

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Guía Metodológica



***SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE
EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y
SALUD DE CULTIVOS***

Guía Metodológica

**Herramienta para la Gestión de Sistemas Agrícolas desde la
perspectiva de la Agroecología**

Miguel Angel Pérez B.

© Reserva de derecho de autor.

Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos, guía metodológica.

Primera Edición.

ISBN: XXX-XXX-XXX-X

Enero de 2010.

Corporación Ambiental Empresarial
Filial de la Cámara de Comercio de Bogotá
Avenida 68 No. 30-15 Sur
Bogotá D.C, Colombia

Diseño: XXXXXX

Impresión: XXXXXXXX

Impreso en Bogotá D.C, Colombia

La información de este documento está protegida por la Ley 23 de 1982 de la República de Colombia y sujeta a modificaciones sin previo aviso alguno. Podrán reproducirse extractos y citas sin autorización previa, indicando la fuente. Su reproducción externa podrá hacerse previa autorización de la Corporación Ambiental Empresarial- Filial de la Cámara de Comercio de Bogotá. La Corporación Ambiental Empresarial- Filial de la Cámara de Comercio de Bogotá no asume responsabilidad alguna por los criterios u opiniones expresados por el autor.

Cámara de Comercio de Bogotá - CCB

María Fernanda Campo Saavedra
Presidenta Ejecutiva

Luz Marina Rincón Martínez
Vicepresidenta Ejecutiva

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Darío Montoya Mejía
Director Nacional

Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola – FNFH

Nohora Iregui González
Directora de Cadenas Productivas del MADR.

Asociación Hortifrutícola de Colombia – ASOHOFRUCOL

José Fernando Maya García
Gerente General

Corporación Ambiental Empresarial - CAEM

Fabiola Suárez Sanz
Directora Ejecutiva

Miguel Ángel Pérez Beltrán
Coordinador Programa de Calidad Agroindustrial

Verónica Leal Corredor
Asistente

Centro Agroecológico y Empresarial SENA- Fusagasugá

Raúl Pardo Ramos
Subdirector

Édgar Chacón Páez
Instructor

Corporación de Productores Agroecológicos de Cundinamarca - ECOMUISCA

Henry Ortiz Cárdenas
Director Ejecutivo

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	7
2. INTRODUCCIÓN	8
3. BASE METODOLÓGICA	9
4. USOS DE LA GUÍA	13
4.1 Tipos de evaluación	13
4.2 Consideraciones sobre indicadores y clases descriptivas	13
4.3 Estructura de la Guía.	16
5. PLANEACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENERAL	17
5.1 Planificación.....	17
5.2 Caracterización	17
6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO	25
6.1 Balance de nutrientes mayores	25
6.2 Balance de materia orgánica.....	28
6.3 Estructura del suelo.....	31
6.4 Profundidad efectiva.....	34
6.5 Actividad biológica del suelo	37
6.6 Estado de la materia orgánica superficial	40
6.7 Cobertura del suelo	40
6.8 Aireación del suelo	40
6.9 Control de la erosión	41
6.10. Velocidad de infiltración.....	42
7. EVALUACIÓN DE LA SALUD DE CULTIVOS	43
7.1 Apariencia del cultivo	43
7.2 Crecimiento del cultivo	43
7.3 Resistencia o tolerancia al estrés	44
7.4 Control incidencia de plagas y enfermedades	44
7.5 Control de competencia por arvenses	45
7.6 Rendimiento.....	46
7.7 Diversidad genética.....	47
7.8 Diversidad específica y espacial de los cultivos	47
7.9 Vegetación natural en el agroecosistema.....	48
7.10 Sistema de manejo.....	49
8. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS	50
8.1 Calificación de los Valores en Campo	50
8.2 Selección de Alternativas de Manejo.....	50
8.3 Gráfica Calidad de Suelos.....	51
8.4 Gráfica Calidad y Salud de Cultivos	51
8.5 Gráfica para integración de resultados para grupo de productores	51
9. FORMATOS (LISTOS PARA USAR)	63
9.1 Formato 1. Lista de chequeo del proceso metodológico.....	64
9.2 Formato 2. Planificación general	65
9.3 Formato 3. Caracterización general- grupos de productores.	66
9.4 Formato 4. Caracterización general- mapa general.....	67
9.5 Formato 5. Caracterización básica de la finca.	68
9.6 Formato 6. Caracterización de la finca – mapa y zona de muestreo.	69
9.7 Formato 7. Balance de nutrientes.....	70
9.8 Formato 8. Balance de materia orgánica.....	72
9.9 Formato 9. Evaluación de indicadores – calidad de suelo.	73
9.10 Formato 10. Evaluación de indicadores – calidad y salud de cultivos.....	76

9.11 Formato 11. Integración de resultados - selección de alternativas de manejo.....	79
9.12 Formato 12. Integración de resultados – gráfica calidad de suelos.	80
9.13 Formato 13. Integración de resultados – gráfica calidad y salud de cultivos.....	81
9.14 Formato 14. Integración de resultados para grupos de productores.....	82
10. DOCUMENTOS DE SOPORTE.....	83
10.1 Indicadores para evaluación rápida de cultivos de café.....	83
10