Madrid, Spain, 1-5 october, 2001. Volume 2, Offered Contributions, p. 209-214.
- McGarry, D. and Sharp, G., (2003): *A comparison of soil physical properties and soil morphology under adjoining fields of conventional and reduced till with controlled traffic*. International Soil and Tillage Conference Proceedings; Brisbane, Australia, July.
- McKenzie, D. C., Hall, D. J. M., Daniells, I.G., Abbott, T. S., Kay, A.M., Sykes, J. D., (1992). *Soil management for irrigated cotton*. NSW Agriculture Agfact P5.3.6. New South Wales, Australia.
- Mc Kenzie, D. C., (1998): *SOILpak for cotton growers*. 3rd Edition. NSW Dept Agriculture, Sydney, Australia. (see: <http://csiro.pi.csiro.au>).
- Maitima, J. M. and Olson, J. M., (2001): *Guide for field methods for comparative site analysis for the land use change, impacts and dynamics project*, LUCID Working Paper 15, ILRI.

- Matson, P. A.; Parton, W. J.; Power, A. G.; Swift, M. J., (1997): *Agricultural intensification and ecosystem properties*. Science; 277, 504-509.
- Molloy, J. M., (1988): *Field Manual for Measureing Stubble Cover*. Dept. of Primary Industries, Gobierno de Queensland, Australia. pp. 20.
- Moody, P. W., (in press): Soil Constraints and Management Package (SCAMP): a decision support system for sustainable soil management. Natural Resource Sciences, Queensland Dept. of Natural Resources, Mines and Energy, Indooroopilly, Queensland, Australia.
- NASA, (2004): <http://ftpwww.gsfc.nasa.gov/globe/pvg/chartoc.htm>.
- Nachtergaele, F. and Petri, M., (2007): Global databases for characterizing global land use systems. Reporte técnico 4, versión 0.8. documento interno LADA/FAO.
- Pillai-Mc Garry, U., (2004): *Soil Resources LAND 2002* (beta version). Teaching and Educational Development Institute, The University of Queensland, Brisbane, Australia.
- Ruecker, G. R., Park, S. J., Ssali, H. and J. Pender, (2003): Community Resource Mapping for Regional Land Quality Assessment in Uganda, ZEF-Dokumentation of Research, january.
- Rural Development in the Tropics and Subtropics, (1989): "Agricultural Compendium for Rural Development in the Tropics and Subtropics". (Eds. EUROCONSULT). pp. 731. (Elsevier: Amsterdam).
- Shepherd, G., (2000): *Visual Soil Assessment*. Volume 1 Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country. horizons.mw & Landcare Research, Palmerston North, Nueva Zelanda. pp.84.
- Snel, M. and Bot, A., (2002): *Some Suggested Indicators for Land Degradation Assessment of Drylands*, <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/ladadocs/sumindicators.doc>.
- Stocking, M., and Murnaghan, N., (2001): *Handbook for the Field Assessment of Land Degradation*. Earthscan, London xvi, 169 pp.
- Su, Y. Z.; Zhao, H. L.; Zhang, T. H.; Zhao, X. Y., (2004): Soil properties following cultivation and non-grazing of a semi-arid grassland in northern China. Soil and Tillage Research; 75, 27-36.
- Trejo, M. T. and Thomas, R. J., (2006): Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge, Geoderma 135: 248-259.

USDA, (1999): Soil Quality Test Kit Guide. United States Dept. of Agriculture, Agricultural Research Services, Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Institute. pp.80 (see: <http://209.234.81.2/product.asp?ID=385>) .

Van Lynden, G. W. J.; Mantel A, S. and Van Oostrum, A., (2004): *Guiding Principles for the Quantitative Assessment of Soil Degradation*, <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc36e.pdf> .

Weil, R. R.; Islam, K. R.; Stine, M. A.; Samson-Liebig, S. E., (2003): Estimating active Carbon for soil quality assessment: a simplified method fro laboratory and field use. American J. Alternative Agriculture. 18 (1), 3-17.

Weil, R. R., [http://www.agnr.umd.edu/maes\\_exe/dividends/weil3.pdf](http://www.agnr.umd.edu/maes_exe/dividends/weil3.pdf).

WOCAT, (2003): A Framework for Documentation and Evaluation of Soil and Water Conservation – (1) Cuestionario sobre tecnología de SWC; (2) Cuestionario sobre enfoques de SWC; (3) Cuestionario sobre mapas de SWC.

# **ANEXOS**

**ANEXO NO. 1: CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA**

**ANEXO NO. 2: HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS  
PARA EVALUAR EL ESTADO DE LAS TIERRAS  
AGRÍCOLAS Y SU SOSTENIBILIDAD**

**ANEXO NO. 3: CONTENIDO DEL PLAN DE MANEJO DE LA  
TIERRA (PMT)**

**ANEXO NO. 4: INDICADORES DE IMPACTO**

**ANEXO NO. 5: PLANILLA PARA EL LEVANTAMIENTO DE  
BUENAS PRÁCTICAS**

**ANEXO NO. 6: COMPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE  
EVALUACIÓN**

## ANEXO 1. CARACTERIZACIÓN GENERAL DEL ÁREA

### 1.1. IDENTIFICACIÓN Y SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA ASPIRANTE:

- Nombre del sitio (cooperativa, finca, parcela):
- Localización (Provincia, Municipio, Consejo Popular, Localidad).
- Nombre y localización de la persona de referencia:
- Tipo de tenencia de la tierra (privada - estatal).
- Extensión de la unidad (há):
- Límites geográficos.
- Mapa del área a una escala apropiada. Coordenadas planas:

### 1.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO - GEOGRÁFICAS :

- Características climáticas.  
Precipitaciones y eventos hidrológicos extremos.  
Temperaturas medias y extremas
- Relieve. Descripción general.
- Fuentes de agua y calidad.
- Suelos. Tipos y descripción general.

Principales afectaciones de los suelos	Área estimada (ha)
Erosión	
Salinidad	
Compactación	
Baja fertilidad	
Mal drenaje	
Otros	

- Flora y vegetación.  
Cultivos fundamentales y extensión:  
Presencia de bosques naturales y extensión:  
Presencia de bosques artificiales y extensión:  
Especies naturales de la zona:
- Fauna.  
Animales domésticos:  
Relación de especies naturales que habitan la zona.
- Áreas naturales de interés presente en la cercanía.
- Identificación de los servicios de los ecosistemas.

1.3. Caracterización socio - económica :

- Fuerza de trabajo disponible  
Hombres:  
Mujeres:
  
- Población asociada.  
Hombres:  
Mujeres:  
Niños:

Infraestructura	Estado general		
	B	R	M
Viviendas			
Nave de postcosecha			
Área de reparación y talleres			
Carpintería			
Caminos			
Pozos			
Otros			

Otros:

1.4. Asistencia Técnica proveniente de diferentes fuentes.

Describir la asistencia brindada por:

ANAP  
 MINAGRI  
 Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos.  
 Programa Forestal  
 Proyectos

## **ANEXO 2. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS PARA EVALUAR EL ESTADO DE LAS TIERRAS AGRÍCOLAS Y SU SOSTENIBILIDAD**

### **NOTA INTRODUCTORIA**

Las siguientes herramientas metodológicas y guías de evaluación para analizar el estado de los recursos naturales, físicos, económicos y sociales de las tierras agrícolas fueron transcritas de la versión 2.0 de la metodología LADA del 2009 y en específico del anexo de sus herramientas metodológicas de dicha metodología de evaluación, solo que han sido adecuadas al lenguaje y contexto cubanos e incorporados algunos tópicos perfectamente localizables en las condiciones de nuestro país.

Es importante para los equipos de evaluadores que utilicen estas herramientas, que conozcan que no es obligatorio utilizar cada una de ellas para analizar y obtener la línea base de las tierras que se vayan a evaluar. Solo se escogerán aquellas que sirvan para evaluar la degradación que caracteriza las áreas bajo estudio. Igualmente para cada tipo de medición y valoración del recurso natural puede que existan más de una herramienta e instrumento que nos de el resultado que deseamos, las que aquí se exponen son por lo general para evaluaciones visuales y que requieren muy escasos recursos técnicos y financieros, sin embargo si el equipo evaluador cuenta en algún caso con más recursos o instrumentos y equipos más modernos, puede utilizarlos, lo importante es obtener el dato.

## 2.1 DEFINICIÓN Y SELECCIÓN DE TRANSECTOS DE EVALUACIÓN

### Transectos de evaluación de la degradación de la tierra

Concepto de transecto: técnica de observación y registro de datos a lo largo de una línea real o imaginaria, que cruce a través de la zona a estudiar donde haya una transición clara –o supuesta– de la flora y la fauna o de parámetros ambientales.

La decisión acerca de dónde y cuántos transectos colocar debe hacerse luego de los ejercicios de mapeo y entrevista a la comunidad. En lo posible, deben atravesar los diferentes **tipos de usos de la tierra** (TUTs) y **usos de la tierra** (UTs) principales, o de ser el caso de un paisaje muy uniforme, cruzar un área con tanta variedad de TUTs y forma de manejo como sea posible.

### Objetivos

- i) Complementar la caracterización del área, particularmente el mapeo, identificando los accidentes claves, UTs, TUTs, y especialmente captando información detallada sobre los tipos clave de la vegetación y el agua.
- ii) Ayudar a localizar lugares para la evaluación detallada de la degradación como en áreas de pastoreo, lugares para evaluar la vegetación, el suelo y las aguas.

### Resultados esperados

Completar el mapa con detalles que puntualicen el estado de cada recurso natural.

### Materiales y preparativos necesarios

Material para tomar notas, mapas, cinta métrica de 100 m, GPS si hubiera.

### Tiempo requerido

Una o dos horas por transecto. Puede que sea necesario realizar dos o tres de ellas para captar los principales sistemas de UTs, tierras degradadas (DT) y áreas que tienen medidas que han frenado los procesos de degradación.

### Procedimiento

- i) Buscar informantes clave (de ambos géneros) que tengan el conocimiento necesario y la voluntad de ayudar.
- ii) Identificar rutas para los transectos en el mapa.

iii) Recorrer los transectos. La ruta debería cubrir:

- Las UTs principales;
- Los TUTs principales;
- Unidades territoriales tanto en terreno elevado como cuesta abajo;
- Áreas degradadas o erosionadas, y áreas con tierras productivas o donde ha habido actividades importantes de conservación de suelos;
- Áreas comunales que todavía existan (bosques o pasturas) u otras zonas significativas de vegetación natural;
- Marcas de los recursos hídricos (ríos, arroyos, manantiales, suelo anegado)
- ¿Hay algún “patrón hidrológico” notorio en el territorio (ver tabla siguiente)?

Patrones hidrológicos discernibles en un paisaje (Bunning y Lane, 2003)

Opciones	Descripción / definición
Sin curso de agua evidente	Muy seco, áreas llanas con suelos arenosos y drenados por pozos, poco y nada de flujo en la superficie
Cursos de agua escasos y esparcidos	Pocos flujos lentos de agua a una gran distancia unos de otros recorriendo una topografía llana u ondulada
Moderados	Muchos cursos de agua, cercanos unos a otros en terreno accidentado con flujo rápido en la temporada de lluvias
Cursos de agua densos	Muchos cursos de agua, muy cercanos unos a otros (ramificaciones) en terreno empinado

iv) Discuta con los informantes claves los factores a incluir en la transecto (cultivos, árboles, uso de tierras, suelo, agua, etc.), problemas y oportunidades. Es importante tomar notas y, cuando sea posible, fotografías de los siguientes aspectos:

- Características de la UT y el TUT: ¿Qué criterio usan los agricultores para distinguir entre UTs?
- La relación entre estas características y la posición del UT.
- El TUT dominante, la presencia de árboles plantados, pasturas, densidad de casas/fincas y tamaño de las explotaciones.
- Los cultivos empleados y la rotación, el barbecho.
- Las prácticas de manejo del suelo, incluyendo la fertilidad del suelo.
- Prácticas agroforestales y de conservación del suelo.
- Las especies de plantas como indicadores (ej. de la calidad del suelo y la tierra).

- Obstáculos importantes a la producción (como la erosión, dureza del suelo, anegamiento, etcétera).
- Oportunidades específicas de mejora de la fertilidad del suelo, de conservación del suelo, de aplicar agroforestación, etcétera.
- v) Realizar la transecto.
- vi) Chequear los resultados de la transecto con informantes claves para verificar que sea representativa.
- vii) Identificar sitios a lo largo de la transecto (lotes, campos, pasturas, etc.) para la evaluación de la degradación de tierra (DT) detallada.

A medida que se lleva a cabo la transecto, deben identificarse sitios posibles para la evaluación detallada y su ubicación en el mapa.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS DEL ECOSISTEMA (SE)

**Objetivo:** Identificar, en el área que vamos a evaluar, el o los servicios que brinda el ecosistema al hombre.

Estos se centran en los beneficios que recibe el hombre, según las cuatro categorías que se describen a continuación:

- Los servicios de suministro, referido a los productos obtenidos de los ecosistemas;
- Los servicios regulatorios, asociados a la regulación y purificación de los recursos naturales.
- Los servicios culturales, los cuales incluyen los beneficios no materiales tales como desarrollo cognoscitivo, reflexión, recreación y otras experiencias estéticas;
- Los servicios de apoyo, aquellos necesarios para la producción de otros servicios del ecosistema. Sus impactos sobre los seres humanos pueden ser indirectos o a largo plazo.

Una descripción detallada de los SE, se ofrece en la tabla 1.

**Tabla 1. Servicios del Ecosistema bajo diferentes categorías**

Servicios de suministro	Servicios regulatorios	Servicios culturales	Servicios de apoyo
Alimento Fibra Combustible Recursos genéticos Bioquímicos, medicinas naturales y farmacéuticos Recursos ornamentales Agua potable	Regulación sobre la calidad del aire Regulación sobre el clima Regulación sobre el agua Regulación sobre la erosión Purificación del agua y tratamiento de desechos Regulación sobre enfermedades Regulación sobre plagas Polinización Regulación sobre peligro natural	Diversidad cultural Valores espirituales y religiosos Sistema de conocimiento (tradicional y formal) Valores educativos Inspiración Valores estéticos Relaciones sociales Sentido del lugar Valores culturales patrimoniales Recreación y ecoturismo	Formación de suelo y retención Producción de oxígeno atmosférico Producción primaria Ciclos de nutrientes Ciclos de agua Suministro de hábitat

Para determinar el impacto de la degradación de la tierra (DT) sobre los SE es importante entender la escala en que se accede al servicio y quiénes son los beneficiarios. Todos los servicios del ecosistema están vinculados entre sí y sus relaciones pueden ser no lineales.

## **Impactos DT sobre los servicios de ecosistema**

### **Servicios de suministro**

La DT impacta sobre los servicios de suministro del ecosistema cuando cambia el uso de la tierra y/o con prácticas inapropiadas de manejo de la tierra. El cambio del uso de la tierra de un sistema a otro puede incrementar dramáticamente un servicio específico de suministro, ejemplo alimento, pero muchas veces a costa de reducir otros servicios. La erosión del suelo y la reducción de los nutrientes causados por el manejo inapropiado de la tierra son a veces causas principales en la disminución de los servicios de suministro del ecosistema.

### **Servicios de regulación**

Los servicios de regulación del ecosistema son afectados por la pérdida de vegetación o a la degradación de la vegetación, al deterioro de la estructura del suelo, por la pérdida de la materia orgánica del suelo y de los organismos y por la contaminación del suelo. La cubierta de la vegetación, los bosques en particular, juegan un rol importante en la regulación del sistema del clima global a través de i) regulación del ciclo global del carbono, y ii) regulación del reflejo de la superficie de las tierras y del flujo de vapor de agua. La regulación del agua es otro servicio importante de la vegetación boscosa y natural.

El suelo es el segundo gran reservorio de carbono y los cambios en ellos los moviliza hacia la atmósfera o hacia las aguas donde actúan como contaminadores. En función de la dirección de este desplazamiento del carbono se puede mitigar o empeorar el cambio climático.

Los suelos y la vegetación regulan el ciclo de los nutrientes favoreciendo la producción primaria neta de los ecosistemas.

### **Servicios culturales**

Los servicios culturales actúan sobre el bienestar espiritual, el nivel de vida, los valores positivos y la autoestima de las personas. Las tierras degradadas provocan stress sobre la gente que en ellas trabajan y/o habitan. Se pueden evaluar cualitativamente aspectos tales como monotonía del paisaje, colorido, armonía, diversidad de especies y

cultivos, grado de belleza de edificaciones e infraestructuras, estado del ordenamiento de cultivos, plantaciones y objetos, acontecimientos históricos del lugar, etcétera.

### **Servicios de apoyo**

Los servicios de apoyo son aquellos esenciales para el suministro de todos los otros servicios, aunque menos utilizables directamente por la gente. Son medidos por sus indicadores biofísicos. Las tierras degradadas reducen esos indicadores. Por ejemplo mientras menos materia orgánica y vida biológica tenga un suelo, menor será su capacidad de retención de humedad y de purificación de las aguas, a menor cantidad de superficie boscosa menor capacidad de regulación hídrica habrá, menor producción de oxígeno y menor reducción de captura de carbono, etc. Pueden ser medidos por la cantidad de superficie con vegetación natural y bosques tenga, prácticas agrícolas de conservación de suelos que tengan establecidas, etcétera.

## 2.3 EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS

### Profundidad del suelo

Utilizando una cinta métrica o regla graduada mida y evalúe la posición de las capas visibles del suelo; en términos de color, estructura del suelo, densidad de las raíces, etc. Describa el perfil y registre estos resultados.

### Medición de profundidad de enraizamiento

¿Qué son? La profundidad de enraizamiento es simplemente la profundidad vertical del suelo desde su superficie hasta la roca o alguna otra barrera impenetrable como un pie de arado o capa compactada e impermeable. La profundidad de enraizamiento describe la profundidad disponible para las raíces de las plantas –en la práctica, equivale a la profundidad del suelo disponible.

¿Cómo se forman? La profundidad del material del suelo es producto del clima, que determina la velocidad de descomposición química de la roca, y el tipo de roca. Algunas rocas se descomponen más rápido que otras. La profundidad específica en cada lugar está determinada por el balance de las fuerzas naturales de la remoción del suelo superficial (a veces denominado erosión geológica –ocurre a un ritmo menor a 1 tonelada/hectárea/año) y la formación de nuevo suelo en el subsuelo. Cuanto más susceptibles a la descomposición son las rocas y mayor es el impacto del clima, más profundo será el suelo. Los suelos profundos no son necesariamente más fértiles, ya que pueden contener capas de arcillas deficientes en nutrientes.

Una capa impermeable inducida por el uso de tierras o por las prácticas agrícolas empleadas es la otra causa posible que reduzca la profundidad de enraizamiento. Puede ser un resultado de arar cuando el suelo está demasiado húmedo (pie de arado), que provoca una compactación del suelo debajo del arado, o puede formarse por la compactación química en las capas de rocas o a sus alrededores. La formación de una capa impermeable es un proceso directo de degradación de tierras.

La zona de enraizamiento es el principal proveedor de nutrientes y agua para las plantas. Si la profundidad de enraizamiento disponible es insuficiente para permitir a la planta desarrollar suficientes raíces, la planta exhibirá vigor pobre y caerán los rendimientos de las cosechas. La profundidad de suelo requerida por plantas diferentes varía de igual manera que sus capacidades para echar raíces.

La profundidad del suelo y enraizamiento son, entonces, indicadores importantes porque pueden afectar directamente el producto final, en caso de que la profundidad sea insuficiente. Son variables comúnmente mencionadas por los agricultores. Por ello, es importante evaluarlas, y relacionar el resultado con las observaciones relativas al crecimiento de las plantas.

¿Cómo se miden? La profundidad de enraizamiento puede ser fácilmente medida por varios métodos:

- (1) Usando una barrena: tomando una muestra de suelo usando un taladro, muestra los diferentes horizontes que el suelo presenta. Puede ser posible identificar algún impedimento a la profundidad de enraizamiento a partir de una inspección visual del suelo con un taladro.
- (2) Cavando un hoyo: al cavar un hoyo en el campo, se puede trazar un perfil del suelo. La profundidad del suelo superficial puede ser medida hasta llegar a una de las situaciones que limitan la penetración de las raíces, como ser una capa de piedras, un cambio en el color del suelo o un incremento marcado de contenido arcilloso. La distribución de las raíces de plantas es también indicativo de capas impermeables y de la profundidad efectiva de enraizamiento. Este método es descriptivo, y no es realmente apropiado en un campo cultivado. Un método alternativo, o suplementario, es utilizar los cortes hechos por rutas o caminos. Estos generalmente revelan la presencia de barreras para las raíces.
- (3) Utilizando una varilla de metal: al aplicar presión, atravesará las capas del suelo hasta encontrar resistencia que le impida bajar más. Este método no da una medición precisa de la profundidad del suelo superficial ya que la presión ejercida cada vez que se empuja no será la misma, debido al esfuerzo y cansancio del que empuja o debido al caso de que varias personas realicen el ejercicio. La ventaja que tiene es que pueden realizarse una gran cantidad de mediciones, y sacarse conclusiones acerca de las profundidades relativas a través del campo.

Potenciales errores en la medición:

- (1) Aunque la falta de profundidad puede implicar que ha habido degradación de tierras, si no se comparan las mediciones con otras realizadas con anterioridad en el mismo lote (o algún otro indicador

de la profundidad del suelo –por ejemplo en caso de que se haya construido una casa con cimientos, alguien fue enterrado o se cavó un pozo), o en lotes similares que hayan sido manejadas de forma diferente, será difícil concluir con seguridad en una explicación para la profundidad reducida. Algunos suelos tienen menor profundidad que otros antes de que ocurra la DT y en algunos casos las barreras a la profundidad de enraizamiento ocurren naturalmente y no como resultado de un proceso de degradación.

- (2) La profundidad de enraizamiento efectiva puede verse limitada por otros factores, como una napa de agua o capas muy arenosas sin nutrientes. Debido a ello, la inspección visual de la profundidad debe incluir observaciones en la distribución de las raíces y de posibles causas para la falta de raíces en las capas que la tuvieran.

### **Color del suelo**

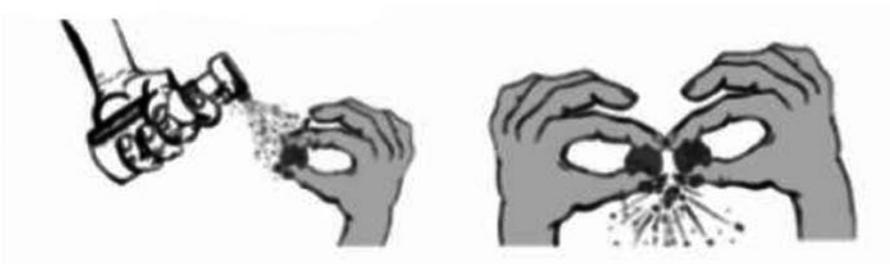
El color del suelo indica propiedades importantes del suelo. El color del suelo da mucha información acerca del material que compone el suelo y de los factores humanos o climáticos que han alterado las rocas y sedimentos originales para dar la condición de suelo actual.

En segundo lugar el color del suelo es un indicador claro sobre el estado actual de drenaje (o aeración). En general, los colores brillantes, rojos y naranjas en particular, son señal de una buena aeración y drenaje (el hierro en el suelo está en estado ferroso [oxidado]). Colores opacos y grisáceos demuestran una aeración reducida y una tendencia a un estado de poca oxigenación y anegamiento. Los colores grisáceos y negros en un suelo anegado ocurren en general en forma de moteados, es decir un color secundario dentro del color principal del suelo.

En tercer lugar, el color del suelo puede reflejar el estado de la materia orgánica del suelo, especialmente útil cuando se comparan los suelos de tierras dedicadas al cultivo por largo tiempo y tierra debajo de hileras de árboles y cercas. En general cuanto más oscuro es el suelo, mayor es la cantidad de materia orgánica en su contenido.

### ¿Como puedo medir el color del suelo?

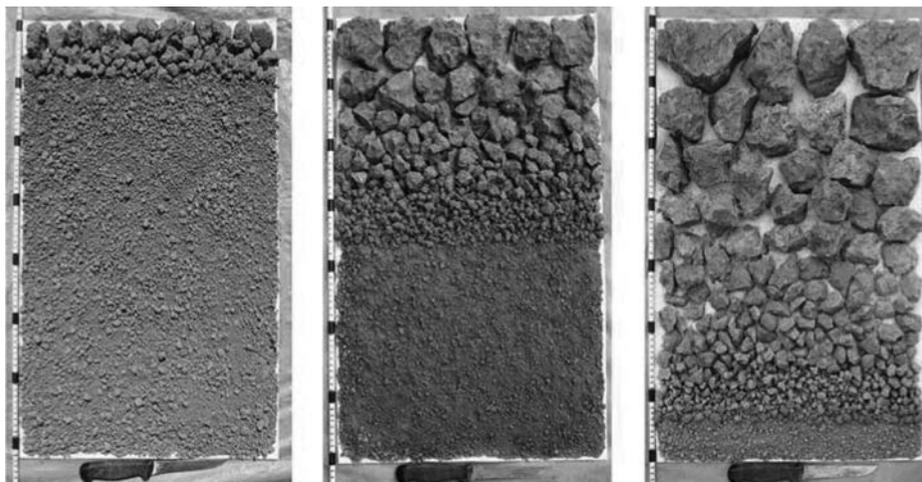
1. Tome un terrón de la capa a describir. Rompa el terrón para exponer un lado fresco como se observa en la siguiente figura:



2. Procedimiento para evaluar el color del suelo. Tome un terrón de cada capa y registre si está mojado, húmedo o seco. Si está seco, humedézcalo ligeramente con su botella de agua; párese de espaldas al sol de forma que la luz dé directo a la muestra y al cuadro de colores. Rompa el terrón.
3. Identifique el color que toma el terrón (ej. rojo, marrón, gris, negro, blanco, etcétera).
4. Si el suelo tiene más de un color, registre como máximo dos e indique cual es el que aparece más (dominante) y cual es secundario.
5. Si dispone de él, compare el color del suelo con el Cuadro de Colores del Suelo de Münsell.

**REGISTRE** los colores del suelo en la hoja de campo.

Figura 2. Ejemplo de una buena estructura del suelo (izquierda) y de suelos con agregados gruesos (derecha); distribuidos a partir de su tamaño luego de la prueba de fragmentación (de Shepherd 2000).



**BUENA CONDICIÓN**  
Puntaje= 2  
El suelo presenta una estructura pulverizable con predominio de agregados finos sin grandes bloques.

**CONDICIÓN MODERADA**  
Puntaje= 1  
El suelo presenta una proporción significativa (50%) de terrones densos, firmes y de agregados friables, finos.

**CONDICIÓN POBRE**  
Puntaje= 0  
Estructura del suelo dominada por bloques grandes, densos, angulares o terrones subangulares, con muy pocos agregados finos.

### Cuantificación de la población de lombrices

La biota es la “vida” misma del suelo. No sólo es un indicador excelente del “bienestar” general del suelo, sino que su presencia y forma de vida mejora de por sí las condiciones del suelo. Para ejemplificar esto, las lombrices son importantes para incorporar la materia orgánica al suelo, mejorar la aeración (especialmente los poros interconectados, de extrema importancia), con mejoras asociadas en la infiltración del agua y reducción del encostramiento, y mejoras en la fertilidad del suelo gracias a sus desechos. La presencia de una gran cantidad de especies en buenas concentraciones reflejan muchos aspectos positivos de la condición del suelo: buena aeración, no hay compactación, comida abundante y pocas alteraciones por labranza. Como tal la presencia de biota es un indicador muy importante y, afortunadamente, la macro-biota es de una medición muy accesible.

Hacemos énfasis en el registro de la cantidad y tamaño de las lombrices. Esto es por dos razones:

- Son la forma de biota del suelo más fácilmente discernibles y capturables.
- Su presencia puede interpretarse como una demostración general del “bienestar” del suelo a través de la inferencia que si hay lombrices presentes, entonces otras formas de biota (más pequeñas y difíciles de identificar) también deben estarlo. Es importante tener en cuenta que las lombrices son animales estacionales y migratorios (buscan calor, comida y humedad). Es por ello que puede que durante una inspección del suelo no se encuentren lombrices, pero sí evidencia fuerte de su presencia reciente, como rastros del camino de lombrices en el perfil del suelo y materia fecal en la superficie. Entonces, en caso de que no se puedan capturar y contar las lombrices, debe tomarse nota de la cantidad y concentración de marcas características de la presencia de lombrices.

Método:

1. Mientras manipula el suelo en la pala para llevar a cabo la descripción del suelo, recoja y ponga a un lado todas las lombrices que encuentre.
2. Esté atento también para identificar las marcas características de la presencia de lombrices.

**REGISTRE** el número de lombrices en base a un metro cuadrado. Por lo que si la pala tiene 20 cm<sup>3</sup>, eso equivale a 1/25 m<sup>2</sup> de suelo. Así que multiplique por 25 la cantidad de lombrices para convertir a m<sup>2</sup>.

Puntaje (de Shepherd 2000):

1. Lombrices abundantes (puntaje = 2): se cuentan más de 8 lombrices.
2. Cantidad moderada de lombrices (puntaje = 1): se cuentan entre 4 y 8.
3. Pocas lombrices (puntaje = 0): se cuentan menos de 4 lombrices.

### **Cuantificación de raíces**

El desarrollo del sistema radical es un indicador biológico primordial de la condición del suelo. El sistema radical demuestra activamente la condición del suelo a través de la reacción que demuestra ante él. Se determinará el tamaño (diámetro) y grado de desarrollo del sistema radical de la planta. Esto se realiza:

1. Examinando el sistema radical que emana de los lados del bloque de tierra en la pala, y

2. de igual forma cuando se manipule el bloque y se lo rompa para la descripción de la estructura del suelo.

Las observaciones (registradas y con un puntaje asignado en la hojas de campo) incluirán lo siguiente:

1. Evidencia de cambios agudos en la penetración de las raíces en el suelo (el síndrome de raíz en forma de “L”, especialmente evidente en cultivos con pocas raíces como algodón y girasol).
2. Cantidad y densidad desproporcionadas de raíces en la capa inmediatamente superficial, evidenciando que la penetración a capas más profundas es difícil.
3. Cantidad de raíces en pies de arado –en lo más profundo del arado.
4. Evidencia de raíces “atrapadas” entre unidades de suelo firmes, lo que demuestra que son incapaces de penetrarlas y acceder a los nutrientes y agua en su interior.
5. Ausencia de pelos en las raíces, o exceso de raíces primarias fuertes, demostrando la dificultad (y por ende pérdida de vigor) experimentada por las raíces más finas para penetrar en el suelo.

**REGISTRE** las observaciones en las notas de las hojas de campo, o agréguelo en anotaciones en la fotografía o boceto del perfil del suelo, incluyendo formas de las raíces y su grado de concentración.

Puntaje (de Shepherd 2000):

1. Buena Condición (puntaje = 2): desarrollo irrestricto de las raíces.
2. Condición Moderada (puntaje = 1): cierta limitación horizontal y particularmente vertical del sistema radical.
3. Condición Pobre (puntaje = 0): restricción severa tanto horizontal como vertical; presencia de raíces con forma de “L”; densidad excesiva de raíces en la superficie; o raíces aplastadas entre unidades de tierra.

Desagregación y dispersión; estabilidad del suelo

La capacidad del suelo, y especialmente de la superficie, de soportar el impacto de varios tipos de degradación, principalmente la erosión eólica e hídrica, depende en gran medida de la reacción del suelo cuando se moja.

Hay dos tipos principales de colapso de los agregados cuando se le agrega agua al suelo: desagregación (“slaking”) que define la fragmentación de los agregados en microagregados, y la dispersión que describe la

descomposición de los agregados en partículas primarias del suelo: arena, cieno (limo) y arcilla.

La diferencia entre la desagregación y la dispersión es muy importante. En general, el producto de la desagregación puede reconstituirse en agregados de mayor tamaño, mientras que el resultado de la dispersión en partículas primarias es irreversible y conduce a una estructura masiva indeseable. En la superficie, el suelo dispersado aparece en forma de costra o como granos de arena finos sueltos. El encostramiento es un impedimento serio a la penetración del agua (provocando que el agua se estanque en la superficie con gran potencial erosivo) así como para la germinación de las semillas. Además, el material fino y disperso en la superficie es muy vulnerable a la erosión eólica.

La cantidad de carbono orgánico en el suelo tiene una fuerte influencia sobre la capacidad de éste de mantener su nivel de agregación (y no dispersarse) cuando se lo moja. La materia orgánica mantiene unidas a las partículas del suelo, y especialmente en suelos francos y arenosos es el material principal causando la agregación.

La determinación de la predisposición de un suelo a la desagregación o dispersión se realiza en general con pruebas de laboratorio pero puede hacerse una apreciación del fenómeno en poco tiempo durante la descripción del campo.

El procedimiento es el siguiente. Suelte un agregado seco extraído de la capa de suelo, siendo investigada en un plato o contenedor reducido y transparente (como un vaso o copa) que contenga agua (utilice agua de lluvia o agua local para irrigación). Luego de 10 minutos o, si es posible, de hasta 2 horas de inmersión, juzgue visualmente el grado de dispersión del agregado en una escala de 0-4 (ver: Tipos y alcance de la dispersión, figura 3).

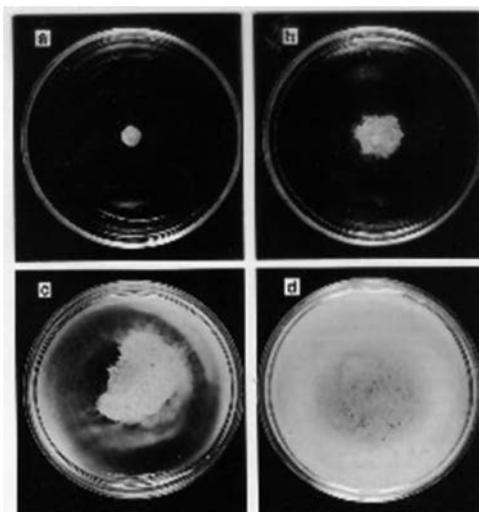


Figura 3. Tipos y alcance de la dispersión.

**NOTA** los puntajes son el opuesto de los que se asignan en Field et al., (1997), para reflejar que la metodología EVS da mayor puntaje por mejores condiciones.

**Puntaje:**

1. No hay dispersión (aunque puede ocurrir desagregación) (puntaje = 4).
2. Dispersión ligera, reconocida por una cierta dilución en el agua alrededor del agregado (puntaje = 3).
3. Dispersión moderada con dilución obvia (puntaje = 2).
4. Dispersión considerable con dilución de alrededor de la mitad del agregado original (puntaje = 1).
5. Dispersión total, el agregado original se diluyó completamente y está disperso en granos de arcilla, cieno y arena. (puntaje = 0).

**REGISTRE** el puntaje en la hoja de campo.

- (a) el agregado permaneció intacto sin desagregación ni dispersión [puntaje = 4]
- (b) ocurrió desagregación sin ninguna dispersión [puntaje = 4]
- (c) ocurrió desagregación y una dispersión parcial [puntaje = 2]
- (d) desagregación y dispersión total [puntaje = 0]

**Medición del pH del suelo**

El pH del suelo mide la actividad (concentración) de iones de hidrógeno en el suelo. Es una escala logarítmica negativa, por lo que una baja de 1 unidad de pH incrementa la concentración de iones de hidrógeno en 10. Con un pH de 7 (neutral) la actividad de iones de hidrógeno es equivalente a la de iones de hidroxilo. Cuando el valor es menor a 7 el suelo es ácido y cuando es mayor a 7 es alcalino.

Resumidamente, suelos fuertemente ácidos tienen las siguientes características negativas:

- Toxicidad de aluminio y/o manganeso,
- Deficiencia de fósforo,
- Deficiencia de calcio y/o magnesio,
- Mineralización reducida del nitrógeno debido a la actividad restringida de microbios,
- Disponibilidades reducidas de boro, molibdeno y cobre.

Suelos fuertemente ácidos tienen las siguientes características negativas:

- Encostramiento superficial debido al exceso de sodio,
- Disponibilidades reducidas de hierro, manganeso, zinc, fósforo y cobre,
- Actividades de microbios y hongos reducidas.

Para medir el pH puede utilizar cualquier instrumento “pH meter” o “pachímetro”.

La prueba de pH que describimos aquí requiere un “equipamiento de trabajo de campo”. Es el equipamiento utilizado por los agrimensores.

El procedimiento es el siguiente:

1. Tomar una pequeña muestra de suelo del centro de la capa de interés. Desmenuzarla y colocarla en una baldosa blanca o pedazo de plástico.
2. Agregarle el líquido negro/violeta del equipamiento (es indicador Universal [Raupach]). Mezclar el suelo y el indicador con un palo de plástico o madera (alguna birome o palito).
3. Agregue sólo el suficiente líquido para humedecer bien al suelo (pero no desbordarlo).
4. Deje que los componentes reaccionen por dos minutos.
5. Utilizando la botella para empolver, agregue gentilmente una capa de polvo de sulfuro de bario sobre la mezcla. El polvo tomará otro color.
6. Compare el color con el que más se le acerque en el cuadro de colores incluido en el equipamiento.

**REGISTRE** el valor de pH en la hoja de campo. En general se registra con un margen de error de 0.5 unidades de pH.

### **Medición de infiltración de agua**

Un factor esencial del potencial para cultivos o pastoreo del suelo es la velocidad y la cantidad de agua que puede infiltrarse a través de la superficie o dentro del perfil del suelo. El siguiente método fue ingeniado por el Dr Freeman Cook de CSIRO, Australia. El objetivo era crear un método simple para una estimación rápida de la conductividad hidráulica del suelo. Ello requería simplicidad, tanto en equipo como en el método de campo. Aunque el método es operativamente simple, basado firmemente en principios físicos fundamentales del suelo, probados y aceptados.

Este método considera dos escenarios posibles:

- i) En el primer escenario, se hunde un anillo una distancia corta (unos pocos milímetros) en el suelo (esto facilita el flujo tridimensional –el agua fluye tanto vertical como horizontalmente), y
- ii) en el segundo, el anillo se hunde una profundidad considerable (mayor al diámetro del anillo), de forma que el flujo sea unidimensional (el agua fluye verticalmente).

Con ambos métodos la superficie del suelo debe estar húmeda para reducir el componente inicial de la conductividad hidráulica caracterizado por ser una infiltración rápida e inconstante (en la que el suelo absorbe el agua principalmente debido a fuerzas capilares en vez de la gravedad). Esto reduce errores en el método.

Cuando sea posible, siempre intente usar el método tridimensional (es decir el [i]) ya que los resultados se obtienen más rápido y el factor del tiempo es más sensible a la conductividad hidráulica. El método unidimensional es más apropiado cuando el agrietamiento o la estructura del suelo dificultan sellar el anillo en el suelo sin que ocurra filtración.

El equipo requerido es un anillo (de metal o PVC con un extremo afilado) de 100 (largo) por 100 mm (diámetro), un recipiente de 50 mm<sup>3</sup> de agua y un reloj.

El método consiste en, rápidamente (pero intentando minimizar la altura desde la que se vierte y la velocidad con la que el agua pega contra la superficie), verter el agua sobre el suelo húmedo dentro del anillo. Tomar el tiempo que tarda el agua en desaparecer en el suelo (infiltrarse).

Las **tablas 2 y 3** presentan información sobre la infiltración del agua para los escenarios tridimensional y unidimensional, respectivamente.

**REGISTRE** si se ha usado una medición tridimensional o unidimensional, y si la velocidad de infiltración fue “rápida”, “media” o “lenta” usando el sistema de puntajes.

Puntajes (a partir de tablas 2 y 3):

1. Velocidad Rápida (puntaje = 2).
2. Velocidad Media (puntaje = 1).
3. Velocidad Lenta (puntaje = 0).

Tabla 2. Estimación simple de K a base del flujo tridimensional

Tiempo para que 50 mm <sup>3</sup> de agua desaparezcan de un anillo de 50 mm de radio	Conductividad hidráulica K (mm/hr)	EVS Puntaje
< 10 min	> 36 (rápido)	2
>10 min, < 2 hr	> 3.6 (medio)	1
> 2 hr	< 1 (muy lento)	0

Tabla 3. Estimación simple de K a base del flujo unidimensional

Tiempo para que 50 mm <sup>3</sup> de agua desaparezcan de un anillo de 50 mm de radio	Conductividad hidráulica K (mm/hr)	EVS Puntaje
< 30 min	> 36 (rápido)	2
>30 min, < 10 hr	> 3.6 (medio)	1
> 10 hr	< 1 (muy lento)	0

### Determinación de carbón activo

La mayoría de las funciones asociadas a una buena calidad del suelo están influenciadas por la materia orgánica en el suelo, especialmente una porción pequeña denominada carbono orgánico activo.

La mayoría de los estudios químicos de laboratorio determina el porcentaje de materia orgánica o de carbono orgánico. Esto va generalmente del 0.5% al 7% del suelo. Estos estudios no son aplicables como prueba de campo ya que se basan en una combustión total de la muestra de suelo (requiere altas temperaturas) o en reactivos químicos fuertes. Otro problema es que no son sensibles a las prácticas de manejo de la tierra porque incluyen formas inertes de materia orgánica (como el carbón vegetal) que perduran intactos por décadas independientemente del uso dado a tierra.

Se han desarrollado técnicas para fraccionar el carbono en base a la labilidad (facilidad de oxidación), en reconocimiento que estos subconjuntos de carbono “activo” pueden tener mayor efecto sobre la estabilidad física del suelo y ser un indicador más inteligente de la dinámica del carbono en sistemas agrícolas de lo que lo es la cantidad total de carbono (Weil *et al.* 2003). La fracción lábil del carbono del suelo es el componente de la materia orgánica que alimenta a la vida en el suelo y está íntimamente asociado al ciclo de nutrientes y otras funciones biológicas importantes del suelo.

Weil *et al.* (2003) han desarrollado un equipamiento para pruebas de campo para determinar la medida de carbono oxidable. En esta prueba una solución diluida de permanganato de potasio ( $\text{KMnO}_4$ ) se utiliza para oxidar al carbono. Generalmente cuanto mayor sea la pérdida de color de  $\text{KMnO}_4$ , menor será la lectura de absorbancia, por lo que se deduce que es mayor la cantidad de carbono oxidable.

El método requiere un equipamiento consistente en:

- Una solución de permanganato de potasio a 0.033 molar (33 mM) en 1 M de  $\text{CaCl}_2$  (a pH 7.2) (con una proporción aproximada (en volumen) de 25:1;  $\text{KMnO}_4$  a  $\text{CaCl}_2$ ).
- Un espectrómetro de tamaño reducido (por ejemplo un Hach (o genérico) 550nm) para medir el cambio de color (la densidad óptica) del permanganato de potasio.
- Envases con tapa a rosca para agitar la solución.
- Pipetas de medición.
- Una probeta para medir el volumen del suelo (capacidad de 5  $\text{cm}^3$ ).

El procedimiento es el siguiente:

- Calibrar el colorímetro utilizando concentraciones variables de la solución (ver figura 4).
- Secar al sol o al aire abierto 20 g del suelo a investigar de 15 a 30 minutos.
- En uno de los envases mezclar 5  $\text{cm}^3$  del suelo con la solución.
- Agitar vigorosamente por 2 minutos exactos.
- Dejar el envase parado por 5 a 10 minutos, protegido del impacto directo de la luz del sol.
- Llevar el colorímetro a cero utilizando agua destilada.
- Con la pipeta remover 5 ml de líquido de la parte superior de la mezcla (hasta 1 cm desde el borde superior).
- Agregar a 45 ml de agua destilada, para completar 50 ml.
- Mezclar bien, después poner 15 ml de la solución en el colorímetro.
- Leer el resultado en el visualizador digital del colorímetro y utilizarlo para:
- Calcular el carbono activo utilizando la línea de calibración (figura 4).

**REGISTRE** la cantidad de carbono orgánico presente (mg/g) usando la figura 5.

Puntajes (de la tabla 3 y dependiendo de la textura del suelo):

1. Buen estado de materia orgánica (puntaje = 2).
2. Estado moderado de materia orgánica (puntaje = 1).
3. Estado pobre de materia orgánica (puntaje = 0).

Figura 4. Curva de calibración estándar con 4 grados de 33 mM  $\text{KmnO}_4$  (eje x) con el resultado del colorímetro (eje y)

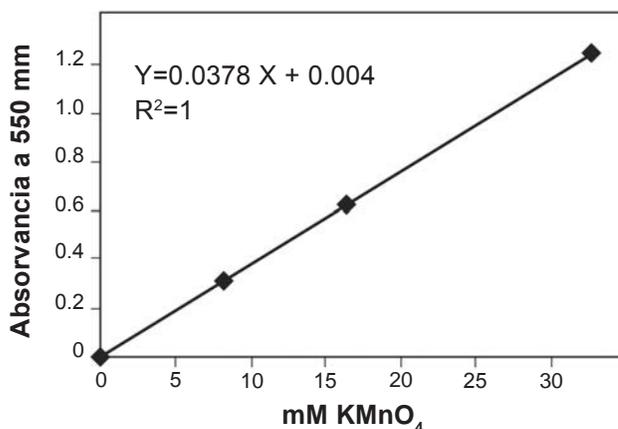


Figura 5. Relación entre el resultado del colorímetro y la cantidad de Carbono lábil (activo) (mg/g) basada en 6 muestras de Fenging, China.

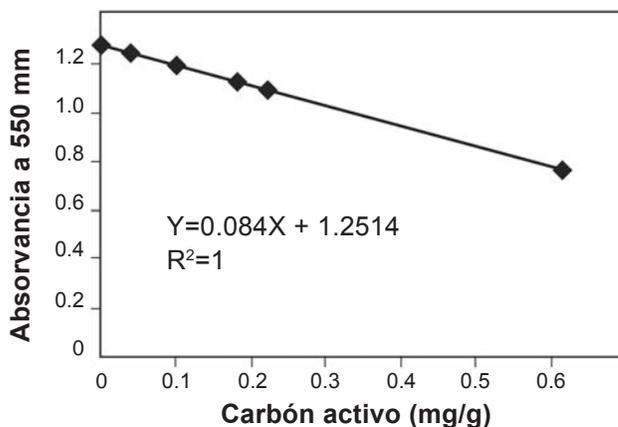


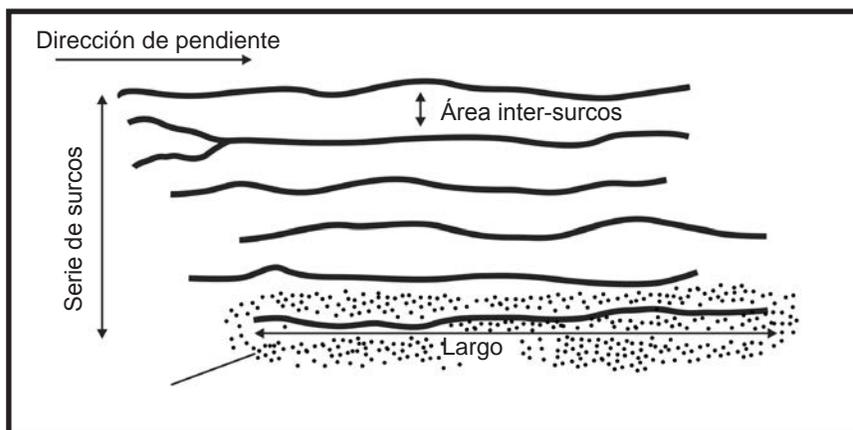
Tabla 4. Contenidos (mg/g) de permanganato (33 mM) carbono oxidable considerados bajos, moderados y altos acorde a las diferentes texturas de suelo.\*

Estado de carbono orgánico	Arena	Franco arenoso	Franco	Franco arcilloso/ arcilla
“bueno”	> 1.0	> 1.4	> 1.8	> 2.0
“moderado”	0.5 - 1.0	0.7 - 1.4	0.9 - 1.8	1.2 - 2.0
“pobre”	< 0.5	< 0.7	< 0.9	< 1.2

\* Valores (mg/g) de carbono lábil considerados buenos, moderados y pobres para diferentes texturas de suelo. La tabla está extraída de Moody (en prensa) y los valores se basan en varios cientos de pruebas de laboratorio para determinar el contenido en materia orgánica por el autor.

## Medición de surcos de erosión

**¿Qué son?** Un surco es una depresión lineal o canal vacío en el suelo que acarrea agua luego de precipitaciones. Los surcos se alinean en general de forma perpendicular a la pendiente y se forman en series de líneas de paralelas

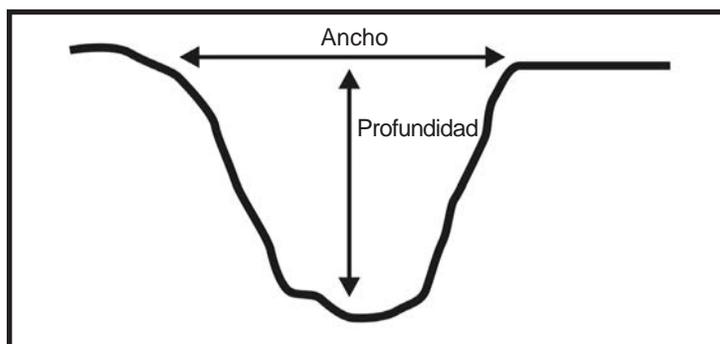


**¿Cómo se forman?** La acción del agua forma los surcos. La escorrentía se canaliza en depresiones que se profundizan con el tiempo formando surcos. Un surco es, entonces, el resultado de la acción erosiva del agua en un canal. También es un medio para drenar rápidamente una parte reducida de un terreno y transportar eficientemente el sedimento erosionado de la zona de captación del surco. Una distinción ampliamente aceptada entre un surco y una cárcava, aplicada en la conservación de suelos, es que el primero puede eliminarse con prácticas agrícolas normales (como el arado), mientras que la cárcava requiere grandes intervenciones como el uso de máquinas excavadoras y soportes rellenos de rocas colocados en la cárcava para acumular sedimentos. Los surcos tienden a aparecer en las pendientes, mientras las cárcavas lo hacen en líneas de drenaje.

**¿Donde se forman?** Los surcos ocurren en terreno inclinado donde prevalece la escorrentía a partir del uso que se le da a las tierras y a la falta de vegetación. Típicamente los surcos ocurren en donde el suelo ha sido trabajado pero la superficie está relativamente despejada y lisa (ej. luego de la labranza, luego de una construcción y a los lados de diques y terraplenes). Es probable que los surcos también se formen en cualquier depresión ligera del suelo, por lo que caminos, rutas, conductos y marcas dejadas por el equipo de labranza están en riesgo de desarrollar surcos.

**¿Cómo se miden?** La forma común de evaluar los surcos es el volumen de suelo que ha sido directamente erosionado para la formación del surco: es decir el espacio de volumen y la masa de suelo asociado que falta debido al surco. Este cálculo no incluye un estimado de la cantidad de erosión que ocurre entre los surcos, la erosión entre los surcos, que puede ser medida con otras técnicas como el uso de pedestales. Las mediciones de pérdida de suelo asumen que la depresión sigue una forma geométrica regular. Las formas más comunes son la triangular, semi-circular y rectangular.

Para calcular la cantidad de suelo perdido es necesario medir la profundidad, el ancho y el largo del surco. Se sugiere realizar varias mediciones del ancho y el largo de forma de obtener un área transversal promedio, lo cual es apropiado ya que un surco no tiene la misma profundidad y ancho en toda su extensión. Estas mediciones de un perfil promedio y el largo son usadas para calcular el volumen de suelo desplazado por el surco. Si puede saberse cuanto tardó en formarse el surco (si, por ejemplo, la tierra fue labrada por última vez hace dos meses o hace dos años), entonces puede estimarse un ritmo de pérdida de suelo anual: Bosquejo mostrando el perfil de un surco triangular.



Es raro encontrar un surco sólo. En general ocurren en grupos en la misma parte del terreno. Cada surco tiene una zona a su alrededor de la que recoge la escorrentía junto con sedimentos. La medición más útil del grado e importancia de la erosión del surco es calcular el volumen o masa del suelo por metro cuadrado de la zona de captación (ver figura 7).

Esto puede ser convertido a toneladas por hectárea para permitir comparaciones entre la medición y otras estimaciones de erosión del suelo.

Potenciales errores en la medición:

- 1) Donde la erosión por surco es evidente, no es la única forma de erosión que ocurre. Los surcos son síntomas visibles de la erosión laminar. Por ende, es importante que toda medición de pérdida de suelo por un surco no sea tratada como la cantidad total de suelo perdido en un área. El surco es indicativo del estado pobre de la zona de captación inmediata y, donde sea posible, debería hacerse una evaluación de la pérdida por erosión laminar. La experiencia ha demostrado que el suelo perdido por surcos es una fracción pequeña del total de la pérdida en la zona de captación. Esto puede no ser el caso cuando un sistema de surcos es muy denso.
- 2) Calcular el promedio de un corte transversal del surco, y luego multiplicarlo por el largo sólo dará una aproximación del volumen real. Cuantas más mediciones del perfil se realicen, y cuanto más cercana sea la forma del perfil del surco al modelo tomado, más exacto será el estimado de erosión.
- 3) Como ya se mencionó, los surcos ocurren en donde depresiones preexistentes son erosionadas por el flujo de agua. El evaluador de campo debe calcular el tamaño de la depresión original, y restarlo del volumen calculado, de forma de calcular el piso removido por la formación del surco.
- 4) En lugares en los que el suelo removido se deposite en el mismo campo, para evitar calcular en exceso el suelo perdido será necesario estimar el volumen de suelo depositado y restarlo del volumen de suelo perdido calculado.
- 5) Los surcos son fenómenos efímeros, fácilmente eliminados por prácticas agrícolas como el control de maleza. La evidencia de erosión puede, entonces, también desaparecer si no se llevan a cabo las evaluaciones de forma rápida y en el momento justo. La estación de crecimiento temprano es especialmente propicia a la formación de surcos.
- 6) La estimación de la zona de captación sólo puede hacerse luego de una inspección cuidadosa del sitio. Examine las líneas de flujo de agua para determinar el tamaño y la forma del área que contribuye al surco. Busque las líneas divisorias entre las zonas de captación. En general en un campo nivelado entre terrazas esto no es difícil de realizar. La zona de captación puede ser de 10 a 100 m<sup>2</sup>.
- 7) Los surcos pueden ser causados (al menos en parte) por la escorrentía de zonas de mayor altura. Esto debe tenerse en cuenta cuando se analiza el área a evaluar.

## EJEMPLO RESUELTO

Ejemplo  
Hoja de campo: Surcos

Sitio:

Fecha:

Medición	Ancho (cm)	Profundidad (cm)
1	10	5
2	15	7
3	12	5
4	11	6
5	11	6
6	12	4
7	14	3
8	10	2
9	13	3
10	13	2
11	11	4
12	11	5
13	10	6
14	15	5
15	14	5
16	13	3
17	10	4
18	11	4
19	12	3
20	12	2
Suma de las mediciones	240.0	84.0
Promedio *	Ancho = 12.0	Ancho = 4.2
Largo del surco (m): 2.50		
Zona de captación (m <sup>2</sup> ): 12.0		

\* Para calcular el promedio divida la suma de todas las mediciones por la cantidad de mediciones realizadas.

Cálculos:

- (1) Convierta el promedio de ancho y profundidad a metros (multiplicando por 0.01). Entonces, un ancho promedio horizontal de 12 cm es igual a 0.12 m y una profundidad promedio de 4.2 cm es equivalente a 0.042 m.
- (2) Calcule el área promedio de un perfil transversal usando la fórmula para el perfil apropiado: la fórmula del área del triángulo ( $\frac{1}{2}$  ancho x profundidad); semicírculo ( $1.57$  x ancho x profundidad); o rectángulo (ancho x profundidad). Entonces, asumiendo que es un triángulo será:

$$\frac{1}{2} \times \text{Ancho (m)} \times \text{Profundidad (m)} = \text{Área Transversal}$$

$$\frac{1}{2} \times 0.12 \times 0.042 = 0.00252 \text{ m}^2$$

- (3) Calcule el volumen de suelo perdido, asumiendo que el surco calculado tiene 2.5 metros de largo.

$$\text{Área Transversal (m}^2\text{)} \times \text{Largo (m)} = \text{Volumen Perdido}$$

$$0.00252 \times 2.5 = 0.0063 \text{ m}^3$$

- (4) Convierta el volumen perdido a una medida del volumen por cada metro cuadrado de zona de captación.

$$\text{Volumen Perdido (m}^3\text{)} \div \text{Zona de Captación (m}^2\text{)} = \text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

$$0.0063 \div 12 = 0.000525$$

- (5) Convierta el volumen por metro cuadrado a toneladas por hectárea.

$$\text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)} \times \text{Densidad Aparente (t/m}^3\text{)} \times 10\,000 = \text{Pérdida de suelo (t/ha)}$$

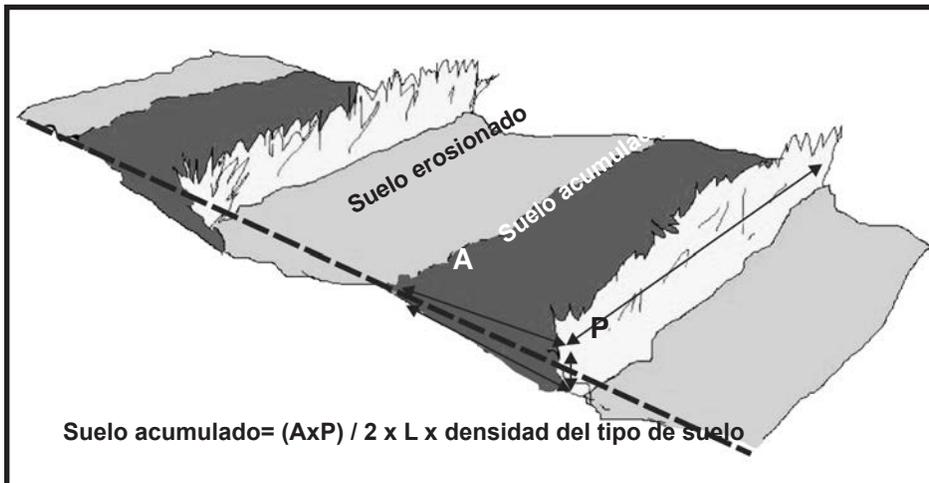
$$0.000525 \times 1.3 \times 10\,000 = 6.9$$

## Acumulación contra barreras

**¿Qué es?** Donde el transporte de material erosionado se detiene por una obstrucción, gran parte de las partículas suspendidas en la corriente se depositan contra la obstrucción en la medida que el agua disminuye. El resultado es una acumulación de sedimento en contra de la barrera. Este indicador mide movimiento de suelo a través del campo en vez de la pérdida desde el campo.

**¿Cómo ocurre?** Las partículas finas de suelo se transportan en el agua. Si la corriente se encuentra con una barrera, su velocidad se reduce y las partículas de suelo se van sedimentando. En pendientes más abruptas, y especialmente cuando el suelo está seco, los terrones de suelo pueden rodar pendiente abajo con la más pequeña perturbación. Con el paso del tiempo tales sustancias depositadas alterarán la superficie inclinada. Esta acumulación se acelera a veces por la erosión causada por el arado.

Figura 8. Acumulación contra barreras



**¿Dónde ocurre?** El surgimiento contra barreras ocurrirá donde existe una obstrucción para bloquear el movimiento de partículas finas de suelo. Las obstrucciones típicas son límites de campo, troncos sobre la superficie, diques de piedra y líneas de cercas.

**¿Cómo puede medirse?** El volumen de suelo atrapado detrás de la barrera se estima al medir la profundidad del suelo depositado y el área sobre la que se deposita. Donde la acumulación esté en contra de una barrera continua tales como una cerca o seto, la medición dará un aproximado de pérdida de suelo del campo.

Un examen visual del área cercana a la barrera indicará cuan lejos la acumulación se extiende en el campo. Esta distancia (longitud) debe medirse en un número de puntos. La profundidad del suelo acumulada contra la barrera puede determinarse al examinar el nivel del suelo contra la barrera sobre el otro lado de la acumulación. (Existe el peligro de que a causa de la erosión sobre el campo más bajo del nivel del suelo cercano a la barrera vaya a ser descendido). Para estimar la cantidad de suelo acumulada se asume una pendiente lineal.

La cantidad de suelo acumulado detrás de la barrera representa una acumulación a través del tiempo. La tasa anual de la pérdida de suelo desde una ladera de una colina se alcanza al dividir la cantidad acumulada de suelo por la cantidad de años en que ha existido una barrera.

### **Potencial de error**

- 1) Los estimados no se diferencian entre el sedimento que resulta de la erosión en el campo y el sedimento que resulta de la erosión pendiente arriba y fuera del campo inmediato, lo que puede conducir a una sobre estimación de la pérdida de suelo por campo.
- 2) No todos los materiales transportados por la corriente serán depositados en una barrera. La velocidad, el volumen y la dirección de la corriente, todo influye el nivel de acumulación. Por ello, la pérdida estimada de suelo puede ser subestimada por la cantidad de suelo llevada más allá de la barrera.
- 3) Las técnicas de cultivo pueden incrementar la profundidad del suelo detrás de las barreras, particularmente donde las técnicas de conservación tales como las terrazas han sido introducidas para disminuir el efecto de la pendiente. A esta erosión por cultivo se le llama también erosión por “arado”, porque los campesinos a veces fragmentan el suelo colina abajo cuando cultivan.
- 4) Si la pendiente fuera convexa antes de que la barrera fuera construida, el estimado de pérdida de suelo se subestimaría ya que asume la pendiente lineal.

## EJEMPLO TRABAJADO

**Acumulación contra la barrera**

Sitio:

Fecha:

Mediciones	Profundidad medida (cm)	Longitud medida (cm)
1	18	100
2	12	110
3	14	120
4	19	70
5	18	80
6	18	60
7	17	90
8	13	90
9	14	100
10	15	120
11	15	110
12	12	120
13	19	100
14	19	80
15	14	70
16	16	90
17	15	70
18	17	100
19	17	110
20	18	100
Total	320	1890
Promedio*	16	94.5
Largo de barrera (m): 7.00		
Área contribuidora (captación) a la barrera (m <sup>2</sup> ): 70.0		

\* Para obtener el promedio, divida la suma de todas las mediciones por el número de mediciones hechas.

## Estimaciones

- 1) Convierta la profundidad y longitud promedio de la acumulación en contra de la barrera a metros (multiplicando por 0.01). Por ello, una profundidad promedio de 16 cm es igual a 0.16 m y una longitud promedio desde la barrera hasta el campo de 94.5 cm es equivalente a 0.0945 m.
- 2) Estime el área transversal promedio de la acumulación, utilizando la fórmula para el área de un triángulo (por ejemplo  $\frac{1}{2}$  horizontal ancho x profundidad).

$$\frac{1}{2} \times \text{Profundidad (m)} \times \text{Longitud (m)} = \text{Área Transversal}$$

$$\frac{1}{2} \times 0.16 \times 0.945 = 0.07560 \text{ m}^2$$

- 3) Estime el volumen del suelo acumulado detrás de la barrera asumiendo que la barrera mide 7 metros en longitud.

$$\text{Área Transversal (m}^2\text{)} \times \text{Barrera (m)} = \text{Volumen acumulado}$$

$$0.07560 \times 7 = 0.5292 \text{ m}^3$$

- 4) Convierta el volumen total acumulado por metro cuadrado en área contribuidora de 70 m<sup>2</sup>.

$$\text{Volumen acumulado (m}^3\text{)} \div \text{Área Contribuidora (m}^2\text{)} = \text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)}$$

$$0.5292 \div 70 = 0.00756$$

- 5) Convierta el volumen por metros cuadrados a toneladas por hectárea.

$$\text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)} \times \text{Densidad a granel (t/m}^3\text{)} \times 10\,000 = \text{Pérdida de suelo (t/ha)}$$

$$0.00756 \times 1.3 \times 10\,000 = 98.3$$

- 6) Convierta la pérdida total de suelo como se representa por el suelo acumulado detrás de la barrera dentro de un equivalente anual, asumiendo que la barrera se construyó 3 años antes que se registraran las mediciones.

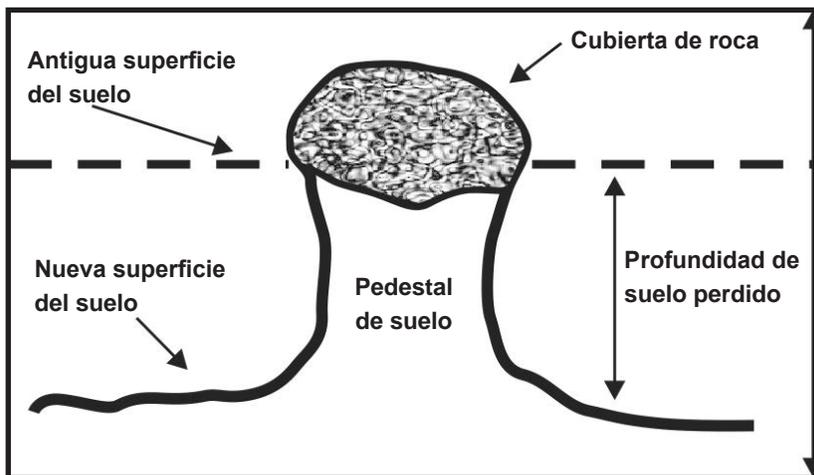
$$\text{Pérdida de suelo (t/ha)} \div \text{Tiempo (año)} = \text{Pérdida anual de suelo}$$

$$98.3 \div 3 = 33 \text{ t/ha/año}$$

## Cálculo de Pedestales para evaluación de la erosión

**¿Qué son?** Un pedestal es una columna de suelo que se ubica fuera de la superficie general erosionada, protegida por un tope de material resistente (tales como una piedra o raíz). Hiervas en racimos pueden también proteger el suelo inmediatamente debajo de ellos y darle la característica de pedestal pero observe la advertencia número 2 debajo. Los pedestales son útiles como indicador de proporciones altas de erosión de las capas del orden de 50 o más toneladas/hectárea/año.

**¿Cómo ocurren?** Los pedestales son causados por la erosión diferencial del spray de la lluvia, que remueve las partículas del suelo alrededor del pedestal pero no debajo del material superior resistente. Las partículas de suelo en el pedestal mismo se quedan sin afectar porque son protegidas por un material que absorbe sin ningún daño la potencia de las gotas de lluvias. (Los pedestales pueden simularse artificialmente por medio del uso de las tapas de la botella presionando el suelo. Los pedestales se crean, como la tapa de la botella que protege el suelo debajo de la erosión, mientras que se expone el suelo circundante.



Ellos dan un indicador listo para monitorear, especialmente sobre superficies donde las tasas de erosión son muy grandes debido a la alta intensidad de lluvia.

**¿Dónde ocurren?** Los pedestales ocurren sobre los suelos fácilmente erosionados, donde se alcanza alguna protección de la erosión por medio de piedras o raíces de árboles. Los pedestales se forman a veces debajo

de los árboles o cultivos ya que las lluvias interceptadas caen a la tierra como gotas mayores con gran energía para desplazar las partículas de suelo.



**¿Cómo pueden medirse?** La altura de los pedestales puede medirse utilizando una regla. Asumiendo que la tapa estaba en la superficie cuando comenzó la erosión, la medición debe hacerse desde la base de la piedra u otro material de cierre a la base del pedestal, donde encuentra a su alrededor, la superficie general. La diferencia entre la altura del pedestal y la superficie que rodea el suelo representa la pérdida del suelo ya que el mismo fue anteriormente perturbado por el arado u otra práctica agrícola. Por ello, al conocer el tiempo de la conmoción, es posible calcular una tasa de pérdida de suelo.

Siempre que sea posible, debe obtenerse un número de medidas a partir de diferentes partes del campo. Un pedestal único o una concentración de pedestales en un área específica, no son necesariamente indicadores de la ocurrencia de la erosión por áreas. Es común tomar una gran cantidad de alturas de pedestales y que expresen una erosión general o el descenso de la superficie de la tierra como un promedio de estas alturas. Se recomienda dividir el campo en un número de pequeñas áreas o localidades de alrededor de 1 m<sup>2</sup> y tomar la altura del pedestal máximo en cada localidad –ver advertencia 3 debajo.

## Errores potenciales

- 1) Como se observa anteriormente, los pedestales se forman a veces debajo de los árboles o cultivos donde la lluvia interceptada cae hacia la tierra como una gota mayor. Si esta es el único lugar en los que se encuentran los pedestales, ellos proveerían un estimado poco confiable del nivel de suelo para un área mayor.
- 2) Los pedestales pueden confundirse con terrones de sedimentos atrapados por la vegetación. En esta instancia la sedimentación, en vez de la erosión, es la característica demostrada por las acumulaciones de suelo.
- 3) Las piedras cimeras que estaban originalmente enterradas en el suelo pueden ser exhumadas por la erosión y consecuentemente formar un pedestal. Por ello, la altura del pedestal en tales casos subestimaré la erosión. Es por ello recomendable que solamente los pedestales más altos (donde se puede asumir que el material cimero estaba sobre la superficie) se tomen para la evaluación en cualquier localidad pequeña.
- 4) El material removido a partir de los alrededores de los pedestales pueden ser vueltos a depositar en cualquier lugar del campo. Si esto ocurre, un estimado de la cantidad de suelo redepositado debe extraerse a partir de la pérdida estimada de suelo para llegar a la pérdida neta de suelo.

## EJEMPLO

**Cálculo de pedestales**

Sitio:

Fecha:

Medidas de la localidad	Altura máxima del pedestal en la localidad (mm)
1	10
2	12
3	10
4	15
5	10
6	14
7	14
8	13
9	14
10	11
11	12
12	10
13	10
14	8
15	12
16	13
17	11
18	15
19	17
20	10
Suma de todas las medidas	241
Promedio*	Altura promedio pedestal = 12.05

\* Para obtener el promedio, divida la suma de todas las mediciones por el número de mediciones hechas.

## Estimaciones

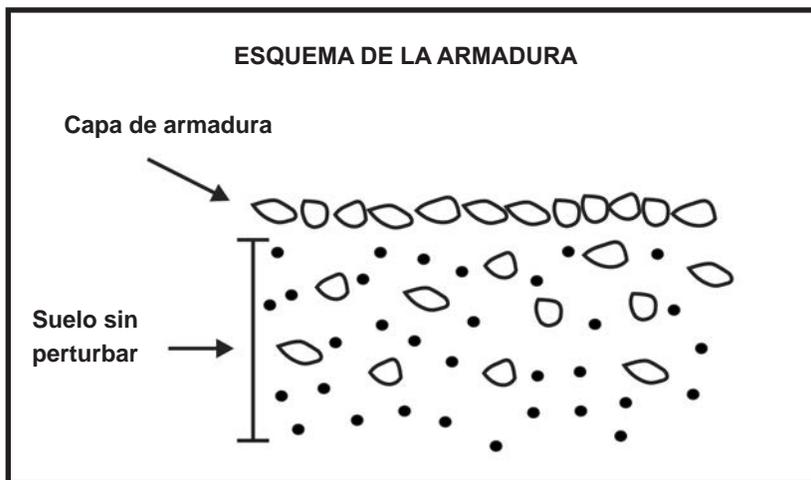
- 1) Calcule el equivalente de la t/ha de la pérdida del suelo (representado por altura promedio del pedestal). Utilizando una densidad promedio a granel de  $1.3 \text{ g/cm}^3$ , una pérdida de 1 mm de suelo es equivalente a 13 t/ha.

$$\begin{array}{l} \text{Altura promedio} \\ \text{pedestal} \\ \text{(mm)} \end{array} \quad \boxed{12.5} \times \begin{array}{l} \text{Densidad} \\ \text{granel} \\ \text{(t/ha)} \end{array} \quad \text{A} \quad \boxed{13} = \boxed{157 \text{ t/ha}}$$

## Capa de Armadura (piedras en superficie)

**¿Qué es?** Una capa de armadura es la concentración, en la superficie del suelo, de partículas de suelo más gruesas que las que suelen encontrarse regularmente a través del suelo superior. Tal concentración de material grueso indica usualmente que las partículas de suelo más finas han sido removidas selectivamente por la erosión.

**¿Cómo ocurre?** Las gotas de lluvias o el poder del viento separa las partículas de suelo más finas y las más fáciles de erosionar. Entonces el agua o el viento las transporta lejos de la superficie superior del suelo, dejando detrás las partículas más gruesas.





**¿Dónde ocurre?** Una capa de armadura es probable que se forme sobre suelos que tienen una fracción de piedra/gruesa así como también arcillas finas, cienos y materia orgánica, después de lluvias o vientos severos.

**¿Cómo puede medirse?** Cave un pequeño hueco que muestre la capa de armadura sin perturbar. Utilizando una regla, mida la profundidad de la capa superior gruesa. Donde la profundidad de la capa de armadura es menor de un milímetro, es mejor raspar las piedras a partir de un área pequeña de alrededor de tres veces el tamaño y entonces mida esta profundidad, y divídala entre tres. Esto ayuda a reducir las inexactitudes al tratar de medir profundidades muy pequeñas de las piedras. Deben hacerse varias medidas en diferentes lugares en el campo para calcular la profundidad promedio de la capa armadura.

La proporción aproximada de las partículas de piedras/gruesas en la parte superior del suelo y debajo de la capa armadura se analiza al tomar un poco del suelo superior de la parte inferior de la capa armadura y separando las partículas gruesas del resto del suelo. En la palma de la mano, se realiza un estimado del porcentaje de las partículas gruesas en el suelo original. De nuevo, el estimado debe repetirse en diferentes puntos en el campo. La profundidad de la capa armadura es comparada entonces con la cantidad de suelo superior que hubiera contenido la cantidad de material grueso. Puede entonces estimarse, la cantidad de

partículas de suelo más finas que se han perdido a través de la erosión. Estos estimados nos dicen la cantidad de partículas finas que se han perdido desde que el suelo fue perturbado la última vez –por ejemplo– desde que fue arado o desyerbado.

### Errores potenciales

- 1) Las piedras sobre la superficie pueden surgir por otras razones, tales como la exhumación de una concentración de piedras en la sub-superficie del suelo.
- 2) La profundidad de la capa armadura se medirá lo más probable con el milímetro más cercano. Por cada milímetro, el equivalente de pérdida de suelo es de 13 t/ha (asumiendo la densidad promedio a granel de 1.3 g/cm<sup>3</sup>). Por ello, será importante, la exactitud de las medidas al llegar a la pérdida del suelo.
- 3) Los estimados también se basan en la evaluación subjetiva de la proporción de material grueso que tiene lugar en la parte superior del suelo. Es útil revisar los estimados de por ciento con los colegas en el campo para ver si existe una diferencia apreciable.
- 4) Así como el proceso de erosión en sí mismo, repitió un bajo labrado del suelo, especialmente en las operaciones de deshierbe, más piedras pueden concentrarse cerca de la superficie. Donde ello ocurra, la tasa de erosión será exagerada, si el porcentaje de concentración de las piedras en el suelo original se basa en un estimado bien por debajo de la parte superior del suelo. Una inspección más cercana de la concentración de piedra puede ayudar a corregir esto.

## EJEMPLO

**Forma de campo: Capa armadura**

Sitio:

Fecha:

Medición	Profundidad de la capa armadura (mm)	Proporción de material grueso en la parte superior del suelo
1	0.9	20%
2	1.1	25%
3	1.0	15%
4	1.1	22%
5	0.9	20%
6	1.2	20%
7	0.8	22%
8	0.9	19%
9	1.1	20%
10	1.1	20%
11	1.2	18%
12	1.0	20%
13	0.8	18%
14	0.9	22%
15	0.7	22%
16	1.0	20%
17	1.1	18%
18	1.2	20%
19	1.1	20%
20	0.9	19%
Suma de todas las mediciones	20.0	400%
Promedio*	Altura profundidad (mm) = 1.0	Grueso %= 20%

\* Para obtener el promedio, divida la suma de todas las mediciones por el número de mediciones hechas.

## Estimaciones

- 1) Primero, convierta la pérdida medida de suelo a su equivalente en metros. En esta ocasión, porque las mediciones están en milímetros, es necesario multiplicarlas por 0.001.

$$\begin{array}{l} \text{Altura} \\ \text{profundidad} \\ \text{(mm)} \end{array} \boxed{1.0} \times \boxed{0.001} = \begin{array}{l} \text{Altura} \\ \text{profundidad} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.001}$$

- 2) Estime la profundidad de suelo requerida para generar AL PROFUNDIDAD (m) –esta profundidad promedio medida de material grueso es de 0.001 m de acuerdo a las mediciones hechas encima. Las mediciones dan un estimado de 20% (o 1/5<sup>th</sup>) de material grueso en la parte superior del suelo.

$$\begin{array}{l} \text{Altura} \\ \text{profundidad} \\ \text{(mm)} \end{array} \boxed{1.0} \times \text{Grueso \%} \boxed{20\% \text{ (o } 1/5^{\text{th}})} = \begin{array}{l} \text{Suelo total} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.005}$$

- 3) Estime el suelo perdido.

$$\begin{array}{l} \text{Suelo total} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.005} - \begin{array}{l} \text{Altura} \\ \text{profundidad} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.001} = \begin{array}{l} \text{Pérdida neta} \\ \text{de suelo} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.004}$$

- 4) Calcule el equivalente t/ha de pérdida neta del suelo –utilizando una densidad promedio a granel de 1.3 g/cm<sup>3</sup>. En esta densidad a granel de 1 mm de pérdida de suelo es equivalente a 13 t/ha, de manera que 1 m de pérdida de suelo sería equivalente a 13 000 t/ha.

$$\begin{array}{l} \text{Pérdida neta} \\ \text{de suelo} \\ \text{(m)} \end{array} \boxed{0.004} \times \begin{array}{l} \text{Volumen equivalente} \\ \text{por hectárea} \\ \text{(t/ha)} \end{array} \boxed{13\,000} = \boxed{52 \text{ t/ha}}$$

## Medición de raíces expuestas

**¿Qué son?** La exposición de raíces de una planta o un árbol ocurre cuando la base del tronco o las raíces laterales se ven expuestas por encima de la superficie del suelo. En general se puede ver una marca en el tronco o raíz que indica el nivel de la superficie cuando la planta empezó a crecer

### ¿Cómo se forman?

La exposición de las raíces puede ocurrir en lugares donde las partículas del suelo son removidas por el agua o el viento, bajando el nivel general del suelo. La erosión ramificada puede ser especialmente relevante, en particular adonde el agua es canalizada entre raíces expuestas. Lejos del tronco, las raíces pueden actuar como protección contra la erosión causada por el impacto de la lluvia en la manera de un pedestal.



**¿Dónde se forman?** Ocurre en cultivos y árboles que crezcan en áreas sujetas a erosión.

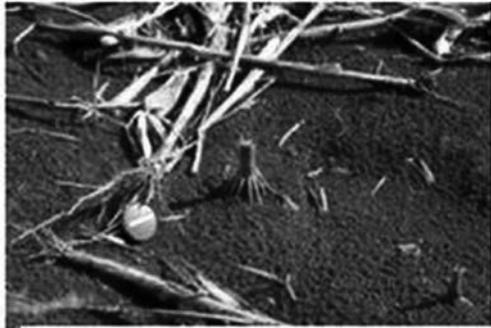
**¿Cómo se miden?** Utilizando una regla, mida la distancia desde la superficie del suelo al punto de la planta que originalmente se encontraba a ras de suelo. En el caso de raíces laterales, la superficie más alta de las raíces más expuestas se toma en general como la superficie anterior del suelo. Ya que esta medición depende de los árboles y plantas en pie en un campo, puede que no sea posible repetir esta medición en diferentes puntos del campo. Sin embargo, si la exposición de raíces es evidente en diferentes lugares, deben tomarse varias mediciones para calcular una pérdida promedio de suelo. Las diferencias en las mediciones pueden reflejar distintos procesos erosivos en acción (por ej. impacto de la lluvia). Esta medición da un estimado del suelo perdido desde que la planta u árbol fue plantado (ver potenciales de error más adelante). En el caso de un cultivo, este tiempo será una sola temporada, aunque en el caso de un árbol este dependerá de la edad del árbol. La mejor forma de determinar su edad es preguntarle al agricultor, verificado por observación directa. La verificación independiente de la edad de los árboles puede realizarse contando los anillos del árbol (conocido como dendrología). Sin embargo, los anillos no siempre se crean anualmente, especialmente en los trópicos y subtrópicos, por lo que es importante conocer los patrones de crecimiento de las especies de árboles usadas en el cálculo de la erosión. Los árboles maduros son medidos en su cantidad de anillos a través del uso de una broca especial. En caso de que se corte el árbol para hacer leña u otros propósitos puede aprovecharse la oportunidad para examinar un corte transversal completo del tronco. La pérdida anual del suelo se calcula dividiendo la diferencia

medida entre el nivel de suelo actual y el que existía cuando la planta o árbol comenzó a crecer.

### Potenciales errores en la medición:

1) Aunque los obstáculos en el campo proveen una indicación de la pérdida de suelo, ésta puede no ser representativa de la pérdida general de suelo en el campo. El obstáculo puede provocar la canalización de un flujo erosivo de agua, aumentando la pérdida de suelo a su alrededor, o puede entorpecer el flujo superficial, permitiendo la precipitación de sedimentos. Es por ello que las pérdidas de suelo extrapoladas, sólo calculadas en base a la exposición de raíces, pueden estar tanto subestimadas como sobreestimadas. Es por ello que es útil incluir estimaciones de erosión a partir de raíces laterales ubicadas lejos del tronco.

2) Además, pueden surgir errores en aquellos lugares en los que las plantas tienden a elevarse fuera del suelo, dando la falsa impresión de grandes pérdidas de suelo. Esto ocurre generalmente en suelos pedregosos, sobre todo donde hay fragmentos de gran tamaño. Para reconocer este fenómeno observe la alineación de las piedras, ya que el crecimiento del árbol puede provocar una inclinación en las piedras, levantando el lado más cercano al tronco.



Las raíces aéreas del maíz también pueden ser engañosas.

3) Relacionado con el punto anterior, la expansión del diámetro de las raíces a medida que los árboles crecen puede provocar la exposición de las raíces que corran paralelas a la superficie. Esto hace parecer que hubo más erosión de la que realmente ocurrió.

## EJEMPLO RESUELTO

Hoja de campo: Exposición de las raíces:

Sitio:

Fecha:

Medición	Diferencia medida en el nivel del suelo (mm)	Convertida a t/ha Bx13* (t/ha)	Edad de la planta o árbol (año)	Cambio anual en el nivel (t/ha/año)
A	B	C	D	
1	7	91	5	18.2
2	6	78	5	15.6
3	7	91	5	18.2
4	8	104	5	20.8
5	8	104	5	20.8
6	6	78	4	19.5
7	3	39	2	19.5
8	2	26	2	13.0
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
Suma de todas las mediciones				145.6
Promedio **				Pérdida de suelo promedio=18

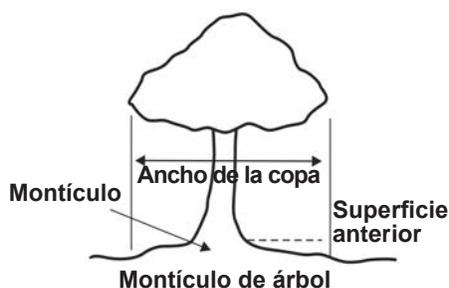
\* 1 mm de pérdida de suelo equivale a 13 t/ha, donde la densidad aparente es 1.3 g/cm<sup>3</sup>

\*\* Para obtener un promedio divida la suma de todas las mediciones por el número de mediciones a hacerse. En este caso sólo se realizaron 8 mediciones por lo que se divide por 8.

En este caso se asume que las plantas de diferentes edades del mismo lote mostraron exposición en sus raíces.

## Medición de montículo en la base del árbol

**¿Qué son?** Un montículo en la base del árbol es una situación en la que el suelo bajo la canopia está en un nivel más alto que el suelo del área que lo rodea. Un montículo en la base del árbol tiene aproximadamente la misma forma y diámetro de la canopia sobre él



**¿Cómo se forman?** La presencia de un montículo en la base del árbol indica que ha habido más erosión lejos del árbol que cerca de él, ya que la superficie del montículo está a un nivel de suelo anterior. Por ello se puede concluir que el impacto erosivo de la lluvia es absorbido por la canopia. Esto reduce el poder erosivo de la lluvia que llega a la superficie, y por ende también reduce la cantidad de suelo desagregado. En cambio, el suelo sin protección de la canopia queda sujeto a la fuerza completa de impacto de las gotas de lluvia, de forma que las partículas del suelo se desprenden y son arrastradas por la escorrentía. Otros factores que contribuyen a la creación de un montículo en la base del árbol incluyen el efecto fijador de las raíces del árbol, la mayor incorporación de materia orgánica al suelo bajo el árbol, el desplazamiento de suelo durante el crecimiento del árbol y la construcción de nidos por hormigas y termitas. Adicionalmente, algunas personas dicen que el ganado colabora ya que al sentarse bajo la sombra de los árboles durante el día, proporciona mayores insumos de estiércol. A partir de estos factores, surge una diferencia en el nivel de la superficie del suelo, permitiendo al evaluador en el campo calcular un ritmo histórico de erosión general del área en comparación con el nivel base de erosión menor debajo de los árboles.

**¿Donde se forman?** Los montículos de árboles aparecen en donde haya árboles que provean una protección buena y continua de la superficie del suelo. Los mejores lugares para esta evaluación son llanuras de poca pendiente en zonas semi áridas, en las que escasos árboles salpican el paisaje.

**¿Cómo se miden?** Se compara el nivel de la superficie bajo los árboles y al descubierto. La diferencia de altura entre los árboles y las zonas a su alrededor da una aproximación de la pérdida de suelo ocurrida durante la vida del árbol.

La edad de los árboles puede conseguirse preguntando a la gente local, o a través de la dendrología (contando los anillos del árbol). Se prefiere el método no destructivo. En el área original en la que se desarrolló la técnica, un número reducido de acacias fueron derribadas, sus edades calculadas a partir de los troncos, y se midieron sus circunferencias. Estos gráficos de calibración permitieron llevar a cabo la evaluación en todos los demás sitios locales de forma no destructiva.

Deben realizarse una gran cantidad de mediciones. Primero, debe medirse la diferencia de altura entre la máxima elevación del montículo y el nivel general del suelo. Se puede utilizar un nivel para extrapolar desde la cima del montículo horizontalmente hasta la superficie general del suelo.

La diferencia de nivel del suelo cerca del borde de la canopia puede medirse fácilmente usando una regla.

Segundo, el ritmo histórico de erosión debe calcularse, así como el período de tiempo al que se aplica este cálculo. Tercero, las mediciones deben repetirse en árboles de diferentes edades y tamaños. Se recomienda que los cálculos de erosión se agrupen en conjuntos de períodos de edad, de forma de ver si hay alguna diferencia en los ritmos de erosión calculados. Típicamente, en el caso del Este de África, cuanto mayor era el período de tiempo, menor era la erosión promedio. Esto indicaba que la erosión había estado aumentando en tiempos recientes por la presión del incremento del pastoreo.

### **Errores potenciales en la medición:**

- 1) Los montículos alrededor de las bases de árboles, arbustos y otras plantas pueden ser causados por otros factores aparte de la erosión. Por ejemplo, los montículos creados por termitas son muy comunes en árboles y arbustos. Adicionalmente, los troncos de los árboles pueden actuar como barrera al transporte de sedimento y provocar precipitación de los sedimentos. Los árboles pueden acumular materia orgánica debajo suyo, especialmente cuando se acumulan sus hojas o el ganado lo utiliza como refugio.
- 2) Algunos árboles pueden elevar el suelo a su alrededor a medida que crecen, creando montículos naturales y dando la falsa apariencia de mayores niveles de pérdida de suelo que los reales. Este efecto puede permitirse cuando el volumen del montículo ( $V_M$ ) excede al volumen del suelo levantado que puede asumirse es el volumen

del cuerpo de la raíz ( $V_B$ ) que es dado aproximadamente como el producto del área de base del árbol y su diámetro. Cuando  $V_B \geq V_M$  la altura original del suelo ( $H_0$ ) se asume como la altura del borde actual del montículo existente. De otra forma cuando  $V_M > V_B$ ,  $H_0 = (V_M - V_B) / 0.33 \pi r_{M^2}$  en la que  $V_M = 0.33 \pi r_{M^2} h$  y  $V_B = \pi r_{M^2} d$ , y en la que  $h$  es la altura del montículo del árbol y  $d$  es el diámetro base del árbol.

- 3) Ya que el tamaño de la copa cambia a medida que crece el árbol, el montículo no tendrá una altura constante por encima del nivel del suelo que lo rodea. Entonces, es importante tomar mediciones en diferentes puntos desde el borde del montículo hasta el tronco.
- 4) Los sedimentos arrastrados por el viento pueden verse atrapados por árboles y arbustos, cayendo al suelo debajo de la copa. Este material aumenta la diferencia entre las superficies debajo del árbol y en sus alrededores, pero no tiene relación con el nivel original del suelo y puede haber sido transportado desde muy lejos.
- 5) El conteo de anillos para estimar la edad de un árbol presenta problemas en muchas especies tropicales. Los anillos pueden ser estacionales, en lugares como el Este de África donde hay dos estaciones lluviosas al año. Pueden meramente indicar ciclos de condiciones climáticas más largos, tales como años muy secos o húmedos seguidos. La información debe chequearse cuidadosamente, y la información de la gente local es invaluable en este respecto. En tierras de cultivo, los árboles fueron generalmente plantados por lo que el usuario de la tierra podrá informar directamente al respecto.
- 6) A veces los agricultores depositan residuos orgánicos alrededor de la base de los árboles cuando realizan control de maleza. Esto es particularmente común en zonas húmedas, como las tierras altas de Nueva Guinea. Alternativamente, los agricultores pueden remover los montículos, especialmente si contienen materia orgánica, para distribuir en sus campos.

## EJEMPLO RESUELTO

Hoja de campo: Montículo en la base de árbol

Sitio:

Fecha:

Medición	Diferencia medida en el nivel del suelo (mm)	Convertida a t/ha Bx13* (t/ha)	Edad de la planta o árbol (año)	Cambio anual en el nivel (t/ha/año)
A	B	C	D	
1	35.0	455.0	25	18.20
2	28.0	364.0	20	18.20
3	22.5	292.5	18	16.25
4	18.0	234.0	10	23.40
5	21.0	273.0	15	18.20
6	24.0	312.0	15	20.80
7	21.0	273.0	15	18.20
8	22.5	292.5	18	16.25
9	27.5	357.5	22	16.25
10	27.5	357.5	22	16.25
11	29.0	377.0	20	18.85
12	27.0	351.0	20	17.55
13	22.5	292.5	15	19.50
14	22.5	292.5	18	16.25
15				
16				
Suma de todas las mediciones				254.15
Promedio **				Pérdida de suelo promedio=18 t/ha/año

\* 1 mm de pérdida de suelo equivale a 13 t/ha, donde la densidad aparente es 1.3 g/cm<sup>3</sup>

\*\* Para obtener un promedio divide la suma de todas las mediciones por el número de mediciones a hacerse. En este caso sólo se realizaron 14 mediciones por lo que se divide por 14.

En este caso se asume que árboles de diferentes edades en el mismo lote desarrollaron montículos.

## Tasa de enriquecimiento

**¿Qué son?** El enriquecimiento es el proceso por el que la erosión hídrica del suelo tiende a afectar selectivamente a las partículas finas en la porción más fértil del suelo, dejando las partículas más gruesas que componen la fracción de menor fertilidad del suelo. El enriquecimiento significa que el material del suelo que más es afectado por la erosión es el de mayor calidad, y el que permanece se deteriora más fácilmente por ser menos fértil. Por ende la proporción de enriquecimiento es una medida de la riqueza relativa del material erosionado (y depositado, por ejemplo, en drenajes) cuando se lo compara con el suelo original del que fue desplazado. Normalmente se lo evalúa midiendo la cantidad de nutrientes en los sedimentos erosionados y comparándola con la cantidad encontrada en el suelo original. Sin embargo, para los propósitos de una evaluación de campo rápida la proporción de partículas finas puede usarse como aproximación, ya que éstas están relacionadas con los niveles de nutrientes y son de por sí un buen indicador para la evaluación del enriquecimiento.

La proporción de enriquecimiento difiere de las otras mediciones de la DT en tanto no da una figura absoluta de pérdida de suelo. En cambio, da una idea de la gravedad potencial del papel de la erosión en el deterioro de la calidad del suelo –cuanto mayor es el enriquecimiento, mayor es la fertilidad perdida por unidad de erosión. En la práctica, la tasa de enriquecimiento puede ser utilizada para convertir mediciones de campo anteriores como la cantidad de sedimentos en drenajes para calcular pérdidas absolutas.

**¿Cómo se forman?** Las erosiones eólicas e hídricas remueven selectivamente las partículas más finas del suelo y la materia orgánica de menor peso, ambos elementos de mayor contenido en nutrientes que los suelos minerales. Entonces, cuando estas partículas de suelo se depositan en suelos cuesta abajo, en drenajes, embalses locales o eventualmente el mar, enriquecen el lugar donde se precipitan. El desplazamiento de partículas finas es un proceso natural, evidente también bajo vegetación natural.

**¿Donde se forman?** El enriquecimiento de sedimentos ocurre casi en todas partes. La tasa exacta de enriquecimiento varía por cada tormenta, cultivo y por la historia de erosión reciente. La proporción tiende a aumentar en suelos pobres y aquellos con poco contenido arcilloso. También es alta al comenzar la estación e inmediatamente luego de una intervención en el suelo cuando las partículas finas abundan en la superficie.

**¿Cómo se miden?** La medición de la tasa de enriquecimiento requiere comparar al suelo enriquecido como resultado de la precipitación de sedimentos con el suelo original del que proviene el material erosionado. Deben tomarse cantidades iguales de suelo de ambos. La proporción de material fino y grueso debe ser observado visualmente en la palma de la

mano. Esto debe repetirse bastantes veces. La tasa de enriquecimiento resulta de la comparación del porcentaje de partículas finas en el suelo enriquecido con el porcentaje de partículas finas en el suelo erosionado. Por ejemplo, una única tormenta intensa en un suelo recientemente labrado puede dar un resultado de 10:1, también llamado 10, simplemente.

### **Errores potenciales en la medición:**

- 1) La técnica para evaluar la tasa de enriquecimiento requiere una experiencia considerable porque la estimación de las proporciones de partículas finas es difícil. Los evaluadores de campo novatos deberán ir acompañados de una persona experimentada.
- 2) Ya que el desplazamiento selectivo de partículas es un proceso natural, se debe ejercer precaución para asegurar que las tendencias observadas se correspondan a prácticas de manejo de tierras y no a características heredadas de condiciones anteriores. Por ejemplo, los hormigueros y termiteros contienen proporciones mayores de material fino que la capa superficial del suelo. Entonces, la erosión de ellos producirá incrementos en la proporción de partículas finas que no se relacionan con las prácticas de uso de tierras.
- 3) Los estimados que surjan de observaciones visuales de las partículas finas son aproximativos. De ser posible, la determinación por laboratorio del contenido de macro nutrientes (totales de N, P y K) debe utilizarse para corroborar la evaluación. Esto es especialmente necesario para suelos arcillosos.
- 4) La tasa de enriquecimiento calculada puede ser menor a la real cuando no todo el material erosionado se deposita en el lugar del que se extrae el suelo enriquecido para el estudio. Las partículas más finas pueden haber sido desplazadas completamente de la zona.
- 5) La erosión puede también subestimarse cuando la precipitación de materiales de cuesta arriba ocurre en el terreno erosionado, enmascarando la verdadera extensión de la erosión.
- 6) En el mismo sentido, la tasa de enriquecimiento puede ser sobreestimada cuando la precipitación de materiales arrastrados desde terrenos más altos aumenta el nivel de partículas finas en la escorrentía contribuyendo al suelo enriquecido.

## EJEMPLO RESUELTO

## Ejemplo

## Hoja de campo: Tasa de enriquecimiento

Sitio:

Fecha:

Medición	% de partículas finas en suelo erosionado: suelo que queda en el campo	% de partículas finas en suelo enriquecido: suelo desplazado y depositado
1	20	28
2	25	25
3	15	30
4	22	30
5	20	35
6	20	35
7	22	35
8	19	25
9	20	30
10	20	28
11	18	28
12	20	32
13	18	30
14	22	32
15	22	28
16	20	28
17	16	26
18	20	30
19	20	35
20	19	30
Suma	400.0	600.0
Promedio *	Erosionado = 20.00%	Enriquecido = 30.00%

\* Para conseguir el promedio de las mediciones divida la suma de ellas por su cantidad.

**Cálculos**

- 1) Calcule la proporción de materiales finos en el suelo original respecto al suelo enriquecido

$$\frac{\text{Enriquecido } \% \quad 30\%}{\text{Erosionado } \% \quad 20\%} = \text{Tasa de enriquecimiento } 1.50$$

## Exposición de estructuras bajo tierra

**¿Qué es?** La erosión por áreas, dando como resultado una reducción del nivel general del terreno, puede identificarse donde se exponen las porciones de tierra por debajo o las cimientos de las estructuras hechas por el hombre, tales como los postes de cerca, otros postes, viejos senderos y caminos, puentes y edificios. (Las acumulaciones del suelo son posibles también alrededor de estos tipos de estructuras. Donde esto ocurre, puede utilizarse la técnica descrita para cuantificar la pérdida de suelo evidenciada por la construcción en contra de las barreras para estimar las tasas de erosión.)

**¿Cómo ocurre?** La acción del viento o el agua separa las partículas de la superficie del suelo y las transporta para ser depositada donde quiera. A través del tiempo, asumiendo que la remoción exceda la deposición, que conllevará a una reducción en el nivel de la superficie del suelo. Las estructuras con los conocidos cimientos/profundidades por debajo de la superficie pueden utilizarse para medir el descenso general de la superficie del suelo.

**¿Dónde ocurre?** Las mediciones de las pérdidas de suelo que utilizan las estructuras hechas por el hombre pueden hacerse solamente donde esté claro que los factores más que la erosión (por ejemplo la construcción) no han sido la causa de la pérdida de suelo. Los postes de cerca y otros puestos son particularmente útiles ya que la inserción dentro de la tierra incluye una perturbación mínima. La construcción de caminos, senderos y puentes a veces incluye un grado mayor de perturbación inicial pero esto puede compensarse al permitir un período inicial de establecimiento. En particular los puentes y senderos/caminos que a veces se convierten en útiles marcadores si se abandonan o se mantienen más. Las construcciones son un asunto más complicado de tratar y se requiere gran cuidado.

Este tipo de investigación incluye arqueología y un investigador debe estar consciente de los derechos y obligaciones legales que se aplican en el área local.

**¿Cómo pueden medirse?** La estrategia de medición depende claramente del objeto utilizado para establecer el nivel original de tierra. Para los postes de cerca y las barras, esto puede establecerse al determinar la altura de la parte expuesta del poste/barra y/o la longitud enterrada dentro de la tierra. Otras longitudes estándares de poste/barra se utilizan en el área. Si no, es necesario determinar el valor típico

al medir la longitud anterior de la tierra de los postes en aquellos sitios que aparecen haber sido menos afectados por la erosión del suelo. La distancia entre la nueva superficie de tierra y el punto sobre el poste que habría estado originalmente a nivel de la tierra puede medirse utilizando una regla. En algunos ejemplos, la erosión puede remover el equivalente del suelo hacia la profundidad de la porción por debajo de la tierra del poste en cuyo caso, y dado que sea cierto que el poste no estaba roto y que ninguna parte permanece por debajo del terreno, puede estimarse una tasa mínima de erosión. En otros casos, el poste puede estar totalmente libre del suelo pero mantenido en la posición por medio de un alambre fijo y además puede medirse la extensión total de la erosión. (Se requiere excavación donde se espera que el poste esté completamente enterrado como resultado de una acumulación de partículas de suelo.)

### **Ejemplo de uso de postes de cerca para determinar la pérdida de suelo-tierras de montañas degradadas, Australia.**

En un estudio australiano, las líneas rectas de la cerca cruzaban el terreno accidentado y las llanuras inundadas para cercar las áreas de pastos. Los postes eran de una longitud uniforme y cada uno contenía tres orificios perforados ubicados uniformemente para el cable de la cerca. En este caso, la altura del orificio más bajo se ubicó en una altura establecida por encima de la superficie de la tierra. Esta configuración suministró una buena base para establecer la posición de la superficie original de la tierra. La erosión se indicó por una distancia incrementada entre el nivel de la tierra en el día actual y la altura del orificio más abajo, lo que se midió por una regla al 0.5 cm más cercano. El estudio fue capaz de utilizar una cantidad de líneas de cerca para demostrar un patrón espacial diferente para la erosión y la sedimentación y delimitar las áreas donde la degradación de este tipo no era evidente.

El mismo procedimiento se aplica a los edificios y a otras estructuras pero aunque son locaciones de referencia no pueden suministrar el registro espacial que pueden realizar las líneas de cerca. En el caso de los caminos y senderos pavimentados, es común para el pavimento desaparecer aparentemente a través del tiempo. Esto puede ocurrir por medio del enterramiento durante la sedimentación o en áreas de erosión activa, especialmente en pendientes abruptas, el pavimento puede ser dañado y el sendero se desintegra. (Tal desintegración se debe también a la remoción del suelo por debajo del pavimento por varios animales tales como las hormigas, los gusanos de tierra y las termitas). Una ausencia de destrucción del sendero puede indicar una estabilidad razonable y bajas tasas de erosión.

### **Potencial de error**

- 1) El uso del poste de cerca, barras y estructuras similares es solamente posible donde se muestra la edad de la estructura y donde es posible determinar el nivel de la superficie original de la tierra. No siendo capaz de satisfacer cada parámetro significa que la técnica es inapropiada.
  
- 2) Las cercas y otras estructuras pueden promover la erosión o sedimentación activamente; además las cercas con balaustrada u otra barrera en/o un nivel cerrado de la tierra se tratan mejor como un ejemplo de la Técnica “Creadas contra las Barreras” especialmente cuando están alineadas a través de la pendiente. Las mejores cercas son aquellas sin una barrera próxima al nivel de la tierra y alineadas perpendicularmente a la pendiente. El registro local alrededor del poste puede ser detectado usualmente ya que crea una depresión, a veces semicircular, por debajo de la superficie existente. Esta profundidad extra puede excluirse de cualquier estimado.

EJEMPLO TRABAJADO

Ejemplo

Hoja de campo: Exposición de poste de cerca

Sitio:

Fecha:

Medición	Profundidad de la erosión (mm)	Convertido a t/ha Bx13* t/ha	Tiempo transcurrido desde que se instaló la estructura (años)	Cambio anual en nivel t/ha/año
A	B	C	D	
1	20	260	45	5.8
2	55	715	45	15.9
3	40	520	45	11.6
4	100	1365	45	30.3
5	60	780	45	17.3
6	55	715	45	15.9
7	80	1040	45	23.3
8	35	455	45	10.1
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
Suma de todas las mediciones				130.2
Promedio **				Anual DS=16 t/ha

\* 1 mm de pérdida de suelo es equivalente a 13 t/ha, donde la densidad a granel es 1.2 g/cm<sup>3</sup>.

\*\* Para obtener el promedio divida la suma de todas las mediciones por el número de mediciones hechas. En este caso solamente fueron posible 8 mediciones, de manera que el divisor es 8.

## Medición de sedimento en los drenajes

**¿Qué es?** En la tierra agrícola, la corriente desde una ladera se canaliza a veces por la pendiente por medio de los drenajes que corren a través de la pendiente y que son diseñados para proteger la tierra por exceso de corriente. El sedimento al ser trasladado en la corriente puede ser depositado en la medida que el agua pase a través de los drenajes.

**¿Cómo ocurre?** En la medida que la corriente desciende al entrar al desagüe, los materiales erosionados que se han transportado se depositan dentro del drenaje. El proceso es exactamente el mismo que el de la sedimentación en el lecho del río donde la velocidad del flujo cesa para ser suficiente para transportar las partículas en suspensión. El sedimento depositado indica la cantidad y el tipo de material que ha sido erosionado desde la tierra y por encima del drenaje.

**¿Dónde ocurre?** La deposición del sedimento sucede en la mayoría de los lugares donde ocurre la erosión, en la medida que las partículas de suelo se sueltan, es inevitable la re-deposición dondequiera que exista un declive descendiente –en este caso en drenajes que actúan como trampas de sedimento.

**¿Cómo puede medirse?** La diferencia entre el nivel de la superficie del desagüe antes y después de la deposición representa la cantidad de material erosionado depositado desde el área de la captación del drenaje. El sedimento en el desagüe puede medirse al calcular la profundidad del sedimento, el ancho y la longitud del desagüe. Al multiplicar estas tres cifras juntas, pueden estimarse conjuntamente con el volumen de suelo depositado en el desagüe. Pueden tomarse una cantidad de mediciones, en diferentes puntos a lo largo del drenaje para obtener una profundidad promedio del sedimento depositado y un ancho promedio del drenaje.

### Potencial de error

- 1) La corriente hacia un área transporta sedimento. Si se deposita, este sedimento se mide como si hubiera venido del área de captura del drenaje, dando como resultado a una posible sobreestimación de la cantidad de pérdida de suelo.
- 2) El material erosionado que es muy fino (tales como la materia orgánica, arcilla y cieno) puede que no se depositen en el desagüe pero sean depositado más allá corriente abajo. Este material erosionado se pierde completamente por estos estimados. Esto

significa que la cantidad de erosión a partir del esquema puede ser subestimado, específicamente si la mayor pérdida de suelo ocurre después de un pequeño número de grandes eventos de lluvia/tormentas, en vez de continuamente a través de la estación.

- 3) El tipo de material erosionado es también no representativo de la pérdida total de suelo –pero vea la “proporción de enriquecimiento” en el juego principal de herramienta.
- 4) El material erosionado en un desagüe puede a sí mismo recogerse de la corriente en el desagüe y transportado más allá corriente abajo. Por ello, las mediciones tomadas después de un evento de tormenta podría sugerir menos pérdida de suelo que las mediciones tomadas en el mismo lugar antes de la tormenta.
- 5) No se tienen en cuenta, la erosión dentro del terreno y la deposición. Por ello, en el caso de que el material erosionado no deje el esquema y se deposite en el drenaje, no se incluirá en esta medición de erosión.

Ejemplo trabajado: A causa de los potenciales de error observados anteriormente, el sedimento en los drenajes tenderán a dar un estimado muy conservador de pérdida de suelo desde los campos. Los valores reales de pérdida de suelo pueden estimarse al multiplicar una proporción de enriquecimiento asumida –pero esto no se muestra en el ejemplo siguiente.

## EJEMPLO TRABAJADO

Ejemplo

Hoja de campo: Sedimento en el drenaje

Sitio:

Fecha:

Medición	Profundidad del sedimento (cm)	Ancho del desagüe (cm)
1	2.6	30
2	2.9	28
3	2.6	30
4	2.7	30
5	3.0	28
6	2.7	27
7	3.2	30
8	3.0	28
9	2.8	30
10	2.8	30
11	2.8	30
12	3.0	29
13	3.0	28
14	2.5	27
15	2.9	28
16	2.7	29
17	2.7	29
18	3.2	30
19	3.6	30
20	3.3	29
Suma de todas las mediciones	58.0	580.0
Promedio *	Profundidad: 2.9	Ancho= 29.0
Longitud del drenaje (m): 10		
Contribuyendo con el área (captación) para drenar (m <sup>2</sup> ); 50		

\* Para conseguir el promedio de las mediciones divide la suma de ellas por su cantidad.

### Estimados

- 1) Convierta la profundidad y el ancho promedio del sedimento en el desagüe a metros (multiplicando por 0.01). Por ello, una profundidad promedio de 2.9 cm es igual a 0.029 m.
- 2) Estime el área transversal promedio de sedimento en el drenaje.

$$\text{Ancho (m)} \boxed{0.29} \times \text{Profundidad (m)} \boxed{0.029} = \text{Área transversal} \boxed{0.00841 \text{ m}^2}$$

- 3) Estime el volumen de suelo depositado en el drenaje, donde el desagüe es 10 m de largo.

$$\text{Área transversal (m}^2\text{)} \boxed{0.00841} \times \text{Longitud (m)} \boxed{10.0} = \text{Volumen depositado} \boxed{0.0841 \text{ m}^3}$$

- 4) Convierta el volumen total a volumen por metro cuadrado de capturas.

$$\text{Volumen depositado (m}^3\text{)} \boxed{0.0841} \div \text{Área contribuidora (m}^2\text{)} \boxed{50} = \text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.001682}$$

- 5) Convierta el volumen por metro cuadrado a toneladas por hectárea

$$\text{Pérdida de suelo (m}^3\text{/m}^2\text{)} \boxed{0.001682} \times \text{Densidad a granel (t/m}^3\text{)} \boxed{1.3} \times \boxed{10\ 000} = \text{Pérdida de suelo (t/ha)} \boxed{22}$$

### Análisis de la Salinidad del Suelo

La salinización del suelo es la acumulación de las sales libres en tal extensión que conduce a la pérdida de la vegetación. Los suelos salinos pueden ser debidos a suministro de sales proveniente de la erosión de la roca, aumento de la capilaridad, lluvia o inundación, que exceden su remoción por la respuesta de la planta, filtración e inundación. Por ello, la salinización sobre la superficie del suelo ocurre donde las siguientes condiciones ocurren juntas: la presencia de sales solubles, tales como los sulfatos de sodio, calcio y magnesio en el suelo; un manto freático cerca de la superficie; una alta tasa de evaporación y baja lluvia anual.

Suelos sódicos contienen una cantidad más alta de sodio adheridas a las partículas de arcilla. Cuando está en contacto con el agua, el suelo sódico crece y se dispersa en pequeños fragmentos. Al secar estos pequeños fragmentos, bloquea los poros de suelo que causando incrustación, dura fijación, pobre infiltración y escasez de agua.

### **Impactos de la Salinidad del Suelo**

Las sales en exceso obstaculizan el crecimiento del cultivo, no solo por la toxicidad, sino por la reducción de la disponibilidad del agua. Las sales en el suelo incrementan el esfuerzo que las raíces de las plantas deben hacer para tomar el agua. Sus efectos son similares al de la sequía haciendo que el agua esté menos disponible. Pocas plantas crecen bien en los suelos salinos; también restringe el rendimiento de los cultivos agrícolas. La salinización degrada la calidad del agua en tierras bajas y los recursos acuíferos, tales como lagunas, cenagales, etcétera.

### **Evaluación del Campo de la Salinidad del Suelo**

La salinidad del suelo puede evaluarse a través de los síntomas visuales en el campo y más exactamente en el análisis de laboratorio.

### **Indicadores visuales de salinidad**

#### Indicadores de planta

- Las especies que ocupan estas áreas son a veces tolerantes a la sal y pueden incluir la hierba Bermuda (*Cynodon species*) y otras halófilas (especies que toleran o favorecen un ambiente con concentraciones elevadas de sal).
- Un cultivo que crezca sobre suelos que son salinos a veces presentan síntomas de estrés de agua (hojas enrolladas y/o flácidas) incluso cuando el suelo está húmedo.

#### Propiedades de Suelo

- Suelos salinos que a veces muestran una superficie esponjosa.
- Incrustaciones blancuzcas de sal se observan a veces en la cima de un montículo, agregados o áreas ligeramente elevadas en el campo cuando la superficie está seca.

## Indicadores visuales de sodicidad

### Indicadores de planta

- Vegetación más pobre que la normal, pocas plantas y árboles mal desarrollados
- Con respecto a un cultivo en crecimiento, se observa a veces un crecimiento de altura variable dentro del campo a lo largo de las variaciones de rendimiento en la cosecha.
- Síntomas de estrés de agua no mucho después de la lluvia o evento de irrigación.

### Propiedades de Suelo

- Horizonte de superficie con un escenario duro se observa a veces en los suelos con un suelo superior arenoso y enlodado.
- Incrustación de la superficie.
- Se siente burbujeante cuando se humedece para una evaluación de textura.
- $\text{pH} > 8.5$ .
- Pobre penetración de la lluvia o la irrigación cae dentro del suelo debido a la incrustación de la superficie.
- Pueden formarse charcos de agua turbia en la superficie del suelo.
- Profundidad baja del enraizamiento.

## Otros indicadores

Uno o más de los siguientes cambios puede observarse en las poblaciones de las plantas sensibles a la sal: tasa decreciente de germinación, tasa lenta de crecimiento, ciclo incompleto de vida (ej. plantas que no florecen) abundancia disminuida, salud deprimida (comúnmente aparente por la característica amarillosa y la atrofia del cultivo o las especies de pastos) mayor susceptibilidad a la enfermedad y decrecimiento de la viabilidad de la semilla.

## Limitaciones de la evaluación del campo sobre salinidad

Si la evaluación tiene lugar en años por debajo de la lluvia promedio podrá haber poca germinación de la planta o crecimiento. El uso de las plantas como indicadores será restringido. Por otra parte, en años de la anterior lluvia promedio, la extensión total de la salinidad puede ser subestimada debido al efecto de filtración.

En ambos casos, es preferible demorar la evaluación hasta que retornen las condiciones climáticas favorables.

## **Rangos de Tipo de Salinidad**

La Salinidad del suelo puede ser más exactamente descrita utilizando la conductividad eléctrica (CE) que es el indicador de las cantidades totales de sales solubles en los suelos. Esto puede obtenerse al medir la conductividad eléctrica del extracto (CEe) en el laboratorio. Los métodos estándares pueden encontrarse en los libros y manuales publicados (ej. FAO, 1999). Los efectos de la salinidad del suelo también se afectan ligeramente por la textura del suelo, contenido de sustancia orgánica, humedad del suelo, variedades de cultivo etc. Por ello, la interpretación del valor CE no puede ser universal y precisa. Las siguientes tablas le dan una guía aproximada que puede ayudar a clasificar el rango de salinidad basado en las observaciones de campo.

Nivel de salinidad	Indicadores visuales	Tipo CEe
S0 (no salino)	No aparece vegetación afectada por la salinidad y amplio rango de plantas presentes.	< 2 dS/m
S1 (ligeramente salino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Especies tolerantes a la sal tales como la hierba cebada son a veces abundantes.</li> <li>- Plantas sensibles a la sal en general muestran una reducción en número y vigor. Legumbres sensibles a la sal (ejemplo: trébol blanco y sub-trébol, frijoles de soya, chícharos, etc.), son afectados en particular.</li> <li>- En la parte superior y final del rango, las hierbas y arbustos pueden ser prominentes en la comunidad de plantas.</li> <li>- No existen parches salinos descubiertos y no son evidentes las manchas/cristal de sal sobre la tierra descubierta.</li> </ul>	2-4 dS/m
S2 (moderamente salino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las especies tolerantes a la sal comienzan a dominar la comunidad de vegetación y todas las plantas sensibles a la sal están marcadamente afectadas por los niveles de salinidad del suelo.</li> <li>- Al final de la parte superior del rango, algunas especies ligeramente tolerables desaparecen y son reemplazadas por otras con una mayor tolerancia a la sal.</li> <li>- Las legumbres son casi inexistentes ya que la comunidad de plantas es dominada por las hierbas, arbustos y maleza plana.</li> <li>- Áreas pequeñas descubiertas de hasta 1 m<sup>2</sup> pueden estar presentes y la mancha de sal/ cristal puede algunas veces ser visible en suelos descubiertos en la parte final y superior del rango.</li> </ul>	4-8 dS/m
S3 (altamente salino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las especies tolerantes a la sal como la hierba de cebada de mar y el plátano de cuerno de ciervo pueden dominar extensas áreas y no solamente las plantas tolerantes a la sal permanecen sin afectar.</li> </ul>	8-16 dS/m

Nivel de salinidad	Indicadores visuales	Tipo CEe
S3 (altamente salino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En áreas de poca lluvia es poco probable que cualquier especie mejorada esté presente y los árboles puedan estar mostrando algún efecto por ejemplo: muerte del follaje o inestabilidad.</li> <li>- Las áreas salinas amplias y descubiertas pueden tener lugar mostrando manchas de sal o cristal (en algunos suelos una mancha oscura orgánica puede ser visible), o el suelo superior puede estar florido o hinchado con algunas plantas que sobreviven en los pequeños pedestales y el horizonte B puede aparecer en algunas áreas.</li> <li>- En áreas de lluvia moderada a alta, los parches descubiertos pueden ser mínimos pero la vegetación estará dominada por una o dos especies de plantas altamente tolerables a la sal (ejemplo: <i>Puccinellia</i>, <i>Spergula arvensis</i>, <i>Gahnia</i>).</li> <li>- En regiones de mayor lluvia, donde los suelos pueden estar inundados por períodos considerables de tiempo, algunas especies de plantas muestran ambas una tolerancia a la sal y a la escasez de agua. En áreas más secas, las plantas tolerantes a la sal no tienen generalmente una tolerancia a la escasez de agua.</li> </ul>	8-16 dS/m
S4 (extremadamente salino)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solamente las plantas altamente tolerantes a la sal sobreviven y la comunidad estará dominada por 2 ó 3 especies. Especies moderada y altamente tolerante a la sal pueden mostrar un enrojecimiento de las hojas y la parte superior y final del rango incluso plantas altamente tolerantes a la sal pueden estar esparcidas y en pobre condición.</li> <li>- Los árboles pueden estar muertos o feneciendo.</li> <li>- Áreas descubiertas y extensas tienen lugar con evidentes manchas de sal y/o cristales (en algunos suelos una mancha oscura puede ser visible). El suelo superior puede estar florido o hinchado con algunas plantas sobreviviendo en pequeños pedestales y el horizonte B puede estar expuesto en algunas áreas.</li> </ul>	>16 dS/m

Grupo de planta	Alta tolerancia a la sal	Tolerancia media a la sal	Baja tolerancia a la sal
Cultivos de vegetales	<p><i>ECe=12-10</i></p> <p>Remolacha Col rizada Espárragos</p>	<p><i>ECe=10-4</i></p> <p>Tomate Brócoli Calabaza Pepino Bell Coliflor Lechuga Maíz dulce Papas Zanahoria Cebolla Chícharos Pepino</p>	<p><i>ECe=4-3</i></p> <p>Rábano Apio Frijoles verdes</p>
Cultivos de forraje	<p><i>ECe=18-12</i></p> <p>Pasto Bermuda Rhodes Cebada</p>	<p><i>ECe=12-4</i></p> <p>Trébol blanco dulce Trébol amarillo dulce Pasto de centeno perenne <i>Bromus marginatus</i> Trébol de freson Pasto Dallis Pasto Sudán Trébol Huban Alfalfa (California común) Centeno (heno) Trigo (heno) Avenas (heno) Pasto huerto</p>	

Grupo de planta	Alta tolerancia a la sal	Tolerancia media a la sal	Baja tolerancia a la sal
Cultivos de forraje		<i>ECe=12-4</i> Smooth brome Pradera alta, pasto de avena <i>Astragalus cicer</i> <i>Melilotus indicus</i> <i>Astragalus falcatus</i>	
Cultivos de campo	<i>ECe=16-10</i> Cebada grano Remolacha azucarera Colza	<i>ECe=10-4</i> Rye (grano) Trigo (grano) Avena (grano) Arroz Sorgo (grano) Caña de azúcar Maíz (campo) Girasol Frijoles granulados	<i>ECe=4-3</i> Frijoles de campo Lino

Las plantas se relacionan dentro de los grupos en orden decreciente a la salinidad. Valores  $CEe$  (dS/m) corresponden a 50% de crecimiento en el campo.

## Barranco o Cárcava

**¿Qué es?** Un barranco o cárcava es una gran depresión, canal o quebrada en un paisaje, que luce como una extensión reciente muy activa para los canales naturales de drenaje. Los barrancos discontinuos se erosionan en su parte superior, pero se sedimentan al final de la discontinuidad. Sus formas se mueven progresivamente hacia arriba de la pendiente. Los barrancos son características obvias en un paisaje, y pueden ser muy grandes (metros en ancho y profundidad) lo que causa el deterioro de edificios, caminos y árboles.



**¿Cómo ocurre?** La cárcava surge por la acción del agua. La corriente se conduce hacia los surcos lo que se profundiza a través del tiempo con lados abruptos. Los barrancos se extienden y se profundizan en una dirección hacia la parte superior del valle por medio de la erosión de Barranco o cárcava, la fuerza de la lluvia y el colapso progresivo de sus partes pendiente arriba; los lados de los barrancos pueden colapsar por causa de la filtración del agua o el deterioro causado por el flujo del agua dentro del barranco.

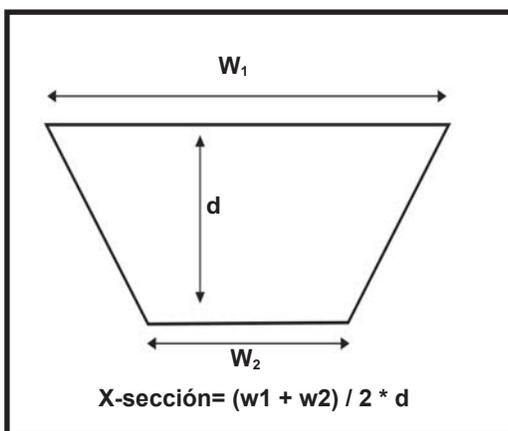
**¿Dónde ocurren?** Tienden a formarse donde las pendientes de la tierra son largas y el uso de la tierra ha causado una pérdida de vegetación y exposición de la superficie del suelo en una gran área. Prevalecen especialmente en un barro profundo con mezcla de materiales formados por arcillas inestables (ej. suelos sódicos) sobre los frontones inmediatamente hacia debajo de la pendiente de superficies de rocas desnudas y sobre las pendientes muy verticales sujetas a filtración del agua y deslizamientos de tierra.

**¿Cómo pueden medirse?** Las cárcavas tienen usualmente un suelo plano y laderas abruptas. Al medir los barrancos, el estimado realizado es la cantidad de suelo desplazado a partir del área ahora ocupada por los surcos del barranco. Este estimado no incluye cualquier estimado o cantidad de erosión por área que tiene lugar en la tierra adyacente al barranco.

Para estimar la cantidad de suelo perdido, es necesario medir la profundidad, el ancho en el extremo y la base y la longitud del barranco. Los grandes barrancos pueden medirse por medio del nivel rígido, aunque a veces una cinta de 30-100 metros y un clinómetro (para medir la pendiente) es suficiente. Las medidas de ancho y profundidad deben hacerse en un gran número de puntos a lo largo del barranco. Si existen grandes variaciones en el ancho y/o profundidad del barranco, es mejor fracturar el barranco en secciones similares y estimar la cantidad de suelo perdido para cada parte. Estos pueden ser sumados para dar la cantidad total de suelo perdido del barranco.

### Área de corte transversal de una cárcava en forma de Trapecio

Las cárcavas son más o menos características permanentes del paisaje, presentan una buena oportunidad para mantener un registro de tiempo en serie de su extensión (o sedimentación). Las visitas repetidas y las simples mediciones más la evidencia aérea, fotográfica e histórica, hacen posible el monitoreo de colección de la condición de degradación de la tierra sobre lapsos de tiempo de más de 50 años.



Las técnicas que se han usado incluyen:

- Fotografía de serie en el tiempo, se puede medir directamente el avance del barranco.
- Las entrevistas con los miembros más viejos de la comunidad y recorridos transversales para indicar donde se elevó el barranco en fechas importantes en el pasado.
- Uso de estacas de monitoreo permanente y medidas de sondeos repetidas después de grandes tormentas.

Puede que no sea significativa una proporción anual de pérdida de suelo, incluso si la cantidad de años en que el barranco ha estado existiendo pueda establecerse, porque las diferentes proporciones de pérdida de suelo ocurrirán en la medida que el barranco se profundice y encuentre diferentes capas de suelos. La extensión hacia delante de un barranco depende mucho de la condición de la captación la producción del sedimento debido a la erosión por áreas y las proporciones de

corriente. En la medida en que un barranco crece, mucha de la pérdida del suelo puede venir de los lados del barranco y no del arrastre de las capas áreas. Si las colecciones se conservan o se cultivan en el bosque, los barrancos pueden estabilizarse y curarse. El volumen de suelo perdido en un barranco puede convertirse en una medida equivalente en toneladas/hectáreas, pero su utilidad es limitada. Primero, el verdadero volumen del barranco es solamente una fracción pequeña de la pérdida total del sedimento desde la colección.

Segundo, la cárcava es más un síntoma de otras degradaciones en vez de una degradación en sí misma.

### **Error potencial**

- 1) Los barrancos o cárcavas algunas veces dominan el paisaje. Muchos esquemas de conservación erróneamente se centran en el barranco, en vez de en la razón del barranco como tal, que se basa en la captación. Es fácil olvidar que la erosión de las áreas es probable que esté ocurriendo y probablemente mucho mayor que la producción total de sedimento.
- 2) Las necesidades de cuidado a ser aplicadas para medir la captación para los barrancos para realizar las evaluaciones de la pérdida de suelo por hectárea. En particular, el área que contribuye en suministrar la corriente decrece en la medida que la parte superior del barranco se extiende hacia la parte superior del valle. Los grandes barrancos pueden evaluarse a partir de fotografías aéreas o incluso mapas.

## EJEMPLO TRABAJADO

Ejemplo  
Hoja de campo: Cárcava

Sitio:

Fecha:

Medida	Ancho del borde- $W_1$ (m)	Ancho en la base- $W_2$ (m)	Profundidad (m)
1	10.0	4.0	2.1
2	12.0	5.0	2.1
3	11.0	4.0	1.9
4	12.0	6.0	1.8
5	9.0	6.0	2.1
6	9.0	3.0	2.2
7	11.0	5.0	2.0
8	9.0	5.0	2.3
9	10.0	4.0	2.4
10	12.0	5.0	2.2
11	14.0	6.0	2.3
12	9.0	6.0	1.8
13	9.0	4.0	1.9
14	11.0	5.0	1.8
15	10.0	4.0	1.7
16	9.0	5.0	2.0
17	8.0	3.0	2.0
18	10.0	5.0	1.7
19	11.0	6.0	1.9
20	8.0	5.0	1.8
Suma de todas las medidas	204.0	96.0	40.0
Promedio *	Ancho $W_1 = 10.2$	Ancho $W_2 = 4.8$	Profundidad (d)=2.0

\* Hacer que el promedio divida la suma de todas las medidas por el número de medidas hechas.

## Estimados

- 1) Estime el área promedio transversal del barranco, utilizando la fórmula  $(W_1+W_2) \div 2 \times d$

$$\text{Ancho transv. + Prom. (m)} \quad \frac{1}{2} (10.2 + 4.8) \times \text{Prof. (m)} \quad 2.0 = \text{Área transversal} \quad 15 \text{ m}^2$$

- 2) Estime el volumen de suelo perdido del barranco asumiendo que las medidas anteriores fueron tomadas desde un barranco que medía 200 metros de largo.

$$\text{Área transversal (m}^2\text{)} \quad 15 \times \text{Longitud (m)} \quad 200 = \text{Volumen perdido} \quad 3000 \text{ m}^3$$

- 3) Convierta el volumen perdido por un metro equivalente, asumiendo que el área de captaciones es de 1 km<sup>2</sup> o 1,000,000 m<sup>2</sup>.

$$\text{Volumen perdido (m}^3\text{)} \quad 3000 \div \text{Área de captación (m}^2\text{)} \quad 1,000,000 = \text{Pérdida de suelo} \quad 0.003 \text{ m}^3/\text{m}^2$$

- 4) Convierta el volumen perdido en toneladas por hectáreas sobre el área total de captación.

$$\text{Pérdida de suelo (m}^3/\text{m}^2\text{)} \quad 0.003 \times \text{Densidad a granel (t/m}^3\text{)} \quad 1.3 \times 10\,000 = \text{Pérdida de suelo} \quad 39 \text{ t/ha}$$

## Marcas en las rocas que indican evolución del suelo

La exposición de la roca describe la situación donde la roca subyacente ha sido expuesta, a causa de la erosión, a la superficie de la tierra.

**¿Cómo ocurre?** La exposición de la roca ocurre donde las partículas de suelo habían removido previamente la roca por la acción del viento o el agua. La superficie desnuda de la roca, por ejemplo su posición relativa con respecto a la superficie del suelo ha cambiado.

**¿Dónde ocurre?** La exposición de la roca ocurre donde existen suelos bajos que cubren el material rocoso pero masivamente relacionado. Una roca relacionada y bien ventilada no es factible porque también es erosionable y fracasa en dar un marcador claro en contra del cual medir la remoción del suelo.

**¿Cómo puede medirse?** Es necesario evaluar la roca desnuda cuando la erosión acelerada comenzó a suceder. Esto puede ser difícil pero dos situaciones prácticas de campo pueden ser consideradas. Primero, la roca estaba parcialmente enterrada. En este caso, la superficie vieja del suelo mancha usualmente la roca y la parte previamente enterrada de la roca puede verse claramente. En otras situaciones, la roca más vieja expuesta se cubre con líquenes mientras que la roca recientemente expuesta no lo está. Incluso cuando los líquenes han sido removidos, la evidencia de su presencia permanece en la forma de patrones impresos sobre la superficie de la roca. Entonces, la medición es simple: tome la profundidad del suelo removido al medir verticalmente la superficie actual del suelo hasta el límite de la parte manchada de la roca. Segundo, la roca puede estar completamente enterrada. Esto podría haber pasado donde no existen marcas claras de manchas para diferenciarlas de las áreas no manchadas. En este caso, la asunción conservadora es que la roca habría de estar justamente debajo de la vieja superficie del suelo. Bajo esta asunción, la remoción del suelo por erosión asciende a la profundidad equivalente de la altura total de la exposición de la roca. Estará claro que dará un estimado mínimo de la pérdida de suelo a largo plazo. Por lo menos, no habrá peligro de una exageración espuria. Se recomienda que una gran cantidad de tales medidas sean ejecutadas para reducir los errores individuales de muestreo. Si las mediciones periódicas se planifican, los marcadores podrían dejarse para mostrar el nivel actual del suelo. El trincaje con mampostería facilita un marcador útil en las rocas más duras. Las futuras mediciones podrían entonces ser hechas por referencia a estos marcadores. Sin embargo, esto es poco probable para producir resultados medibles en menos que los varios

años de erosión –en otras palabras, después de una suficiente erosión para causar un descenso de por lo menos 10 mm.

### **Error potencial**

- 1) La principal fuente de error se identifica donde la roca se sentó con respecto a la superficie de la tierra antes de que la erosión importante comenzara. Las mejores situaciones son sobre rocas coloreadas oscuras la que se desgasta a arcillas ricas en carmelita o rocas más ligeras que se desgastan en arcillas rojizas –en estos casos, la decoloración es fácilmente visible y puede durar muchas décadas. El mejor chequeo es mirar hacia un número de exposiciones de roca y obtener un conjunto general consistente de mediciones de remoción de suelo –entonces puede obtenerse una mayor confianza en la exactitud de los estimados.
- 2) La base del nivel de la superficie actual del suelo puede ser problemática. La exposición misma de la roca altera la hidrología local y puede proteger parcialmente el suelo en el lateral de la pendiente superior. En la pendiente hacia abajo, los torbellinos en el flujo del agua pueden causar mayor fricción, por ello descendiendo la superficie actual del suelo más que si la roca no hubiera estado allí. Solamente una cuidadosa inspección del sitio puede confirmar estas fuentes de error. Pero una vez detectadas, pueden compensarse.
- 3) El tiempo sobre el cual ha ocurrido la exposición de la roca puede ser difícil de estimar. Normalmente, es suficiente para preguntarse cuando la tierra fue abierta por primera vez para la agricultura y utilizar este dato para estimar la longitud de tiempo sobre la cual ha ocurrido la erosión. Sin embargo, el peligro de degradación de la tierra puede que incluso no se haya distribuido a través del tiempo. De manera que los resultados deben presentarse en la medida que el término largo signifique estimados.
- 4) Los árboles caídos (o derrumbados por el viento) a veces resultan en la frecuencia de piedras y fragmentos de lecho de roca sobre o cerca de la superficie. Por ello, y especialmente donde existe la evidencia de un claro en el bosque o árboles recientemente caídos, las piedras en o cerca de la superficie puede que no sean indicativos de procesos de erosión.

Ejemplo Trabajado

### **Agujeros de Solución**

**¿Qué son?** Este es un caso particular pero muy útil de un indicador previo-la exposición de la roca. Los agujeros de solución son muescas encontradas en las rocas que indican el nivel histórico del suelo.

**¿Cómo ocurren?** Los agujeros de solución surgen a causa de reacciones químicas entre el suelo, el aire y la roca. Los suelos superiores tienen una mayor reacción química con la roca a causa de los ácidos húmicos liberados por la sustancia orgánica en la medida que se descompone y la mayor abundancia de suelo de flora y fauna. Por ello, en la zona del anterior suelo superior, especialmente en la interfase entre el suelo superior y la atmósfera, existe un mayor desgaste de la roca desnuda adyacente. Este desgaste deja una marca de solución horizontal o muesca, el cual es a veces más suave que la roca expuesta. Donde el suelo es removido subsiguientemente (por medio de la erosión u otros medios) estos agujeros se tornan visibles como marcadores permanentes de donde estuvo el suelo.

**¿Dónde ocurren?** Los agujeros de solución tienen más probabilidades de ocurrir sobre rocas calcáreas o caliza. Estas rocas son más susceptibles a la solución por químicos orgánicos ácidos pero el mismo efecto puede tener lugar sobre otras rocas.

**¿Cómo pueden medirse?** La medición es ampliamente similar a la de las exposiciones de las rocas. La distancia entre un agujero por solución al nivel actual del suelo da una indicación de cuanto suelo ha sido erosionado. Esta distancia puede medirse utilizando una regla, y entonces convertirla en pérdida de suelo por equivalente de hectárea. Un problema al usar los agujeros por solución para determinar la tasa de pérdida es hallar otro indicador para la calibración, de manera que pueda estimarse el período sobre el cual la pérdida de suelo ha tenido lugar. Otros indicadores podrían incluir exposición de la raíz del árbol. Sobre árboles cercanos o marcas del nivel del suelo en casas construidas conocidas a través de cierto número de años previamente. Alternativamente, puede ser posible actualizar la superficie “expuesta” por la referencia del hoyo de solución, ya que esto ocurre en una tasa de 2-5 mm/1,000 años, la superficie debe haber estado expuesta por lo menos unos pocos cientos de años.



### Error potencial

1) Las marcas sobre las rocas puede que no sean agujeros por solución. Pueden indicar otras formas de daño, por ejemplo desechos por maquinaria. Sin embargo, este tipo de daño produce inicialmente superficies gruesas y fragmentadas con bordes afilados en contraste con la forma suave de agujeros naturales.

2) La cantidad de pérdida de suelo alrededor de la base de una roca puede que sea menor o mayor que la que ocurre cerca de allí. La deposición de partículas de suelo puede ocurrir contra la roca (como en el acumulado contra barreras) o pueden formarse canales alrededor de la base de la roca, incrementando la cantidad de pérdida de suelo.

3) Puede ser difícil determinar un abarcamiento apropiado de tiempo en el cual tuvo lugar la erosión. Ejemplo trabajado: Este ejemplo se aplica a ambas exposiciones de rocas y agujeros por solución. Una gran cantidad de mediciones individuales debe llevarse a cabo en el lugar, y los resultados comparados obtienen un punto de vista de cuán consistente es la evidencia. Otras técnicas tales como la exposición de la raíz y montículos de árboles deben llevarse a cabo para corroborar los resultados desde las rocas expuestas. Asuma que los agujeros por solución (o evidencia de decoloración en la roca) están a una distancia (h) de 22 centímetros de la superficie actual de suelo –vea foto. Se estima que la pérdida de suelo ha ocurrido desde que la tierra fue deforestada y comenzó la agricultura desde hace 20 años.

Pérdida anual de suelo =  $22/20 = 11$  mm/año

Convierta Tons/Hectárea =  $11 \times 1.3 \times 10 = 143$  t/ha/año

### **Evaluación de indicadores de obstáculos a la producción**

La DT también interesa a los agricultores por su efecto sobre la producción. La mayoría de las respuestas de los usuarios de la tierra acerca de cambios en la calidad del suelo se relacionan con aspectos de la producción agrícola: menores rendimientos; mayor dificultad en mantener los rendimientos; más maleza; dificultad en la labranza por la formación de una costra dura superficial. La perspectiva de los usuarios de la tierra está articulada a través de los cambios en la producción y la forma en que las plantas, el suelo, los recursos hídricos y la vegetación natural se han deteriorado, dificultando la producción. Por ello es esencial que la evaluación refleje las preocupaciones de los agricultores, porque esta es la manera en que generalmente ellos entienden la degradación.

Los indicadores de campo de obstáculos a la producción identifican problemas que pueden haber sido causado por la DT. Es posible que otros factores (ej. estrés por sequías) hayan causado los obstáculos identificados. Sin embargo, estos otros factores pueden estar también parcialmente relacionados a la DT. Una sequía, por ejemplo, puede no sólo ser una falta de precipitaciones; también puede ser causada por una reducción en la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo a partir de la pérdida de materia orgánica. Es por ello que aunque la identificación de estos obstáculos no representa evidencia concluyente de la existencia de DT, investigaciones a continuación pueden llegar a la conclusión que esta es la causa directa o indirecta más probable.

Ya que los obstáculos a la producción incluyen observaciones y datos desde muchas fuentes, la experiencia ha demostrado que es difícil encontrar evidencia sistemática sobre ellos. Es por ello que se recomienda los siguientes indicadores:

**Evaluación de la cosecha.** La cosecha depende en parte de la productividad propia del suelo. También se ve afectada por la calidad de las semillas, el clima, las plagas, las enfermedades de los cultivos y el manejo dado por el agricultor. La evaluación de tendencias en la cosecha, en asociación con los agricultores, puede indicar caídas en el rendimiento de las cosechas que, a su vez, pueden señalar la aparición de DT.

Aunque la baja en la cosecha puede indicar DT, esta no es la única explicación posible –por ejemplo, los rendimientos de cultivos perennes pueden caer a medida que envejecen. Incluso con aumentos en las cosechas, puede estar ocurriendo DT, pero sus efectos estar enmascarados por las prácticas de uso del agricultor, como el incremento de fertilizantes. Verdaderamente, el enmascaramiento de la DT a través de insumos crecientes es considerado por muchos como la consecuencia más seria de la DT, ya que las cosechas futuras colapsarán cuando el agricultor ya no pueda pagar los insumos necesarios.

Una comparación histórica de las cosechas puede brindar información útil sobre cambios en la producción. Al accederse a registros de cosechas pasadas de los registros de cada finca, cooperativas locales, grupos de comercialización o estadísticas oficiales, puede tenerse una buena idea sobre tendencias a mediano y largo plazo. Si se comparan luego esos registros con estadísticas en el uso de fertilizantes, la introducción de nuevas variedades y otros factores que mejoran la producción, se puede conseguir una visión cualitativa del impacto de la DT sobre la producción.

En general, sin embargo, los agricultores modifican las prácticas de producción y medios de subsistencia para adaptarse a la DT. A continuación se listarán otros factores y explicaciones para tener en cuenta:

- Cambios en el tipo de cultivo para introducir uno más tolerante a condiciones degradadas: ej. maíz a mijo; sorgo a mandioca; o cultivos anuales a perennes.
- Extensión de la producción a pendientes marginales y suelos pobres: nótese que esto tiende a reducir las cosechas aún más rápido, y causa mayor DT.
- Intensificación de la producción en áreas menores aplicando abono, irrigación y otros insumos: nótese que esto bien puede reducir la DT general.
- Migración de los usuarios de la tierra a pueblos, o diversificación de los ingresos con actividades no agrícolas como la caza, la elaboración de bebidas o actividades industriales del pueblo: todas ellas pueden, a su vez, tener implicaciones en la DT.

Estas prácticas de adaptación y respuesta a la DT son sólo perceptibles a través de análisis descriptivo y no cuantitativo. El asesor de campo querrá mediciones cuantitativas de los obstáculos a la producción. En términos de cambios en la cosecha, estas sólo pueden obtenerse con

rapidez a través de técnicas participativas directamente en el campo. Las diferencias de rendimientos al interior de cada campo son generalmente muy significativas –el agricultor estará al tanto de estas diferencias, y el investigador podrá relacionar esas diferencias a variables de la DT como la profundidad de enraizamiento. Los cultivos de raíz, como la zanahoria, batata y remolacha, son particularmente susceptibles a esta técnica participativa. En general los agricultores estarán felices de dibujar en papel el tamaño individual de sus cultivos de raíz. El investigador, luego, puede comprar el producto con un tamaño similar en el mercado, pesarlo y multiplicarlo por el número de plantas en una zona fija de forma de tener un estimado preciso sobre la cosecha.

Una advertencia: la información acerca de la cosecha depende de la memoria del hombre. Sus limitaciones deben ser reconocidas y brinda una interpretación personal más que real. Aún así, será de vital importancia la perspectiva del agricultor antes que figuras cuantitativas sobre el rendimiento.

### **Evaluación de características del crecimiento de los cultivos**

Muchas evaluaciones de campo utilizan el crecimiento de los cultivos como una aproximación a la cosecha. Sin embargo, las características del crecimiento de los cultivos son en sí mismas uno de los indicadores más comunes del vigor de las plantas en las descripciones de los agricultores. En tanto el crecimiento de los cultivos está relacionado con la DT, mediciones simples y observaciones son muy útiles para obtener la perspectiva del agricultor. Las características del crecimiento de los cultivos dependen de la semilla utilizada, las prácticas agrícolas empleadas, el suelo y el clima. Dentro del campo puede ser posible identificar diferenciales en el crecimiento de los cultivos. La pregunta que uno debe hacerse es “¿Qué causó el patrón de diferenciales de crecimiento a lo largo del campo cultivado?”.

Aunque pueda parecer que la causa del crecimiento diferenciado sea evidente por sí misma, vale la mapear la incidencia del crecimiento diferenciado y luego considerar los posibles factores causantes. El mapeo del crecimiento se realiza más fácilmente dividiendo el campo en una cuadrícula y registrar el vigor relativo en cada porción. Al determinar las razones detrás de los diferenciales de crecimiento, es importante eliminar tantas posibles explicaciones como se pueda. Una lista de las razones que pueden explicar diferenciales de crecimiento de los cultivos incluye las siguientes:

Tabla 7. Técnicas de evaluación de la cosecha

Evaluación de la cosecha en el trabajo de campo	Situaciones relevantes y precauciones
Diámetro relativo de los cultivos en crecimiento en relación a los indicadores de DT, como profundidad del suelo superficial, contenido de carbono orgánico o pendiente.	Esto es útil con vegetales plantados en simultáneo pero en diferentes partes del campo. El diámetro de la lechuga y el repollo cambia significativamente con la calidad del suelo –estas mediciones son una buena aproximación al rendimiento de la cosecha futura, especialmente si el agricultor puede indicar el tamaño que espera conseguir.
Altura relativa de los cultivos en crecimiento (como la anterior).	La altura es una buena aproximación del rendimiento en otros cultivos, como el maíz. Pero debe tenerse en cuenta que la altura es muy cambiante con la variedad de cultivo empleado, por lo que las alturas relativas sólo deben compararse dentro de la misma variedad.
Cantidad de macollos en plantas de cereal individuales como trigo, cebada y avena.	Para muchos cereales, la cantidad de macollos se relaciona directamente con el rendimiento, ya que cada macollo tiene una espiga. Por ello, el conteo de los macollos sirve como una buena aproximación al rendimiento de la cosecha. De nuevo, el agricultor puede ayudar indicando la cantidad esperada de espigas.
Cantidad de plantas por metro cuadrado.	En donde la germinación es pobre debido a la DT, la cantidad de plantas en terreno degradado en comparación con terreno no degradado sirve como aproximación. Esto ha sido usado con cereales, especialmente en lugares donde la formación de una costra superficial en el suelo debido a la lluvia afecta la germinación.
Estimación del agricultor de la cantidad de bolsas de cosecha comercializable por cada campo cultivado.	A partir de su propia experiencia, los campesinos generalmente podrán estimar la cantidad de bolsas de cosecha. La comparación de estimaciones del agricultor es particularmente útil.

- ¿Son todos los cultivos de la misma variedad? Es muy común que los usuarios de la tierra utilicen una mezcla de variedades de alto rendimiento (para la venta) con otra de menor rendimiento (para consumo personal y por preferencias de gusto) que producirá algún rendimiento aún si la temporada de desarrollo es particularmente seca o húmeda, o especialmente fría o calurosa.
- ¿Todas las plantas fueron plantadas o introducidas al mismo tiempo?
- ¿Son las distancias entre las hileras constantes, o hay algunas partes del campo con cultivos plantados de forma más densa que en el resto?
- ¿Demuestran las plantas alguna señal de infestación que no estén presentes en otras plantas del mismo campo?
- ¿Han estado pastando los animales a lo largo de los límites del campo, resultando en menor densidad y vigor de los cultivos?
- ¿Se ha aplicado algún tratamiento diferenciado a parte del campo?

### **Factores relativos a la degradación de tierra**

- ¿Hay ciertas partes del campo más expuestas al viento que otras?
- ¿Hay ciertas partes del campo más inclinadas que otras?
- ¿Las prácticas de labranza o conservación introdujeron alguna diferencia de profundidad del suelo o acumulación de sedimento fértil?
- ¿Hay acumulación de suelo detrás de barreras como cercas y paredes? ¿Han causado las prácticas agrícolas una “erosión de arado”: es decir, la remoción progresiva del suelo cuesta abajo a mano o con un arado?
- ¿Hay ciertas partes del campo inherentemente más fértiles que otras (ej. viejos cauces de un río)?

El conocimiento de las características comunes de las variedades plantadas localmente es muy útil para comparar un cultivo producido uniformemente en un lote particular con el mismo cultivo en algún otro lugar de la locación. Las comparaciones de campos con los mismos cultivos en los alrededores pueden sugerir que se aplicaron diferentes prácticas agrícolas.

### **Uso de la deficiencia de nutrientes como indicador**

La deficiencia de nutrientes es una de las formas más comunes en que la DT afecta a la producción. Es por ello que es esencial para el evaluador de campo estar alerta a las evidencias de este tipo de

deficiencias en las plantas en crecimiento. En la mayoría de los casos, para cuando las deficiencias de nutrientes se hacen evidentes en anomalías perceptibles visualmente, es demasiado tarde para corregir las deficiencias a tiempo para afectar la cosecha actual. Aún así, si ha de mantenerse o incrementarse la productividad, es importante identificar, dentro de lo posible, las causas de la anomalía. Como se discutirá más adelante, esta no es una tarea simple. Cultivos diferentes necesitan niveles diferentes de nutrición. Esto significa que algunas especies pueden ser más susceptibles a ciertas deficiencias que otras. La DT puede, por ende, afectar a algunos cultivos pero dejar a otros intactos. Entonces, igual que con las cosechas y las características del crecimiento de los cultivos, los efectos de las deficiencias de nutrientes, resultante de la DT, son tanto específicos a cada cultivo como a cada suelo. Es por esto que la gente local puede responder a las deficiencias de nutrientes aplicando fertilizantes y abono o cambiando a un cultivo menos demandante. Estas respuestas son por sí mismas una buena evidencia de deficiencia en nutrientes, la cual puede obtenerse de la gente local y sus explicaciones acerca del cambio de práctica.

Las deficiencias de nutrientes son causadas por más factores que su pérdida a través del proceso de DT. La causa principal (hasta 100 kg N o más, con cultivos intensivos) deriva de la pérdida por cultivos cosechados y una insuficiente recuperación a través de abono y fertilizantes. La pérdida excesiva por las cosechas, aunque no se relaciona con la erosión del suelo, es un factor de la DT. Al determinar las causas de deficiencias en nutrientes el evaluador de campo debe hacer un análisis juicioso, conectando la evidencia del campo con otros aspectos de las prácticas agrícolas y el conocimiento local. Muchos especialistas sostienen que los síntomas visuales son indicadores insuficientes en los que basar conclusiones sobre deficiencias de nutrientes o toxicidades. Las razones principales por qué los síntomas visuales son insuficientes para determinar deficiencias de nutrientes y su vínculo a la DT son:

- 1) Plantas diferentes responden de forma diferente a deficiencias de nutrientes. Por ejemplo, los cultivos de raíz demandan el doble de fósforo que los cereales o leguminosas.
- 2) Deficiencias (o toxicidades u otros factores de degradación) de nutrientes diferentes pueden exhibir el mismo síntoma visual. Por ejemplo, el amarillamiento de las hojas del poroto puede ser por falta de nitrógeno, anegamiento, o incluso salinidad. En el maíz, la acumulación de pigmentos violetas, rojos y amarillos en las hojas puede indicar deficiencia de N, insuficiente P, temperaturas demasiado bajas o daño a las raíces por insectos.

- 3) Enfermedades, insectos y el daño por herbicidas pueden inducir los mismos síntomas visuales que aquellos causados por deficiencias en nutrientes. Por ejemplo, en la alfalfa es fácil confundir el daño por acción de grillos con la deficiencia en Boro.

A pesar de estas objeciones válidas al uso de observaciones visuales, su uso juicioso puede proveer una mirada valiosa sobre los problemas en sistemas de cultivos particulares.

Condiciones indicativas de deficiencias de nutrientes: Ciertos tipos de suelo, o usos dados al suelo, tienen una mayor predisposición a hacer visualmente aparentes a las deficiencias de nutrientes. La combinación de ciertas condiciones de suelo con indicadores visuales de deficiencias en nutrientes puede hacer más robustas a las conclusiones extraídas de esta última. Estas no son las únicas situaciones en las que pueden ocurrir deficiencias de nutrientes y toxicidades. El uso dado a las tierras tiene también un impacto significativo sobre el potencial para deficiencias en nutrientes o anomalías.

### **Tendencia del rendimiento en el tiempo**

El rendimiento del cultivo es uno de los indicadores más importantes utilizados por los campesinos para evaluar los cambios en la fertilidad del suelo. El cambio en el rendimiento puede ser causado por muchos factores, temperatura extrema, plagas/enfermedades, declinación en la fertilidad del suelo, etc. Sin embargo, en contraste con los efectos de la temperatura extrema y las plagas/enfermedades, el efecto de la fertilidad del suelo sobre el rendimiento del cultivo es regularmente más gradual. La reconstrucción de una línea de tiempo en el rendimiento de un cultivo ayuda a identificar las causas del cambio de rendimiento y la extensión del impacto del cambio. Una línea de tiempo de rendimiento de un cultivo puede construirse utilizando los siguientes pasos:

- Localizar personas que sepan de las condiciones pasadas y presentes de la comunidad y que estén dispuestos a intercambiar sus conocimientos. Es importante incluir a los mayores en la comunidad porque la información relacionada con el pasado necesita ser hallada y compartida.
- Explicar el objetivo del ejercicio a todos los participantes.
- Discutir cuán lejos en el tiempo a los participantes les gustaría hablar acerca de estos temas.
- Trazar una línea de tiempo de los eventos específicos, ej. sequía, plagas importantes/ataque de enfermedades, prácticas de conservación/manejo, cambio de la variedad, etc. La línea de tiempo de los eventos específicos ayuda a los participantes a recordar y también ayudar a explicar el cambio del rendimiento a través del tiempo.

- Identifique las unidades diferentes de tierra, basadas en la pendiente, los diferentes niveles de manejo o la diferente historia del cultivo, entonces decida qué locación va a ser discutida. Es mejor concentrarse en el principal cultivo o uno que ha sido cultivado por un largo período en la comunidad y que el rendimiento sea fácil de medir.
- Los participantes pueden entonces anotar el rendimiento del cultivo para cada década comparando los rendimientos de diferentes años. Es mejor utilizar las unidades tradicionales de los campesinos, por ejemplo, la cantidad de cujes, quintales por caballería, pues se reconstruirá respecto a tiempos lejanos, y después conviértalas en las unidades que utiliza en el tiempo presente. Registre la información en una tabla.
- Discuta las líneas de tiempo- rendimiento con los participantes, trate de evaluar el impacto de la declinación de la fertilidad del suelo, sequía, enfermedades al cambio y fluctuación del rendimiento del cultivo. Pueden cubrirse los tópicos de discusión:
  - Si tenemos una buena lluvia ahora, ¿podemos obtener un rendimiento tan alto como 20 años atrás sin utilizar fertilizante? (y si no)
  - Si el rendimiento ha incrementado en los últimos 20 años, ¿cuáles son las principales razones para el incremento?
  - ¿Cuál es el rendimiento más alto en esta área para un cultivo específico?

**Tabla 8. Hoja de trabajo de análisis sobre tendencia del rendimiento**

Tiempo (año)	Rendimiento	Eventos

## 2.4 EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN

### Composición del grupo evaluador

Un miembro de la comunidad con experiencia en el cultivo y conocimientos de las especies; un agrónomo y/o biólogo; un experto en ganadería.

Indicadores de la planta para evaluar la degradación de la vegetación.

La degradación del suelo y la vegetación están estrechamente relacionadas. En las áreas de pastos, la vegetación es el componente más importante de la tierra directamente vinculados a la productividad agropecuaria.

La pérdida de la cobertura de vegetación (en áreas no cultivadas) a veces precede a la degradación del suelo.

Existe un número de indicadores diferentes de la degradación de la vegetación que incluye:

- Cobertura reducida.
- Declinación de la diversidad de las especies.
- Cambios en la composición de las especies.
- Cambios en la abundancia de especies indicadoras de alta o pobre calidad del pasto.
- Especies indicadoras de la pobre calidad del suelo.

Los usuarios locales de la tierra saben cuáles especies indican un pasto de alta o baja calidad y las condiciones buenas o malas del suelo. Recoger ese conocimiento.

### Selección de especies indicadoras

Análisis en grupo acerca de la calidad del pasto, cultivo, suelos y plantas silvestres (buscar vínculos entre el cambio de la vegetación, la calidad del pasto, productividad animal y cambios en el suelo).

Registre los comentarios si existe una diferencia entre las plantas que indique suelo pobre y aquellas que indican suelo en deterioro; si prevalece más alguna planta en un tipo específico de suelo, u otra apreciación que considere importante.

Registre los nombres locales de las plantas y las especies y el nombre botánico si lo conoce. Si no lo conoce, colecciona una muestra de planta para determinar su nombre.

Discutir en el grupo los resultados del trabajo, las causas que favorecen la degradación de las tierras, el impacto que representan las especies indeseables sobre el medio y sobre la producción.

### Preguntas sobre los indicadores de planta en un área de pastos

1. ¿Ha cambiado la calidad del pasto a través de los últimos 20 años?
2. ¿Qué tipo de plantas silvestres (malas hierbas) aparecen en las áreas de pasto que indiquen que la calidad del pasto es pobre? ¿O que la fertilidad del suelo ha declinado?
3. ¿Cuáles son las mejores 3 -5 plantas que podríamos usar que muestren que:
  - a) ¿es la calidad del pasto bajo?
  - b) ¿es la calidad del pasto alta?
  - c) ¿es la fertilidad del suelo alta?
  - d) ¿es la fertilidad del suelo baja?
 ¿Tiene alguna característica particular? (ej. ¿Crecen en suelo rocoso? ¿Indican un pasto indeseable o de baja calidad?)
4. a ¿Qué tipo de plantas silvestres aparecen en los campos que indican la fertilidad del suelo? ¿ha mejorado la fertilidad?  
 b ¿Cuáles son las 3-5 mejores plantas que podríamos utilizar y que muestran que la fertilidad ha mejorado? ¿Cuáles son sus características específicas? (ej. aparece después del nombre = estiércol verde o crece en suelo rojo, etc.) asegúrese de identificar el nombre botánico y/o recoja las muestras de las plantas.
5. a ¿Cuáles plantas silvestres aparecen en las tierras de pasto que indican que la calidad del pasto es mala?  
 b. ¿Cuáles son las tres mejores plantas que podríamos usar y que muestran que la calidad del pasto ha decrecido? ¿Cuáles son sus características específicas (ej. Muestra excesivo pastoreo, es incomible, anual versus hierbas perennes, etcétera).
6. a. ¿Cuáles plantas silvestres aparecen en las tierras de pasto que indican que la calidad del pasto es bueno? ¿O que indican que ha mejorado?  
 b. ¿Cuáles son las mejores plantas que podríamos usar para mostrar la calidad del pasto y que ha mejorado? ¿Cuáles son sus características específicas (ej. Muestra excesivo pastoreo, etcétera).

Tabla 9. Hoja de trabajo

Nombre común	Nombre botánico	¿Qué indica?	Cualidades especiales, características (ejemplo: crece en áreas rocosas)
1			
2			
3			
Etcétera			

### Evaluación de la cobertura de vegetación y la composición de las especies

**¿Qué es?** Cobertura de vegetación: por ciento de superficie de tierra cubierto por vegetación. Es un buen indicador de degradación de vegetación cuando se hacen comparaciones a través del tiempo o entre la tierra degradada o no.

**Cobertura elemental**, medición de la cantidad (%) de área cubierta por la vegetación y/o por especies específicas. Se miden también otras formas de cobertura de tierra tales como paja, tierra desnuda y rocas.

**Cobertura foliar**, el porcentaje de tierra cubierto por una proyección vertical descendiente de la porción aérea del follaje de la planta, excluyendo las aberturas pequeñas en la transparencia. Altamente susceptible a las fluctuaciones anuales debido a los factores climáticos o bióticos. ¿Puede ser difícil medir excepto para algunas formas de crecimiento? Lo más fácil para medir plantas herbáceas, los arbustos o suculentas con hojas grandes.

**Cobertura transparente**, un estimado del área de la influencia de la planta. Se ignoran los vacíos en la transparencia. Se realiza una proyección vertical del perímetro más remoto del esparcimiento natural del follaje de las plantas. Para cualquier área, la total cobertura de transparencia puede exceder el 100% porque las plantas pueden estar superpuestas.

La composición de las especies es el % de diferentes especies dentro de una comunidad. Puede ser un indicador más útil por ejemplo un sistema de bosque.

### ¿Por qué medir la cobertura de la vegetación y la composición?

Es un estimado de cuanto una planta domina un ecosistema, a veces también se asocia con la biomasa de plantas por encima de la tierra lo que un indicador importante de la calidad del pasto.

La cobertura es un indicador útil para la evaluación de los procesos hidrológicos: la cobertura foliar influye en la cantidad de lluvia que se intercepta; la cobertura del suelo (especialmente vegetación o desechos) influye en la infiltración y la erosión potencial.

En algunos sistemas la cobertura alta de la vegetación indica calidad alta de suelo.

La composición de la vegetación puede ser un indicador receptivo del grado de la interrupción causada por el excesivo pastoreo, sequía, etcétera.

En muchos casos, estos indicadores pueden monitorear la condición de la vegetación o comparar las diferentes formas de usos de la tierra.

### Clasificación de tipos de vegetación

La cobertura de la vegetación puede medirse por diferentes métodos de acuerdo con los tipos de vegetación. Se pueden clasificar en:

**Bosque-árboles**, regularmente utilizados más de 5 m de altura con coronas interconectadas (generalmente formando un 60-100% de cobertura), arbustos, hierbas, y plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Bosques**, espacios abiertos de árboles, regularmente con más de 5 metros de alto con la corona sin tocar regularmente a la otra (generalmente formando una cobertura de 25 al 60%) Arbustos, hierbas y plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Bosque escaso**, los árboles regularmente exceden los 5 metros con coronas ampliamente espaciadas (generalmente formando de un 10-25% de la cobertura de transparencia). Los arbustos, hierbas y plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Mata-arbusto y o pequeños árboles**, regularmente de 0.5-5 metros de alto con individuos y grupos que no tocan el entrecruzamiento (generalmente formando una cobertura de transparencia de 10-25%). Los árboles pueden estar presentes pero con una cobertura del 10% o menor. Las hierbas y las plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Arbusto enano**, arbustos que crecen bajos y/o árboles enanos regularmente por debajo de 0.5 metros de altura (aunque pueden incluirse conocidas formas de enanismos entre 0.5-1.0 metros) con individuos y grupos no tocando ni interconectándose (generalmente formando una cobertura de transparencias de >25%). Los árboles y arbustos mayores de 0.5 metros pueden estar presentes pero con una cobertura de transparencia del 10% o menos. Las hierbas y plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Arbusto enano escaso**, arbustos de bajo crecimiento y/o árboles enanos regularmente por debajo de 0.5 metros de altura (aunque pueden incluirse las formas de enanismo entre 0.5-1.0 m) con individuos y grupos sin tocarse o interponerse (generalmente formando una cobertura de transparencia de 10-25%). Pueden estar presentes los árboles y arbustos mayores de 0.5 metros pero con una cobertura de transparencia de 10% o menos. Las hierbas y plantas no vasculares pueden estar presentes con cualquier valor de cobertura.

**Herbáceos**, las hierbas y/o plantas herbáceas (incluyendo helechos) generalmente formando una cobertura de >10%. Pueden estar presentes árboles, arbustos y arbustos enanos pero con una cobertura del 10% o menos. Pueden estar presentes plantas no vasculares con cualquier valor de cobertura.

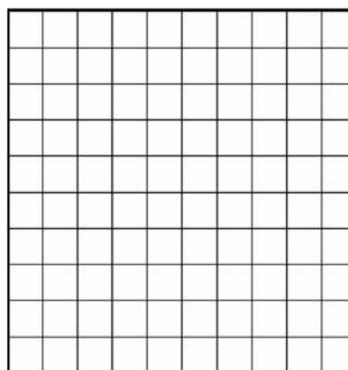
**Vegetación vascular / no vascular escasa**, la vegetación vascular es escasa o casi ausente. La cobertura de cada forma vascular (árbol, arbusto, arbusto enano, hierba) es como máximo 10%. La cobertura de plantas no vasculares (musgos y líquenes) puede estar ausente de forma continuada.

### Tamaño cuadrante

Un cuadrante convencional tiene un cuadro de madera o metal y se subdivide a veces en cuadrados iguales con cuerdas o cables para mantener la exactitud del estimado cuando se utilizan ciertas mediciones de abundancia

tales como la cobertura de transparencia, ya que cada unidad del cuadrante puede examinarse por separado.

El tamaño apropiado del cuadrante varía con el tipo de vegetación. Esta tabla subsiguiente da una referencia de los tipos de vegetación y el tamaño apropiado del cuadrante para la medición.



**Tabla 10. Tamaño apropiado del cuadrante para los diferentes tipos de vegetación**

Tipo de vegetación	Tamaño del cuadrante
Briofito y líquen	0.5 m x 0.5 m
Pastizales, hierbas pequeñas	1 m x 1 m – 2 m x 2 m
Pequeño monte , hierbas altas y pastos	2 m x 2 m – 4 m x 4 m
Arbusto, arbustos de bosques	10 m x 10 m
Bosque, transparencias de bosque	20 m x 20 m – 50 m x 50 m

En cada tipo de vegetación (uso de la tierra) una cantidad de muestras de cuadrantes a ser seleccionadas; una vez que ha sido identificada el área para la evaluación, seleccione las locaciones al azar para el cuadrante (ej. Sistemáticamente utilizando las coordenadas o tirando la bola hacia detrás sobre el hombro y colocando el cuadrante donde caiga la bola).

Recolección de datos- la siguiente información necesita ser recogida para cada vegetación (uso de la tierra) tipo (si no ha sido ya recogida como parte de la evaluación).

Locación- la locación del punto de muestreo determinado por las lecturas de GPS y marcadas sobre un mapa topográfico u otro mapa de papel.

Cobertura de la tierra, paisaje- la cobertura de la tierra descrita y clasificada. Debe describirse la posición sobre el paisaje (ej. aspecto sobre la ladera).

Uso de la tierra e historia del uso de la tierra- con la persona concedora disponible, determine el mismo conjunto de información del uso actual e histórico de la tierra identificado en la herramienta 4.1.

Dentro de cada cuadrante, registre la información siguiente:

**Nombre de la especie**, en cada cuadrante, todas las especies presentes deben ser identificadas por el nombre botánico y los nombres comunes y locales y esta información registrada en la hoja de datos del campo de la vegetación. Obtenga tantos nombres de plantas locales como sea posible.

**Conteos de especie**, cuente los números de individuos que pertenecen a cada especie en el cuadrante. Si la cantidad de algunas especies individuales son demasiado numerosas para contarlas, entonces ejecute los conteos en parte del cuadrante (ej. Un cuadrante) y agrándelo.

**Cobertura del porcentaje de las especies**, el examen visual de las especies cubiertas por cada especie y expresándola como el porcentaje del área total del cuadrante.

**Plantas indicadoras**, identifique si cualquiera de las plantas indicadoras de la condición cambiante del suelo o la calidad del pasto están presentes en el cuadrante, si es así, registre el número de las especies individuales en el cuadrante.

### **Cobertura y estimado de composición**

% Cobertura de la especie A= (% total de la cobertura de la Especie en todos los cuadrantes)/ (cantidad de cuadrantes estimados) x 100

% de Composición de especie A= (cantidad de especie A)/(cantidad total de individuos) x 100

### **Error potencial**

1. Gran variación estacional (excepto la cobertura elemental)
2. A veces afectado por el pastoreo animal
3. No siempre fácil de estimar
4. Grandes variaciones entre los observadores

### **Registro de especies de interés territorial o en peligro de extinción**

Se indagará entre los especialistas territoriales y entre los usuarios de las tierras sobre especies típicas de la zona o que se encuentren en peligro de extinción y se establecerá un simple registro con el nombre local y posterior identificación con el nombre científico.

Tabla 11. Deficiencias de nutrientes y toxicidades. Síntomas generalizados y circunstancias

Nutriente esencial	Síntomas de deficiencia/toxicidad	Condiciones típicas
Nitrógeno (N)	Hojas (primero las más viejas) se tornan amarillas/ carmelitas, las plantas son largas y delgadas, les falta vigor y pueden ser enanas.	Los suelos arenosos bajo altas condiciones de lluvia y suelos bajos en materia orgánica, donde tiene lugar una filtración.
Fósforo (P)	No se detecta fácilmente por la apariencia. Donde la deficiencia es severa, la planta estará atrofiada, las hojas tomarán un tinte purpúreo y el tallo estará rojizo en color.	Los suelos ácidos ricos en hierro, y óxidos de aluminio (por ej. suelos tropicales rojos).
Potasio (K)	Manchas amarillas/ carmelitas aparecen en las hojas más viejas y/o necrosis en los bordes.	Más frecuente en suelos ligeros (ya que K está concentrado en la fracción de la arcilla de los suelos).
Sulfuro (S)	Las hojas están atrofiadas, con clorosis uniforme.	
Calcio (Ca)	Las raíces se afectan usualmente primero –el crecimiento se afecta y a veces ocurre la pudrición. En el crecimiento vegetativo, la deficiencia puede aparecer en hojas deformadas, chamuscadas en carmelita o manchadas en el follaje o fruta amarga (ej. manzana) o el florecimiento termina podrido (ej. tomate).	Los suelos ácidos o alcalinos contienen altas proporciones de sodio.

Tabla 11. (continuación)

Nutriente esencial	Síntomas de deficiencia/toxicidad	Condiciones típicas
Magnesio (Mg)	Clorosis intervenal, primero las hojas más viejas.	Los suelos ácidos, arenosos en las áreas con una lluvia de moderada a alta a veces ocurre conjuntamente con la deficiencia del Ca.
Hierro (Fe)	Clorosis de las hojas más jóvenes.	Suelos calcáreos, pobremente drenados y con un pH alto. (En los suelos neutrales y alcalinos, los suelos P pueden impedir la absorción del Fe.)
Manganeso (Mn)	Los síntomas varían con el tipo de planta –en los cereales, las plantas jóvenes se muestran purpúreas, mientras que los síntomas de las plantas con hojas anchas incluyen clorosis intervenal, tamaño reducido de la hoja y follaje escaso.	Suelos con un PH alto. El Zn disponible se reduce por la aplicación de cal o fosfatos.
Cobre (Cu)	Clorosis de las puntas de las hojas más jóvenes y muerte del follaje de los puntos en crecimiento.	Suelos de turba, o arenosos o ácidos filtrados.
Boro (B)	En cultivos más que en cereales, el punto de crecimiento apical sobre el tallo principal se muere y los capullos laterales fracasan en desarrollar los capullos.	Los suelos arenosos, las condiciones secas y el abono con cal puede causar deficiencia de B.
Cloro (Cl)	Marchitado de las hojas.	Bien drenado, suelos arenosos.

Tabla 11. (continuación)

Nutriente esencial	Síntomas de deficiencia/toxicidad	Condiciones típicas
Molibdeno (Mo)	Chamuscado mínimo y ahuecado de las hojas. Mustio es lo común en Brassicas.	Los suelos ácidos o suelos con PH alto. La deficiencia de Mo puede causar deficiencia de N-ya que el nitrato requiere suministros adecuados de Mo para el metabolismo. La disponibilidad de Mo puede inhibir la respuesta de Cu.
Toxicidad por Sulfuro		Acumulación de sulfatos como resultado de irrigación.
Toxicidad por Manganeso	Manchas carmelitas y clorofila desigual en hojas más viejas.	Suelos con pH de < 5.0 (para especies susceptibles).
Toxicidad por Cobre	Clorosis de hojas y crecimiento restringido de la raíz.	Suelos con bajo pH.
Toxicidad por Boro	Necrosis progresiva de las hojas, comenzando por las puntas y/o bordes.	Suelos con bajo pH.
Toxicidad por Aluminio	Las plantas mueren después de un crecimiento temprano.	Suelos ácidos de mineral, agravado por un estado de bajo P.
Toxicidad por Cloro	Quema de las puntas de la hoja, estado amarillento bronceado prematuro de las hojas.	Asociado con la irrigación al utilizar agua que contiene cloro.

Tabla 12. Identificación de deficiencia y nutrientes

Nutriente	Maíz	Frijoles	Repollo
General	Alto requerimiento de N y sensible al bajo suministro de fosfato. Relativamente sensible al estrés por agua.	Tolerante a un amplio rango de condiciones, pero se obtienen altos rendimientos solamente con alto N.	Demanda de N, P y K. Moderadamente sensible al estrés por agua.
Nitrógeno	Vigor reducido; deja un color verde pálido o amarillento.	Las plantas son pequeñas, las hojas son verde pálido y las más viejas se tornan amarillas. Aparecen pocas flores.	Hojas jóvenes con hojas verde pálido, las hojas más viejas son naranjas rojas o púrpuras. La deficiencia severa deja al cultivo inhabilitado.
Fósforo	Crecimiento atrofiado, maduración demorada y color de la hoja purpúreo, especialmente el crecimiento temprano.	Los tallos son enanos y delgado, las hojas les falta lustre. Tiene lugar la defoliación temprana en la base de los capullos.	Las hojas son verde apagado con matiz purpúreo, los bordes mueren.
Potasio	Manchas pequeñas blancuzcas amarillentas en las hojas. Pobre sistema de raíz, las plantas son débiles y pueden caerse.	Clorosis de las hojas con parches necróticos en carmelita en los bordes entre las venas.	Las hojas son azulosas-verdosas. Los bordes pueden mostrar quemaduras y las puntas de las hojas más viejas pueden morir.
Sulfuro	Algo similar a la deficiencia de N. Las plantas pequeñas y débiles. Las hojas más jóvenes con un beige pálido como el color de la paja.	Crecimiento atrofiado, hojas amarillentas. Florecimiento demorado y desarrollo de los frijoles. Nodulación reducida en las raíces.	Plantas más pequeñas con hojas amarillentas.

Tabla 12. (continuación)

Nutriente	Maíz	Frijoles	Repollo
Calcio	Pobre germinación y crecimiento atrofiado.	El crecimiento es atrofiado y el punto de crecimiento puede morir. En casos severos las plantas se tornan negras y mueren.	Las hojas se enrollan en los bordes, necrosis en los bordes y muerte del punto de crecimiento.
Magnesio	Decapado blancuzco o amarillo entre las venas de la hoja, seguido de necrosis.	Las hojas más viejas muestran manchado intervenla carmelita rojizo.	Clorosis Inter-venal y arrugado de las hojas más viejas.
Hierro	Alterna hileras de verdes y blancas en las hojas.	En la etapa temprana, el palidecimiento sin patrón en el color de la hoja; en un estado de N. posterior, amarillamiento de la hoja similar a la deficiencia.	Vetas blancuzcas en las hojas, primero pero las venas más grandes se tornan amarillentas eventualmente.
Manganeso	Decapado amarillo y blanco entre las venas de las hojas, seguido de necrosis.	Clorosis, inicialmente de las hojas jóvenes, seguido de manchas necróticas en las áreas.	Inter-venales. Las hojas decrecerán y las plantas eventualmente morirán. Las hojas son de un tamaño más pequeño y exhiben un moteado amarillo entre las venas.
Zinc	Desvanecimiento clorótico de las hojas, con grandes áreas blancuzcas.	Las hojas y capullos de las flores están mudadas.	

Tabla 12. (continuación)

Nutriente	Maíz	Frijoles	Repollo
Cobre	Las hojas se tornan cloróticas y las puntas más marchita.		Hojas cloróticas, las cabeceras fracasan al formarse, crecimiento atrofiado.
Boro	Las nuevas hojas muestran listas transparentes. Mueren los puntos de crecimiento y las espigas puede que no se desarrollen.	Hojas se tornan amarillas y después carmelitas. No se producen flores o vainas.	Las hojas se deforman, quebradizas, moteadas a lo largo de los bordes y marchitas.
Molibdeno	No común en sí mismo, pero los indicadores incluyen parches de quemadura en las hojas.	Las hojas son más pequeñas, pálidas en color con moteado Inter-venal desarrollándose dentro de las áreas carmelitas quemadas.	Las hojas más viejas se tornan moteadas, quemadas y ahuecadas. Los bordes son irregulares y la formación del corazón es pobre.
Cloro	Las plantas son pequeñas con raíces regordetas pobremente desarrolladas.	Cl esencial para la fijación simbiótica del N en las legumbres. Sin nodulación y crecimiento atrofiado.	Raíces atrofiadas con ramificación excesiva y crecimiento superior pobre y marchito.
Toxicidad por Cobre	Crecimiento reducido, clorosis y desarrollo atrofiado de la raíz.		

## 2.5 EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DE AGUAS

### Mediciones de la cantidad de agua

El ancho del punto del agua estimado, en metros, puede medirse con un telémetro o cinta para medir. En los casos de lagos, lagunas, represas y reservorios entonces es el promedio entre las partes más anchas y las más estrechas.

**Profundidad del punto de agua.** La profundidad estimada del punto de agua en metros puede medirse utilizando una vara para medir o poste o una cadena con un peso adjunto en el final. La medición manual de la profundidad se limita a 5-6 metros, de manera que si el punto de agua es más profunda que la de 5-6 metros, entonces indique >6 m.

**Caudal de agua.** A ser estimado solamente para ríos, corrientes y manantial (no lagunas, presas o lagos) en litros/minuto (1/min). Esto se estima al registrar el tiempo tomado (T) para una ramita u otro elemento flotador para mover a cierta distancia (L) (ej. 20 m) a través de la superficie del agua. Para el flujo de agua de un canal en forma de U = (Ancho promedio x Profundidad promedio x L)T. Para un flujo de agua de un canal en forma de V= (ancho promedio/2 x Profundidad x L)/2.

**Profundidad del manto freático.** El agua subterránea es un recurso importante en el área de tierra seca. En la medida que más personas dependen del agua subterránea para la irrigación y el uso doméstico, algunos niveles freáticos en áreas de tierras secas, están descendiendo, amenazando los suministros de agua. Midiendo la profundidad del manto freático puede ayudar a evaluar el tamaño del recurso del agua subterránea y monitorear los efectos del desarrollo y la sequía. La profundidad del agua podría ser influenciada grandemente por las variaciones estacionales en la precipitación. Los instrumentos más simples utilizados para las mediciones de la profundidad del agua son varas para medir. Esta categoría incluye listones no graduados de madera, longitudes de tubería rígida de PVC, o varas de metal con o sin graduaciones marcadas en ellas, reglas de carpintero, etc. El instrumento de medición se desciende simplemente dentro del pozo hasta que la parte más baja toque la superficie del agua. El dispositivo se lee entonces adyacente al punto de medición marcado en la parte superior del pozo. La profundidad del punto de medición por encima de la superficie de la tierra, determinada durante la inicialización, se resta entonces de la lectura. El valor resultante es la profundidad del agua por debajo de la superficie del suelo.

Cuando se utilizan varas de medición, es importante garantizar que sean lo más verticales como sea posible, de manera que las lecturas no sean distorsionadas.

Otro método es hacer la medición por cinta u otra longitud de material flexible. Las mediciones estándares de cinta de metal pueden utilizarse pero están sujetas a muchas de las mismas limitaciones de las varas rígidas. Se recomienda utilizar una cinta de fibra de vidrio o nylon. Estos tipos de mediciones por cinta pueden adquirirse en configuraciones abiertas de carretes que serán útiles durante el transporte entre los sitios de pozo. No se recomienda una pieza ordinaria de cuerda a causa de su tendencia de estirarse y curvarse. Al final de la cinta de medición, un pequeño peso de plomo o series de pesos, deben adjuntarse a la pieza de metal ajustadora hallada en la mayoría de estos dispositivos. Las pesas de plomo disponibles en cualquier tienda de suministro de atavíos de pesca son ideales. Los pesos garantizarán que la cinta se cuelgue verticalmente. La cinta desciende entonces dentro del pozo hasta hacer contacto con el agua. Los estimados de la profundidad del agua se realizan por medio de los métodos anteriores.

### **Acotación de los datos hidrológicos del área a evaluar**

Además debe ser completado con los datos de Recursos Hidráulicos siguientes:

- Lluvia media anual
- Evaporación anual
- Lluvia periodo lluvioso
- Lluvia periodo seco
- Evaporación Periodo seco
- Evaporación periodo lluvioso
- Volumen de agua disponible para el área
- Volumen de Fuentes superficiales disponibles
- Volumen de fuentes subterráneas disponibles

### **Mediciones de la calidad del agua**

#### Características físico-químicas

Existe una variedad de las variantes de la calidad del agua, incluyendo la temperatura, la conductividad eléctrica (una medición del total de sales disueltas), PH (un indicador de la acidez del agua o la alcalinidad), la clorofila, total de fósforo, total de nitrógeno, oxígeno disuelto y transparencia del agua (profundidad Secchi). Estos parámetros pueden medirse con instrumentos individuales o con un instrumento de combinación que incluye varios tipos de exploraciones.

Los cambios de la calidad del agua a veces ocurren a través de largos períodos de tiempo, haciendo difícil determinar el rol de la actividad humana como una forma diferente de los procesos naturales, por ejemplo el impacto del cambio climático. El uso de los conjuntos de datos de largo término en los recursos del agua puede ayudar a determinar la causa y los efectos.

Medición del pH. El valor del pH del agua (a ser medido utilizando un metro de pH o un tabloide de pH).

Medición de la DBO. Medida de la Demanda Biológica de Oxígeno (una indicación de la disponibilidad de oxígeno y además del grado de contaminación) para medirse utilizando el kit de test DBO.

Identificación de las fuentes de la contaminación. Localice las principales fuentes de contaminación del punto del agua.

Registro de especies acuáticas. La presencia o ausencia de ciertos indicadores químicos o biológicos pueden reflejar condiciones ambientales. Los grupos taxonómicos, especies individuales, grupos de especies, o comunidades enteras pueden usarse como indicadores. Es posible utilizar la presencia/ausencia de las especies y en algunos casos las abundancias y las características del hábitat para evaluar la condición de los ecosistemas de agua tierra adentro. (Ejemplo: malangueta, algas como la Talasia, algas verdeazules, etc., indicadoras de la carga orgánica y de fertilizantes).

### **Medición de la turbidez del agua**

**¿Qué es?** La **turbidez** es el estimado de un grado de transparencia u opacidad del agua debido a las partículas suspendidas y los sedimentos. Regularmente medido utilizando el test /columna de turbidez/ disco Secchi en metros.

La turbidez se considera como una buena medición del agua que mide el grado por el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. Mientras más sólidos totales suspendidos haya en el agua, más opaca parece y más alta es la turbidez.

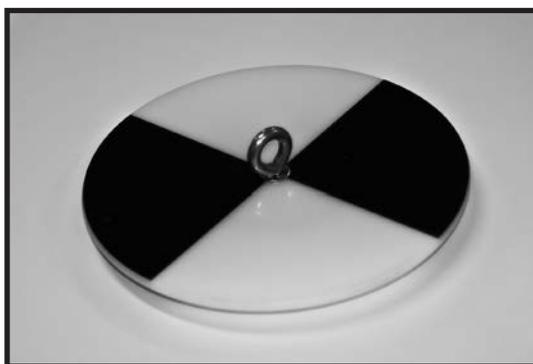
Existen varios parámetros que influyen en la opacidad del agua y que incluyen:

- Fitoplancton.
- Sedimentos de la erosión.

- Sedimentos vueltos a suspender desde del fondo (frecuentemente agitado por los alimentadores del fondo como la carpa).
- Descarga de desecho.
- Crecimiento de alga.
- Descarga urbana.

### ¿Cómo medirlo?

El disco Secchi es una herramienta simple y estándar para medir la calidad del agua. Es un disco blanco y negro de 8 pulgadas (20 centímetros) de diámetro, adjunto a una vara con espiga, tubería PVC, soga o cadena. Los intervalos de pulgada o centímetro se marcan sobre la vara, tubería, soga o cadena con tinta indeleble, pintura o abrazaderas. Las mediciones del disco Secchi tienden a ser más fáciles y rápidas utilizando una vara o tubería versus una soga o cadena, excepto cuando el agua es muy clara. El agua muy clara puede requerir una vara o tubería excesivamente larga.



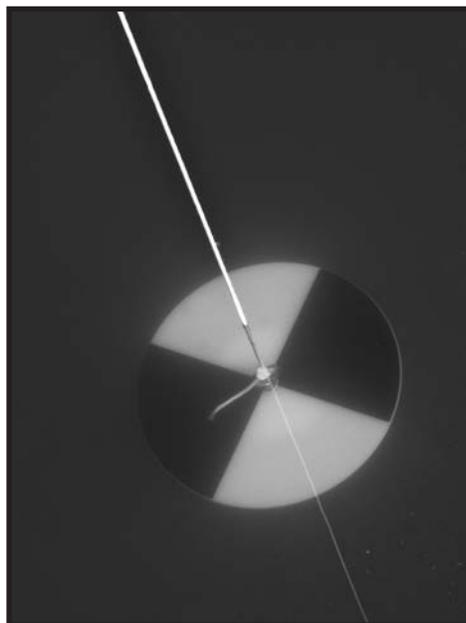
Para obtener una medición, se desciende el disco dentro del agua mientras se observa la profundidad en la que desaparece, se desciende un poco más y entonces se levanta mientras se observa la profundidad en la que reaparece. La medición del disco Secchi es la diferencia de las dos observaciones.

La fecha, la medición del disco Secchi y la fuente de turbidez deben registrarse en cada claridad del agua. Las fuentes de turbidez son regularmente de sedimento (lodo color carmelitoso), fitoplancton (color verdoso), mancha húmeda (color del té de las hojas que caen o las plantas) o alguna combinación de estos. Las mediciones del disco Secchi son más exactas cuando se toman en relativa calma, en los días soleados durante el mediodía desde un dique o algún tipo de dispositivo flotante, tales como un bote, tubo de flotación, colchón de aire o salvavidas.

Introduzca el disco hasta que desaparezca y comience a levantarlo lentamente hasta que sea visible, anote la profundidad, repita la operación bajándolo lentamente hasta que desaparezca y anote la profundidad de desaparición. Vuelva a extraerlo lentamente hasta que sea visible. Con ese valor se va a una tabla que caracteriza la turbidez.

Para que la medición del disco Secchi alcance la mayor precisión, deben cumplirse las siguientes condiciones:

1. La misma persona debe estar tomando todas las lecturas utilizando la agudeza de la visión que varía de persona en persona.
2. Es preferible que la medición se realice entre las 10:00 a.m. y 4:00 p.m. de manera que los rayos de luz provenientes del cielo estén en un ángulo similar cada vez que se tome la lectura.
3. Elimine tomar la medición cuando el agua esté picada o turbulenta.
4. La medición del disco Secchi debe tomarse en la parte más profunda del cuerpo de agua. Esto puede determinarse al ver un mapa batimétrico o utilizando un calibrador de profundidad.



Anote la fecha y hora de la toma de medida y repítala cada año en condiciones climáticas y horarias similares y en el mismo punto de evaluación. Eso le permite ver si el recurso mejoró o empeoró.

### Identificación de las demandas hídricas

- Total de personas de la comunidad:
- Demanda de agua de abasto para la comunidad:  
100 litros \*cantidad de personas=
- Demanda de agua de los animales:
- Demanda de agua para la agricultura:

### Otras observaciones relacionadas con las aguas

Las aguas residuales reciben tratamiento:

Sí \_\_\_ No \_\_\_

Las aguas de abasto a la población tienen tratamiento previo:

Sí \_\_\_ No \_\_\_

Acceso al agua de beber tratada:

Sí \_\_\_ No \_\_\_

Porcentaje de la población con acceso al agua potable segura:

\_\_\_\_\_ %

Existe franja reguladora:

Sí \_\_\_ No \_\_\_

Estado de la franja reguladora:

Buena \_\_\_ Regular \_\_\_ Deficiente \_\_\_

## 2.6 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

### Entrevista al grupo focal comunitario

#### **Objetivos**

Obtener información importante sobre la variedad de usuarios de la tierra, sus regímenes de manejo individual y comunal, el área y su historia para ayudar con la interpretación de los resultados de la evaluación de la DT.

#### **Participantes**

Un número reducido (6 a 10) de ancianos de la comunidad (tanto masculinos como femeninos) elegidos en base a su conocimiento del territorio de la comunidad, su historia y el uso dado a la tierra; dos miembros del equipo evaluador: un facilitador con experiencia en la realización de entrevistas y otro miembro que mantendrá un registro escrito de lo dicho, y lo plasmará en un reporte de trabajo tan pronto después de la entrevista como sea posible (lo óptimo es que sea el mismo día).

#### **Materiales y preparativos necesarios**

Materiales para tomar notas, asistencia visual como por ejemplo los mapas existentes, fotografías aéreas, esquemas del área, etc. que pueden facilitar la entrevista.

#### **Tiempo requerido: 1-1.5 horas**

#### **Procedimiento**

- i) Pedir una reunión con los ancianos de la comunidad.
- ii) Identificar un lugar adecuado para realizarla, ejemplo: un cuarto cerrado, bajo un árbol.
- iii) Introducir a los participantes y delinear los objetivos de la reunión.
- iv) Usar la lista a continuación para guiar la entrevista. Tratar de cubrir todas las áreas en la lista, y al mismo tiempo permitir a los participantes agregar información extra.

**Lista de guía para la entrevista. Realice las preguntas aclaratorias y expanda en donde sea necesario. Cuando la palabra MAPA aparece junto a un ítem, es posible registrar esa información en el mapa comunitario.**

- i) ¿Dónde quedan los límites del territorio de la comunidad? MAPA.
- ii) Identifique el tipo y ubicación de los recursos clave explotados por la comunidad fuera de los límites del territorio. MAPA.

- iii) ¿Cuáles son, y dónde están, los TUTs más importantes, la vegetación (bosques, tierras de pastoreo) y los recursos hídricos (ríos, capas subterráneas, humedad en el suelo, etc.)? MAPA.
- iv) ¿Cuáles son las principales zonas de asentamiento? MAPA.
- v) ¿Cuál es la historia y patrón de asentamiento en el área? ¿Qué diferencias hay al interior del territorio en la presión sobre los recursos de tierras, y cuál es la razón detrás de estas diferencias?
- vi) ¿Cuáles son los principales TUTs? MAPA.
- vii) ¿Cuáles son los recursos de importancia para los medios de subsistencia y la producción de la comunidad? MAPA.
- viii) ¿Cuáles son las principales actividades de subsistencia (cuáles son las principales actividades emprendidas por la gente para sobrevivir)?
- ix) ¿Cuáles son, y dónde están, las principales áreas con DT? ¿Cuáles son las causas principales de esta DT?
- x) ¿Cuáles son las áreas más exitosas en términos de lucha contra la degradación y la sequía? Identifique las diferentes formas y diferencie si son resultado de intervenciones o de prácticas tradicionales. MAPA.
- xi) ¿Hay alguna organización que afecta la forma en que la tierra se maneja en la comunidad, por ej. grupos informales o cooperativas de usuarios de la tierra, ONGs operando localmente, agencias del gobierno, etc. Describa los efectos principales –puede que sean positivos o negativos.
- xii) ¿Qué cambios ha habido en la calidad y cantidad de los recursos hídricos en el territorio de la comunidad en los últimos 20 años, por ej. tendencias en las precipitaciones y la distribución estacional, cambios en manantiales, nivel del agua en pozos, cambios en el flujo de ríos y arroyos, cambios en calidad del agua (salinidad, polución)?
- xiii) ¿Cuáles son los principales sistemas formales e informales de tenencia de la tierra y derecho de acceso a los recursos de tierras (tierras para cultivos, pastoreo, bosques y agua, etcétera)?
- xiv) ¿Cómo afectan las leyes locales y regulaciones sobre recursos de tierras el grado de degradación o a las medidas para combatirlas? Los efectos pueden ser positivos o negativos.
- xv) ¿Cómo afectan las reglas nacionales o estatales, regulaciones y políticas? Los efectos pueden ser positivos o negativos.
- xvi) ¿Cuáles son los indicadores locales de bienestar económico más confiables que distinguen entre pobres, gente en una posición intermedia y ricos en la comunidad (ej. tipo de tierra, área, tamaño de la unidad familiar, tipo de casa, cantidad de ganado, tipo de empleo, bienes financieros y deudas, nivel de educación, salud,

etc.) Nota. Las respuestas a esta pregunta serán usadas para la formulación de un ranking de bienestar económico relativo de las unidades familiares elegidas para el análisis biofísico y socioeconómico detallado. Aunque la comunidad pueda identificar inicialmente más de tres grupos, es necesario fusionar algunos si hiciera falta hasta que los grupos de bienestar económico lleguen a tres.

- xvii) ¿Qué otras divisiones sociales importantes (además del bienestar económico) existen en la comunidad (ej. grupos religiosos, docentes, miembros de salud pública, etc.) que inciden en los ingresos de las familias y/o la forma en que manejan su tierra?

### **Entrevista con el usuario directo de la tierra**

Es importante entender las características, el manejo que se le ha dado y la historia ambiental de los sitios de evaluación. Lo más importante es hablar con el agricultor/consejero/experto local. La ubicación más conveniente para esta entrevista es en el campo, junto al lote en el que se tenga interés.

Registre toda la información, ya que ésta forma la base de las interpretaciones y mediciones posteriores.

Los puntos acerca del historial ambiental y de manejo para registrar incluyen las tendencias pasadas (últimos 5 años) y la situación actual de:

- Labranza: tipo, dirección y profundidad.
- Tracción: humana, animal, tractor (tamaño).
- Labranza mínima o cero (y por cuantos años/temporadas).
- Cultivos: tipo, crecimiento, cosechas (mayores o menores a las expectativas).
- Uso de fertilizantes (y su efecto).
- Nivelación de tierras.
- Precipitaciones (recientes e históricas), por ejemplo “muy húmedo durante la última cosecha”.
- Agua para uso doméstico o agrícola. o ¿Se utilizan otras fuentes de agua aparte de la lluvia (ríos, arroyos, etc.)? o ¿Existen problemas de disponibilidad de agua, inundaciones, calidad del agua? o ¿Se presentan dificultades de acceso al agua (quizás por leyes que lo prohíben o por cuestiones de propiedad)? o ¿Ha habido cambios (en los últimos 5 años) en calidad, cantidad, acceso?
- Estabilizantes aplicados, por ejemplo cal o yeso.
- Cualquier intento de introducir prácticas mejoradas o modificadas.
- Observaciones acerca de la DT – tipo, historial, causas aparentes.

Información importante para áreas de pastoreo (sólo algunas de las anteriores son relevantes para estas áreas):

- Derechos de acceso a tierras de pastoreo.
- Sistema de los usuarios de la tierra para el pastoreo del ganado.

Esta lista se presenta a modo de guía y no es una lista fija de las preguntas a realizarse. Pregunte por otros temas y/o explore otras cuestiones si llegan a surgir durante la entrevista y son relevantes. Es importante captar las tendencias y los cambios cuando sea apropiado, por ej. cambios en la DT, la percepción de la gente sobre la DT o las actividades de mejoramientos realizadas.

### **Composición de la unidad familiar y base de recursos**

- Miembros de la unidad familiar (incluyendo miembros que hayan migrado), género, edad, religión, grupo étnico, salud (discapacidades, etc.), estado de dependencia, residencia, roles en actividades de subsistencia.

### **Capital humano**

- ¿Cuál es el nivel educativo de los miembros residentes y no residentes?
- ¿Qué habilidades, capacidades, conocimientos y experiencia tienen los diversos miembros?
- ¿Qué ha cambiado en los años que se quieren evaluar?

### **Capital natural**

- ¿Qué recursos de tierras, agua, ganado y plantas o bosques utilizan los miembros dentro y fuera de la comunidad? ¿Para qué los utilizan?
- ¿Cuáles son las principales limitaciones que quisieran ver superadas, asociadas a los recursos de tierras, agua, ganado y plantas o bosques de la unidad familiar?
- ¿Cuáles son los términos de acceso e intercambio para estos recursos (propiedad, arrendamiento, acceso libre, etcétera)?
- ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

### **Capital físico**

- ¿A qué infraestructura tienen acceso y usan los miembros (transporte, facilidades para comerciar, servicios de salud, suministro de agua)?  
¿A qué infraestructura no tienen acceso y por qué?
- ¿Qué herramientas y equipos usan los miembros de la unidad familiar durante las actividades de sus medios de subsistencia y que términos de acceso tienen a ellas (propiedad, alquiler, compartirlos, etcétera)?
- ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

### Capital financiero

- ¿Cuáles son las ganancias de la unidad familiar de sus diversas fuentes (ventas de cosechas y ganado, procesamiento, actividades fuera del campo, negocios, productos del campo, pesca, remesas, regalos)?
- ¿Qué otras fuentes de financiamiento hay disponibles y cuán importantes son (créditos bancarios, prestamistas)?
- ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

### Capital social

- ¿Qué vínculos tiene la unidad familiar con otras unidades familiares o individuos en la comunidad (lazos familiares, grupos sociales, miembros de organizaciones sociales, económicas y religiosas, contactos políticos, patronazgo)?
- ¿En qué situaciones se activan estos vínculos y cómo (asistencia mutua, trabajo compartido)?
- ¿Cómo ha cambiado esto en los años que se quieren evaluar?

### Contexto de vulnerabilidad

- ¿Cuáles son los patrones estacionales de las diferentes actividades en las que están involucradas los miembros?
- ¿Qué patrones estacionales hay en los ingresos, insumos de alimentos, gastos, residencia, etcétera?
- ¿Qué crisis ha enfrentado la unidad familiar en el pasado (crisis de salud, desastres naturales, fracaso de cosecha, desórdenes civiles, problemas legales, deudas, etc.) y cómo se enfrentó?
- ¿Qué cambios de más largo plazo (sobre 5 a 10 años o más) tuvieron lugar en el ambiente natural, económico y social, y cómo se ha enfrentado a dichos cambios?
- ¿Cuáles son las dificultades principales a las que se enfrenta actualmente la unidad familiar, que amenacen sus medios de subsistencia y su capacidad para hacer las cosas que quieren?

### Instituciones y políticas

- ¿En qué organizaciones, instituciones y asociaciones (organizaciones, cooperativas, etc.) participan los miembros y que roles tienen en ellas?
- ¿Cómo se llega a la toma de decisiones en esas organizaciones, instituciones y asociaciones?
- ¿Quién toma decisiones sobre el uso de los recursos naturales y físicos en la comunidad, y cómo se toman esas decisiones (cuáles son los centros de tomas de decisión)?
- ¿Qué leyes y regulaciones afectan a la unidad familiar?

- ¿Qué organizaciones son de mayor importancia para la unidad familiar y qué beneficios le brindan?
- ¿Cómo ha cambiado esto a través de los años que se quieren evaluar?

Las preguntas que siguen se refieren directamente a la DT y CDT. La mayoría llevará a charlas cortas y requerirá preguntas complementarias y un registro cuidadoso de las respuestas.

### **Degradación de tierras**

En general será necesario hacer preguntas separadas sobre recursos del suelo, vegetación y el agua, ya que el término “tierra” será probablemente interpretado como “suelo” por los usuarios de la tierra.

- ¿Cuán importantes son las limitaciones por DT a las actividades de la unidad familiar?
- ¿Qué impactos específicos tiene la DT (en sus diferentes formas) sobre la unidad familiar?
- ¿Cómo ha cambiado la DT y sus efectos en los años a evaluar?

Si ocurre DT y ha sido reconocida:

- ¿Cuáles son las causas de la DT en las tierras manejada por la unidad familiar? Es importante no preguntar solamente por la causa inmediata, ej. “cultivos en pendientes empinadas” o “sobre-pastoreo”, sino preguntar también por la causa de origen: “¿por qué cultiva la gente en pendientes empinadas?” etc. Es importante continuar las preguntas hasta revelar la causa profunda.
- ¿Ha habido intentos de hacer CDT? Si ha habido, ¿por qué?, si no, ¿por qué no? Averiguar más si es relevante.
- ¿Hay interés en aplicar enfoques de CDT no utilizados actualmente? Si lo hay, ¿cuáles?, y ¿por qué no han sido intentados (cuáles son los obstáculos)? Averiguar más si es relevante.

### **Entrevista a informantes clave**

Es casi seguro que surgirá información de las entrevistas a las unidades familiares, la entrevista comunitaria u otras partes de la evaluación que el equipo querrá chequear o hablar más a fondo con individuos específicos. Por ejemplo será de utilidad hablar de ciertos aspectos con líderes locales (a nivel de la comunidad o el territorio) y especialistas del municipio y de la provincia. Estos individuos pueden confirmar las observaciones o lo dicho por los usuarios de la tierra, o quizás ofrecer explicaciones plausibles para ciertas observaciones y comportamientos.

Es difícil ser precisos acerca de quien debería ser entrevistado y sobre qué, el equipo deberá anticipar entrevistas semi-estructuradas con una cantidad de personas locales a lo largo de toda la evaluación.

### **Evaluación de bienestar económico**

Se anticipa que el bienestar económico en un sentido relativo y amplio, no limitado sólo a los bienes financieros, de un individuo es un factor importante en la determinación de su perspectiva y comportamiento en relación a los recursos de tierras. Por ello es necesario categorizar a la muestra de unidades familiares acorde a su bienestar económico. Se utilizarán los indicadores relativos al bienestar económico recolectados como parte de la entrevista al grupo focal comunitario. Esto permitirá desagregar los análisis de medios de subsistencia y las evaluaciones biofísicas.

Cuando sea posible, debería hacerse esta evaluación de bienestar económico de forma participativa en el que un grupo de informantes clave agrupe a las unidades familiares de la comunidad en grupos acorde a su bienestar económico y luego identifique las características de cada grupo.

La mejor estrategia para resolver estas limitaciones es identificar indicadores claros para los tres grupos (relativos) de bienestar económico: ricos, medios y pobres durante la entrevista al grupo focal comunitario.

### **Análisis de medios de subsistencia a nivel de la unidad familiar**

#### Antecedentes

Es importante tener una mejor comprensión clara de cómo los factores socioeconómicos, culturales e institucionales influyen en la visión y el manejo de los usuarios de la tierra sobre sus recursos. El análisis debe considerar con mucho cuidado qué elementos del enfoque de “medios de subsistencia” puede tener un vínculo y/o impacto las causas y efectos de la DT. Muchos ejemplos de tierras degradadas muestran que aunque pueda ser útil darle al usuario de la tierra opciones técnicas para un manejo sustentable de la tierra, raramente será suficiente por sí sólo para cambiar su comportamiento a largo plazo. Especialmente en el caso de usuarios de la tierra pobres, hay factores relacionados con el acceso al mercado, a recursos, el ambiente institucional (ej. conocimientos sobre derechos, accesos a programas de asistencia y ayuda, etc.) que influyen la visión que el usuario de la tierra tiene sobre sus propios recursos. Estos factores pueden impulsar o limitar su capacidad para practicar un manejo sostenible o realizar acciones que frenen o eliminen las causas de la degradación.

Un buen análisis de medios de subsistencia deberá revelar causas institucionales y socioeconómicas que llevan a la DT así como las respuestas apropiadas a nivel de políticas para los diferentes grupos de usuarios de la tierra en una comunidad.

La recolección de datos socioeconómicos corre el riesgo de ser demasiado abierta, desestructurada y desenfocada –este problema puede evitarse estableciendo un foco claro al inicio de la evaluación: ¿Cuáles son las preguntas que queremos responder y/o qué comportamiento queremos explicar?

### Preguntas a esclarecer

Algunos ejemplos de preguntas amplias que serán probablemente relevantes en la mayoría de las áreas de evaluación se dan a continuación. Estas deben ser debatidas y expandidas durante la etapa de planificación de la evaluación:

- ¿A quién afecta la DT, quién practica o se beneficia de un manejo sustentable de las tierras y quién no (ricos/pobres, hombres/mujeres) y por qué? Es común que las comunidades tengan actividades de MST limitadas y uno de los objetivos de la evaluación es averiguar por qué ocurre esto.
- ¿Cómo se relaciona la DT y el MST (prevención y restauración) con características y estrategias específicas de los medios de subsistencia (orientación al mercado, miedo al riesgo, diversificación, etc.)? El manejo de las tierras “bueno” y “malo” en general encaja dentro de una estrategia de medios de subsistencia deliberada. Entendiendo los elementos clave de esta estrategia puede explicar el comportamiento y servir de guía a eventuales intervenciones de apoyo.
- ¿Cuáles son las causas socioeconómicas e institucionales más importantes de la DT, MST y el desarrollo de las tierras áridas (ej. presión demográfica, seguridad en la tenencia de la tierra, acceso al mercado, infraestructura, políticas nacionales y provinciales)? Las causas de mayor importancia variarán de un lugar a otro. Es importante considerar frecuentemente a través de la evaluación socioeconómica cuales son las causas detrás del comportamiento que lleva a la DT.
- ¿Cómo afectan las políticas a la DT, y cómo facilitan o dificultan la realización de CDT y MST? Aunque las influencias de las políticas entran dentro del campo “institucional” de la pregunta anterior, deben considerarse directamente las políticas nacionales y regionales acerca del uso de tierras. Casi siempre habrá una política en particular (o falta de políticas, falta de implementación, resultados indeseados, etc.) que afecte el comportamiento de los usuarios respecto a su tierra.

Por ejemplo pudiera una política de favorecer los incentivos para la producción de un determinado cultivo que en la finca en cuestión por no contar con las condiciones naturales requeridas conllevan a una aceleración de su degradación.

- ¿Qué rol juegan el capital social, financiero y de otro tipo a nivel local como influencia en las perspectivas de uso de tierras?. El enfoque de medios de subsistencia pone mucho énfasis en el rol del acceso a bienes y del sentido de pertenencia a la tierra como influencia en el comportamiento y manejo de las mismas.
- ¿Qué soluciones de compromiso deben adoptar los usuarios de la tierra que afecta el balance de los bienes a los que tiene acceso, y qué efecto tiene sobre el manejo de las tierras? Esta pregunta se vincula a la anterior respecto a la importancia de entender la estrategia del usuario. Los equilibrios específicos entre los tipos de bienes forman frecuentemente parte de la estrategia del usuario.

Es de vital importancia ponderar estas preguntas antes de comenzar la evaluación ya que serán las que provean una estructura para el análisis y la presentación de los resultados acerca de los medios de subsistencia. Si tenemos poca claridad respecto a las preguntas que esperamos sean respondidas por las herramientas entonces la recolección de datos, y el reporte final, sufrirán por ello.

## **Muestras**

Este análisis debe realizarse en más de 20 unidades familiares responsables del manejo de las tierras que fue sujeto de la evaluación biofísica detallada.

Como parte del análisis de medios de subsistencia, los resultados de la entrevista a las unidades familiares deben desagregarse lo más posible en base al bienestar económico utilizando la información sobre categorías de bienestar económico recolectadas de la comunidad durante entrevista al grupo focal

## **Estructura para el análisis y la presentación de la información acerca de medios de subsistencia**

- 1) La primera tarea es describir la muestra e inferir de ella las características de la comunidad. Resuma los bienes bajo las categorías principales identificando los que parecen ser clave. Los bienes clave serán una combinación de los que definen bienestar económico junto a los que influyen (impulsan o limitan) la

capacidad de la gente de hacer lo que desean. Por ejemplo (dinero, tierra, créditos, trabajo, educación, salud, acceso al mercado en términos razonables) pero habrá otros más. Identifique el perfil de bienes de cada uno de los grupos de bienestar económico (y otros agrupamientos sociales relevantes).

- ii) Identifique y resuma las políticas, reglas, costumbres, etc. que influyen el manejo que los usuarios de la tierra dan a los recursos de tierras. Observe las diferencias entre los grupos de bienestar económico.
- iii) Resuma las actividades y estrategias principales aparentes en la muestra. De nuevo, observe diferencias entre los grupos de bienestar económico.
- iv) Resuma la información obtenida en la parte II de las entrevistas sobre medios de subsistencia acerca de la DT y formas de combatirla. Nuevamente, busque patrones asociados a los grupos de bienestar económico u otros atributos significativos.

### **Costo y beneficios de la degradación del suelo y la conservación**

La erosión representó un costo para los usuarios de la tierra, en términos de rendimiento decrecido del cultivo o rendimiento incrementado para mantener el mismo rendimiento. Al prevenir la erosión del suelo a través de las medidas de conservación, se deriva un beneficio para el usuario de la tierra en términos de rendimiento y prácticas agrícolas más fáciles. Las figuras 21 y 22 muestran el costo y el beneficio de la erosión y conservación del suelo. La parte sombreada muestra el costo y el beneficio medido como rendimiento perdido (comparado con la base de la no degradación) y el rendimiento salvado (comparado con la base de la degradación continua).

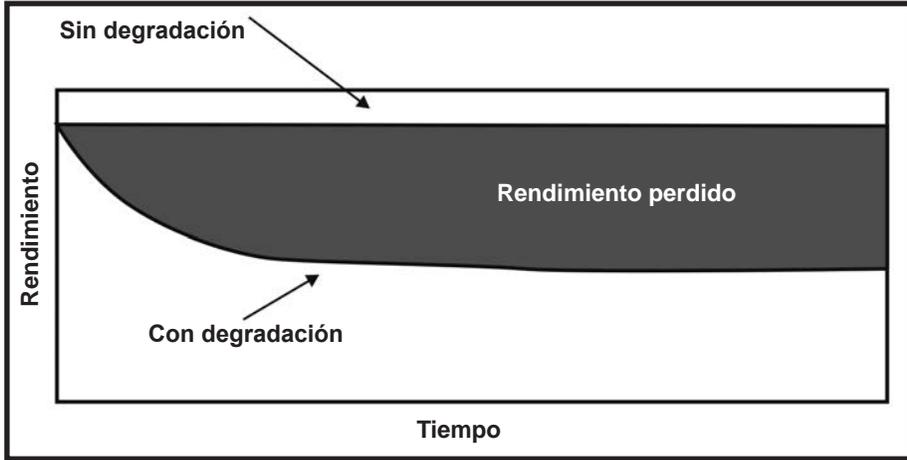


Figura 22. El costo de la degradación.

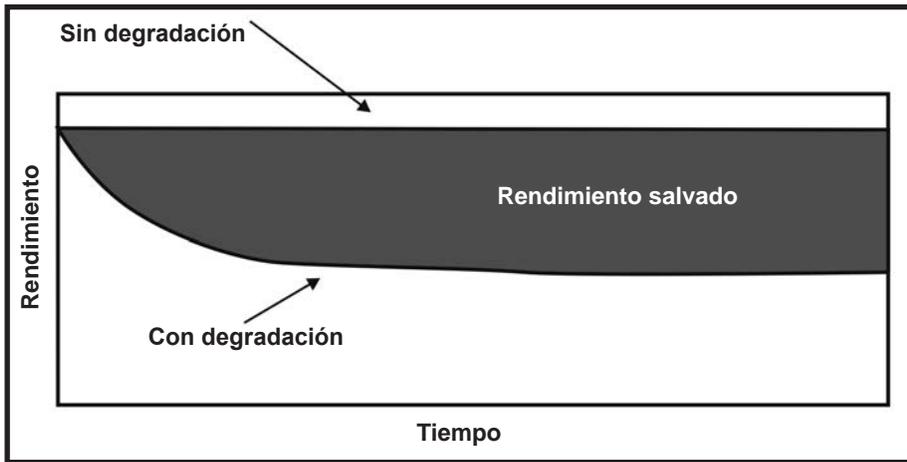


Figura 23. El beneficio de la conservación.

Comparando el costo y el beneficio de la erosión del suelo y la conservación es esencial para los usuarios de la tierra para tomar decisiones sobre cuándo y dónde han de tomarse las medidas de conservación. La mayoría de las medidas de conservación incluyen costos extras, lo mismo de trabajo, material o la renuncia de la tierra. Para determinar cuál medida de conservación es más apropiada, y cuál análisis de costo-beneficio se necesita.

Los siguientes 10 pasos sugieren un enfoque para evaluar el beneficio alcanzado de la implementación de una medida de conservación. Se dan solamente en la descripción para ilustrar la secuencia –para mayor información, el lector se debe referir a cualquier texto estándar sobre análisis de beneficio-costos.

### **Paso 1: Defina las situaciones “con” o “sin” tecnología**

Se necesita una descripción sistemática de la tecnología a ser evaluada. ¿Cómo funciona? ¿Qué hace? ¿Qué materiales se necesitan para implementarla? Etcétera.

En este ejemplo, la situación “con tecnología” es un cultivo en una sola hilera a través del contorno de setos verdes de Gliricidia. La situación “con tecnología” es un cultivo arable de declive inclinado sin ninguna medida directa para mantener el suelo en el declive.

### **Paso 2: Convierta los datos en unidades comunes**

Regularmente, es sensato convertir las áreas de campo en hectáreas y los rendimientos en kilogramos por hectárea, aunque pueden utilizarse también las medidas importantes locales. El dinero debe darse en términos de la moneda local, con valores que reflejan los valores reales y los costos reales para el usuario de la tierra. De manera que las ganancias del cultivo deben estimarse basadas en el precio pagado a los campesinos por sus cultivos –el precio del productor– no el precio en el cual puede ser comprado en el mercado –el precio del mercado. La inflación es un problema, de manera que se necesitará especificar de forma regular una fecha fija para la evaluación.

### **Paso 3: Lista de costos y beneficios**

Este es el primer paso vital para traer la información dentro del formato común –dos columnas, representando los costos para el usuario de la tierra y los beneficios. Las observaciones de campo y los datos coleccionados de los campesinos son vitales para realizar este listado. Este listado debe incluir solamente los costos y beneficios que ocurren como un resultado de la adopción de la tecnología. No debe incluirse cualquier costo o beneficio que pudiese también ocurrir

si el campesino no adoptó la tecnología. Se debe eliminar el conteo doble de los beneficios.

#### **Paso 4: Listado de los valores monetarios para cada costo y beneficio**

Los valores monetarios deben incluirse en los costos y beneficios para el usuario de la tierra, expresado regularmente pesos por hectárea. Se excluyen regularmente los costos y los beneficios por los cuales no hay valores monetarios.

#### **Paso 5: Identifique los rangos en los datos para ser utilizados en la apreciación**

Uno de los errores más comunes es asumir la sociedad rural como algo homogénea y que todos los campesinos tienen las mismas perspectivas. Los diferentes campesinos tienen valores diferentes y dan respuestas de acuerdo con ello. Esta variación necesita ser reflejada en términos de mínimo y máximo por ejemplo los rangos en el valor que incluye el esparcimiento. Estos rangos se utilizan entonces para una estimación complementaria e identificarán especialmente dónde algunos campesinos pueden alcanzar un beneficio neto y otros un costo neto a causa de circunstancias diferentes.

#### **Paso 6: Identifique el período de tiempo para la evaluación**

El período de tiempo puede ser la perdurabilidad de la tecnología misma, como se ha reconocido por los campesinos, o quizás por la cantidad de años en los cuales los campesinos evalúan como una inversión el mejorar su tierra. El período de tiempo tiene implicaciones importantes porque la mejoría en la calidad de la tierra tiene lugar lentamente, de manera que algunos beneficios pueden ser solamente apreciados después de la perdurabilidad de la tecnología.

#### **Paso 7: Haga una tabla resumen**

La tabla debe tener años relacionados en la primera columna, con una fila asignada a cada año de la apreciación. El cuerpo de la tabla se dedica entonces a dos secciones principales para costos y beneficios, con dos columnas para cada tipo de costo o beneficio para acomodar el rango de los valores desde el mínimo al máximo. Si se conocen los precios reales y relativamente inalterables para algunos temas, entonces, utilícelos.

Esta tabla muestra un ejemplo de resumen de costos y beneficios para setos de Gliricidia. Los costos y beneficios se especifican en pesos con los precios prevalecientes para el campesino. De manera que el "beneficio" del fertilizante se calcula al precio entregado en la entrada de la finca. Se utilizarán los valores desde la **a** hasta la **k** en el próximo paso.

Tabla 13. Resumen de costos y beneficios

Años	Costos (y recursos requeridos)					Beneficios					
	Trabajo		Herramientas	Pérdidas en el área de cultivo		Incremento en el rendimiento del cultivo		Ahorrando fertilizante		Producción de poste	
	Min	Max	Actual	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1											
2	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
3											
etc.											

### Paso 8: Estime los costos y beneficios totales y el flujo neto en efectivo por cada año

Los datos mínimos y máximos se mantienen separadamente, de manera que para ambos costos y beneficio total, se estima el valor mínimo y máximo para cada año. Se estima entonces, el flujo del efectivo neto para cada año al substrair los costos totales de los beneficios totales.

A partir de la tabla de resumen de los setos de *Gliricidia*, se entran los costos, beneficios totales y el flujo de efectivo neto. Los artículos de la **a** hasta la **k** en el paso 7 muestran cómo se organizan los datos. Observe especialmente como el flujo mínimo de efectivo neto se iguala a los beneficios mínimos totales menos los costos máximos totales. Igualmente, el flujo máximo de efectivo neto se iguala a los beneficios máximos totales menos los costos mínimos totales.

Tabla 14. Costos y beneficios totales y el flujo neto en efectivo por cada año

Años	Costos totales		Beneficios totales		Flujo neto de efectivo	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1						
2	a+c+d=r	b+c+e=s	f+h+j=s	g+i+k=u	t - s	u - r
3						
etc.						

## **Paso 9. Ajuste el flujo neto de efectivo para el valor del tiempo en moneda**

El valor del tiempo del dinero está incluido en la inversión sobre las medidas de conservación porque las sumas de dinero se reciben (beneficios) y gastan (costos) en diferentes puntos del tiempo. Las sumas de dinero se multiplican por un factor que se relaciona para “descontar la tasa” en la que se expresa cómo el valor del dinero disminuye a través del tiempo. La apreciación refleja ahora solamente el valor –o “el valor neto actual.” De manera que un beneficio en el futuro es menos valioso que un beneficio ahora. Un costo en el futuro es menos valioso en el tiempo presente que un costo ahora. Porque las tasas descuento son a veces difíciles de fijar y depende de factores externos tales como el costo de pedir dinero prestado, es una buena práctica establecer una tasa de descuento más baja y más alta y utilizar ambas en los estimados –vea paso final 10.

Los setos de Gliricidia y sus terrazas asociadas demandan inicialmente una cantidad de trabajo para sembrar y construir. Entonces, existen algunos costos de mantenimiento en reducir los setos y replantar árboles que han muerto, pero esto es relativamente poco en costo. Sin embargo, los beneficios solamente vienen de forma lenta. El suelo mejora en calidad sólo después de un tiempo largo, habiendo recuperado desde el comienzo del movimiento de la tierra para hacer las terrazas. De manera que con los costos que vienen de forma temprana y los beneficios que llegan tarde, el ajuste para un flujo neto de efectivo para el valor del tiempo en dinero significa que pocos campesinos encontrarán la inversión en estos setos financieramente aconsejable. Quizás solamente los campesinos que son empleados retirados con otras fuentes de ingreso pueden costearlos.

## **Paso 10: Estime el valor neto presente de la tecnología**

El valor neto presente (VNP) se estima al añadir los valores presentes del flujo neto en efectivo para cada año de apreciación. Deben mantener por separado las tasas de descuentos superiores e inferiores y los flujos de efectivo descontados en el máximo y mínimo. El factor de descuento se deriva de las tablas estándares –mientras más se avanza en el futuro, menor es el factor para estimar el valor menor neto presente de dinero en la medida que el tiempo avanza. Entonces el VNP es la suma de los flujos descontados del efectivo neto a través del período de apreciación. Si el VNP es positivo, indica que en cualquier tasa de descuento, los beneficios de la inversión

exceden los costos. De manera que la inversión es económicamente beneficiosa en la tasa de descuento. Alternativamente, si el VNP es negativo, la inversión no es económicamente viable. Las tecnologías de la conservación con un VNP negativo son muy improbables que sean aceptables para los usuarios de la tierra porque para implantarlos, el usuario de la tierra sería más pobre. Porque la apreciación total se ha llevado a cabo con los rangos de datos (mínimo/máximo; tasa de descuento máxima/mínima) habrán varias respuestas variando desde un escenario mejor a uno peor. La tabla final trae todos los estimados juntos. Observe los diferentes valores para VNP oscilando desde el mejor caso de escenario (flujo máximo de efectivo neto descontado en las tasas de descuento menor) al caso del escenario peor (flujo mínimo de efectivo neto descontado en la tasa de descuento máxima).

**Tabla 15. Valor neto presente**

Años	Tasa de descuento mínimo			Tasa de descuento máxima		
	Factor de descuento	Flujo mínimo del efectivo neto no descontado	Flujo máximo del efectivo no descontado	Factor de descuento	Flujo mínimo del efectivo neto no descontado	Flujo máximo del efectivo no descontado
1						
2						
3						
etc.						
Total VNP						

## 2.7 ANÁLISIS COMBINADO DE RESULTADOS

### Perspectiva del enfoque de los Modos de Vida Sostenibles

Aquí debe recogerse como han evolucionado las familias a través del reconocimiento de la heterogeneidad de sus miembros e identificando lo rico y lo pobre (en términos relativos) buscando los vínculos entre pobreza, manejo y recurso incluyendo la DT. El centro de atención se coloca sobre los **bienes** en la medida que sus medios de vida puedan determinar y/o aliviar la **vulnerabilidad** ante eventos adversos. Para ello se establecen como han variado esos bienes en el tiempo, por lo que se recomienda fijar fechas separadas por períodos de 5, 10, 20, 30 años, etcétera.

Mediante preguntas sencillas a las familias de mayores ingresos y pobres, y a líderes de la comunidad, se va dando una puntuación relativa de 1 a 5 en función de la calidad y cantidad de esos bienes.

### Evolución de la Sostenibilidad de una Comunidad

Los bienes que se analizan pueden ser a nivel de familia y/o de la comunidad o nivel ciudadano y son:

**Capital físico:** la casa, bicicletas, equipamientos de campo, etc., acceso a la infraestructura tales como las redes de caminos, clínicas, escuelas, etcétera.

**Capital financiero:** cuentas de ahorros, créditos y seguros.

**Capital natural:** estados físicos de las tierras de cultivo, áreas de bosque, pastos, recursos hídricos, diversidad biológica, etcétera.

**Capital humano:** las capacidades de la gente en términos de su trabajo, educación, conocimientos, habilidades y salud.

**Capital social:** asociaciones, organizaciones de membresías y las redes de grupo generacionales que la gente puede utilizar en las dificultades o que puede acudir para buscar soluciones a problemas, tales como la ANAP, la ACTAF, FMC, etcétera.

Con los datos se llenan las siguientes tablas:

Tabla 15. Capital físico, análisis por año

Capital físico	Año: _____		Año: _____	
	Calidad	Puntuación	Calidad	Puntuación
	Año: ____		Año: ____	
Vivienda	B R M		B R M	
Bienes individuales Ropa, radios, TV, transporte, etc.	+ - =		+ - =	
Equipos de campo Aperos, tractores, etc.	+ - = B R M		+ - = B R M	
Infraestructura Caminos, escuelas, electricidad, acueductos, clínicas, centro recreativo, etc.	+ - = B R M		+ - = B R M	
Promedio				

Tabla 15. Capital financiero, análisis por año

Capital financiero	Año: _____		Año: _____	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
	Año: ____		Año: ____	
1. Cuenta de ahorro	+ - =		+ - =	
2. Créditos	+ - =		+ - =	
3. Seguros	+ - =		+ - =	
4. Incentivos económicos (a+b+c+d)	+ - =		+ - =	
a. Fondo de medio ambiente	+ - =		+ - =	
b. FONADEF	+ - =		+ - =	
c. PNMCS	+ - =		+ - =	
d. Otros proyectos, programas, etcétera	+ - =		+ - =	
Promedio de puntuación (1+2+3+4)/4				

Tabla 16. Capital natural, análisis por año

Capital natural	Año: _____		Año: _____	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
Aguas en ríos arroyos embalses	B R M + - =		+ - =	
Diversidad Biológica (a + b + c) / 3				
a. Bosques y vegetación natural	+ - =		+ - =	
b. Cantidad de frutales	+ - =		+ - =	
c. Cantidad de vida animal silvestre	+ - =		+ - =	
Pastos	+ - =		+ - =	
Suelos calidad: fertilidad natural, estructura; Cantidad: erosión	+ - =		+ - =	
Clima Intensidad y frecuencias (a + b + c) / 3				
a. Lluvias				
b. Sequías				
c. Ciclones				
Promedio capital natural				

Tabla 17. Capital humano, análisis por año

Capital natural	Año: _____		Año: _____	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
Salud	+ - =		+ - =	
Trabajo	+ - =		+ - =	
Educación	+ - =		+ - =	
Conocimientos	+ - =		+ - =	
Habilidades	+ - =		+ - =	
Promedio				

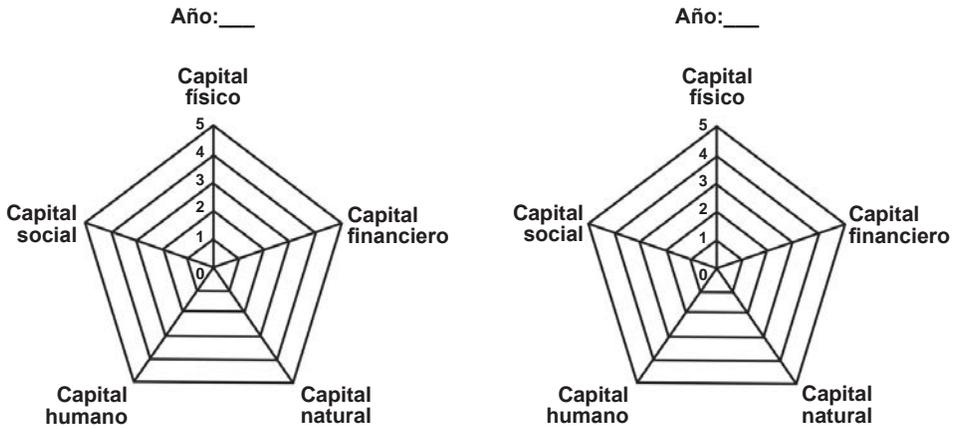
**Tabla 18. Capital social, análisis por año**

Capital social	Año: _____		Año: _____	
	Calidad	Puntos	Calidad	Puntos
Cantidad de miembros en la ANAP	+ - =		+ - =	
Cantidad de miembros en la CTC	+ - =		+ - =	
Cantidad de miembros en la FMC	+ - =		+ - =	
Cantidad de miembros en la ACPA	+ - =		+ - =	
Cantidad de miembros en la ACTAF	Otros		+ - =	
Otros	Otros		Otros	
Promedio				

**Tabla 19. Evolución de los recursos en el tiempo (se toman los valores promedios de cada tabla anterior)**

Capital o recurso	Año: ___	Año: ___	Año: ___	Año: ___
Capital físico				
Capital financiero				
Capital natural				
Capital humano				
Capital social				

Figura 24. Evolución de los capitales o recursos de las tierras en \_\_\_\_ años:



Se unen los puntos obtenidos por cada capital y eso nos da un área del gráfico.

Si el área se incrementa o mantiene en el tiempo estamos ante un Manejo Sostenible de esas Tierras, si disminuye es síntoma de que no estamos teniendo sostenibilidad. También se pueden observar por separados como varía cada recurso o capital y establecer los vínculos entre ellos, de forma tal que podamos saber cómo es la relación presión y su impacto en los recursos naturales y/o viceversa.

### ANEXO 3. CONTENIDO DEL PLAN DE MANEJO DE LA TIERRA (PMT)

Las medidas contenidas en el plan estarán en dependencia de las condiciones del sitio y de su desarrollo. Los elementos que no deben faltar en un Plan de Manejo así como algunos ejemplos y recomendaciones, que deben ser interpretados como una guía, se detallan a continuación:

#### Matriz de contenido de un Plan de Manejo

<b>Acción</b> <b>¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</b>	<b>Contenido</b> <b>¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</b>	<b>Plan</b> <b>(listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</b>
1. El ordenamiento del área.	Posee una adecuada distribución del área en función del propósito productivo (cultivos varios, desarrollo forestal, ganadero) y otras actividades propias de la producción (vaquerías, salas de ordeño, áreas de beneficio, almacenes, cosecha y postcosecha, entre otros).	
	Selecciona las tecnologías (mixtas, poli cultivos; agroforestería, monocultivos alternantes; agricultura de conservación) a aplicar en correspondencia con las propiedades del sitio.	

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>1. El ordenamiento del área.</p>	<p>Tiene en cuenta la disponibilidad de recursos (fuentes y tipos de energía, agua, tipos y aptitud de los suelos; fuerza de trabajo disponible) en la planificación de la producción.</p>	
	<p>Garantiza la ubicación adecuada de los residuales dentro del área a fin de asegurar la calidad de las aguas subterráneas y superficiales.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<b>Acción</b> <b>¿A que acción</b> <b>corresponde</b> <b>el problema</b> <b>identificado en el</b> <b>diagnóstico?</b>	<b>Contenido</b> <b>¿Cumple el área</b> <b>con los contenidos</b> <b>generales de MST?</b>	<b>Plan</b> <b>(listado de acciones</b> <b>necesarias a</b> <b>realizar en su</b> <b>unidad para cumplir</b> <b>con el contenido</b> <b>general de MST)</b>
2. Alternativas de preparación del sitio.	Uso del fuego, desfoliantes y herbicidas para la limpieza, control de malas yerbas y solución de residuales.	
	Emplea las modalidades de labranza poco agresivas. Entre otras, el laboreo mínimo, cero labranzas, uso de maquinarias de bajo impacto (que reduzcan los riesgos de compactación y que no inviertan el prisma) y tiro animal.	
	Aplica medidas de conservación de suelos. Entre otras, los bordes de desagüe, labranza contra pendiente, labranza en contorno, uso de cercas vivas y cortinas rompevientos.	

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>2. Alternativas de preparación del sitio.</p>	<p>Aplica medidas de mejoramiento. Entre otras, la aplicación de materiales enmendantes (yeso, zeolita, roca fosfórica), materiales orgánicos y abonos verdes.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>3. Selección de cultivos, variedades y especies.</p>	<p>Se corresponde con la aptitud del suelo, la disponibilidad de agua, disponibilidad de fuerza de trabajo y tradiciones del sitio.</p>	
	<p>Usa variedades de plantas y especies de ganado resistentes a las condiciones de estrés biótico y abiótico.</p>	
	<p>Diversifica la producción e introduce, al menos, el 10% de nuevas variedades anualmente.</p>	
	<p>Explota el área a razón de 2-3 cosechas por año, mediante rotación y alternancia de cultivos.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>4. Alternativas de manejo de agua.</p>	<p>No tiene pérdidas de agua por fuga en los sistemas.</p>	
	<p>Aplica el riego en correspondencia con el pronóstico meteorológico.</p>	
	<p>Aplica tecnologías de riego a baja presión.</p>	
	<p>Usa sistemas de captación de agua de lluvia.</p>	
	<p>Construye tranques</p>	
	<p>Posee sistemas de drenaje funcionando.</p>	
	<p>Posee sistemas de cultivo de máxima cobertura.</p>	
	<p>Aplica el mulch como cobertor de suelo (colchón de materia seca).</p>	
	<p>Usa cultivos, especies y variedades resistentes y de bajo consumo hídrico.</p>	

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
	<p>Protege los nacimientos de fuentes hídricas.</p>	
	<p>Reforesta las fajas hidrorreguladoras.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>5. Adecuada agrotecnia.</p>	<p>Usa semillas de buena calidad. Reproduce y conserva semillas propias.</p>	
	<p>Promueve el aviveramiento con medios locales.</p>	
	<p>Emplea, prioritariamente, las especies locales.</p>	
	<p>Aplica alternativas de control integrado de plagas y enfermedades de los cultivos y de los rebaños. Combina las vías de lucha mecánica, química, física y biológica.</p>	
	<p>Reduce las pérdidas de cosecha y postcosecha por debajo del 30%.</p>	
	<p>Implementa alternativas de conservación de alimentos; beneficio y comercialización de los productos.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>6. Métodos adecuados de explotación de áreas boscosas.</p>	<p>Cuenta con un plan de combate y medidas contra incendios.</p>	
	<p>Garantiza la diversidad forestal y ganadera en las áreas.</p>	
	<p>Beneficia la implementación de sistemas mixtos de explotación. (silvopastoril, agrosilvícola, agrosilvopastoril).</p>	
	<p>Alcanza la relación 10:1 de especies maderables: frutales en bosques mixtos.</p>	
	<p>Garantiza el aprovechamiento de productos no maderables del bosque. (producción de miel, semillas, aceites, resinas, restos de poda).</p>	
	<p>Alcanza adecuados índices de logro y supervivencia en correspondencia con los promedios nacionales.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>7. Aprovechamiento económico de residuales.</p>	<p>Maneja los residuales y aplica medidas de protección para evitar la contaminación de las personas y animales.</p>	
	<p>Hace uso económico de los residuos sólidos y líquidos a través de la lombricultura.</p>	
	<p>Desarrolla prácticas de compostaje.</p>	
	<p>Aplica cobertura viva y muerta.</p>	
	<p>Hace uso correcto de los residuales crudos y tratados en correspondencia con el destino de la producción agropecuaria (productos comestibles crudos o cocidos, floricultura, forestales).</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan.</p>		

<p><b>Acción</b> ¿A que acción corresponde el problema identificado en el diagnóstico?</p>	<p><b>Contenido</b> ¿Cumple el área con los contenidos generales de MST?</p>	<p><b>Plan</b> (listado de acciones necesarias a realizar en su unidad para cumplir con el contenido general de MST)</p>
<p>8. Control económico y energético.</p>	<p>Controla y mide los costos de las actividades y beneficios económicos en términos de rendimiento de los productos, productividad de las tierras y beneficios monetarios.</p>	
	<p>Aplica alternativas de sustitución de importaciones.</p>	
	<p>Controla y mide los beneficios materiales directos e indirectos.</p>	
	<p>Usa alternativas energéticas: eólicas, solares, mecánicas, biológicas, entre otras.</p>	
	<p>Controla el ahorro de combustibles fósiles.</p>	
<p>Necesidades para cumplir el Plan</p>		
<p>Capacitación.</p>		
<p>Extensionismo.</p>		
<p>Intercambio de experiencias.</p>		

## ANEXO 4. INDICADORES DE IMPACTO

Indicadores de impacto	Línea base <sup>1</sup>	Punto de referencia o meta <sup>2</sup>
<b>En la producción</b>		
Incremento de los rendimientos (t/ha; l/vaca; m <sup>3</sup> /ha).		
Incremento de la producción (t, l, m <sup>3</sup> ).		
Incrementada la diversidad de productos (número de especies producidas).		
Reducida la pérdida de productos durante la cosecha y postcosecha (t, l, m <sup>3</sup> ).		
Incremento de los productos de calidad 1 y 2 (t).		
<b>En la calidad de los suelos</b>		
Reducida la pérdida de suelos por erosión (hectáreas afectadas e intensidad de la erosión) (% del área cubierta con medidas de conservación).		
Reducida la salinidad (hectáreas afectadas e intensidad de la salinidad) (% del área cubierta con medidas de drenaje).		
Incrementada la capacidad de producción de los suelos (número de cosechas /año)		
Incrementado el aprovechamiento de los residuales (t de materiales orgánicos producidos y aplicados).		
Incrementado el aprovechamiento efectivo de los suelos (% de aprovechamiento de las tierras disponibles o decremento de las tierras ociosas).		

<sup>1</sup> Valor del indicador en el momento del diagnóstico

<sup>2</sup> Valor a alcanzar en diferentes etapas del Plan.

Indicadores de impacto	Línea base <sup>1</sup>	Punto de referencia o meta <sup>2</sup>
<b>En la cubierta vegetal</b>		
Reducido el número y controlados los incendios forestales (incendios con menos de 5 hectáreas afectadas).		
Incrementada la superficie boscosa (hectáreas).		
Incremento de aprovechamiento de los productos no maderables.		
<b>Aprovechamiento de los recursos hídricos</b>		
Incrementada la cantidad de agua disponible.		
Incremento de las vías efectivas para captación y aprovechamiento de agua.		
Incrementada la calidad del agua disponible.		
<b>Económicas y Sociales</b>		
Incrementado el salario promedio de los agricultores.		
Incrementado el bienestar de los agricultores		
Reducción de pérdidas por robos y desvíos.		
<b>Ambientales</b>		
Incrementada la capacidad de retención de CO <sub>2</sub> .		
Incrementada la diversidad biológica del área.		
Reducido el proceso de degradación de tierras.		

## ANEXO 5. PLANILLA PARA EL LEVANTAMIENTO DE BUENAS PRÁCTICAS



### PROYECTO LADA CUBA EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LAS TIERRAS SECAS

Ficha de Buenas Prácticas	
Título:	
Provincia:	
Localidad:	
Tema (Según lo que se explica en el anexo 5.1).	
Tipo (Marcar con una cruz según lo que se explica en el anexo 5.2).	Prevenición: X Mitigación : X Rehabilitación: X
Breve descripción de la práctica .	
Contexto de la aplicación.	Área ocupada (ha): Población beneficiada (habitantes): Años de aplicación conocido:
Costo de la aplicación teniendo en cuenta los insumos y mano de obra necesaria.	
Adaptabilidad. Valoración de posibilidades de aplicación en otras áreas.	Muy alta: Alta: Moderada: Baja:
Efectividad.	Muy alta: Alta: Moderada: Baja:
Impactos de los servicios de los ecosistemas. Se evalúa según tabla anexo 5.3.	P1 - P2 - P3 E1 - E2 - E3 - E4 - E5 E6 - E7 - E8 S1 - S2 - S3 - S4 - S5 S6
Institución o persona de contacto (Para casos de requerir mayor información.)	Nombre y apellidos: Institución: E mail: Teléfono:
Cualquier comentario que considere de importancia	

## ANEXO 5.1

- AC: Agricultura de conservación. Medidas agronómicas. Se caracteriza por observar tres principios básicos: laboreo mínimo, cubierta permanente y rotación de cultivos.
- MO: Aplicación de Materiales orgánicos.
- RC: Rotación de cultivos.
- CV: Medidas vegetativas, uso de césped o árboles en forma lineal o de terrazas.
- AF: Agroforestería. Sistemas múltiples de uso de tierra en asociación de árboles –cultivos agrícolas– ganadería en interacciones entre los componentes del sistema.
- AP: Forestación, reforestación, enriquecimiento y protección del bosque; protección contra fuegos.
- SC: Saneamiento y corrección de cárcavas.
- TR: Terraceo, nivelación, drenaje y aplicación de medidas vegetativas y agronómicas para conducir el agua.
- WH: Tranques para la recolección y concentración de escurrimiento de lluvia superficial.
- SA: Capacidad de infiltración de agua subterránea, para mejorar la tierra y la recarga de los acuíferos, disminuye salinidad y aumenta disponibilidad de agua.
- WQ: Riego de calidad. Medidas que apuntan a mejorar calidad de agua como a través de las trampas de la sedimentación, filtros, sistemas de purificación, estanques.
- SD: Estabilización de duna, cortinas rompe vientos.
- CB: Protección de la franja costera. Medida que protege la tierra y la infraestructura de la corrosión de agua e impacto de olas.
- PR: Protección contra riesgos naturales: inundaciones, vientos fuertes, temblores de tierra.

## ANEXO 5.2

- P: Prevención. Medidas que mantienen la función medioambiental y productiva de los recursos naturales en tierras propensas a la degradación. Es la antítesis de la degradación de la tierra humano-inducida.
- M: Mitigación. La intervención reduce o detiene la degradación iniciada. También se interpreta como reducción de los impactos de la degradación.
- R: Rehabilitación. Medidas aplicadas cuando la tierra está degradada de manera que no tiene el uso original y es prácticamente improductiva. Las medidas son a largo plazo y se requiere de inversiones más costosas para mostrar cualquier impacto.

## ANEXO 5.3

- P - Servicios Productivos
- (P1) producción (cantidad y calidad de animales y plantas incluyendo la biomasa para energía) y riesgo.
  - (P2) agua (cantidad y calidad) para consumo humano, animal y vegetal.
  - (P3) disponibilidad de la tierra.
- E - Servicios Ecológicos (regulando / apoyando).
- (E1) ciclo de agua y régimen hidrológico (eventos extremos de sequía y precipitaciones).
  - (E2) estado de la materia orgánica.
  - (E3) cobertura del suelo (vegetación viva o muerta).
  - (E4) estructura de la tierra: encostramiento, capacidad infiltración del agua; e retención de nutrientes, salinidad, etcétera.
  - (E5) ciclo nutriente (N, P, K) y ciclo del carbono (C).
  - (E6) formación de suelos.
  - (E7) biodiversidad.
  - (E8) emisión de gases efecto invernadero.
- S - Servicios Socio-culturales y bienestar humano.
- (S1) paisaje espiritual, estético, cultural y valores patrimoniales, recreación y turismo.
  - (S2) educación y conocimiento (incluyendo conocimiento indígena y tradicional) .
  - (S3) conflictos.
  - (S4) seguridad alimentaria, salud y pobreza.
  - (S5) ingreso neto.
  - (S6) infraestructura privada y pública (edificios, caminos, diques, etcétera).

## ANEXO 6. COMPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS DE EVALUACIÓN

Evaluación del recurso	Especialidad	Procedencia
Agua		
Suelos		
Vegetación		
Atmósfera		
Social		
Económico		

**Especialidad:** Consignar la experticia del representante y su calificación.

**Procedencia:** Agricultor local, líder campesino, especialista, promotor de la ANAP, etcétera.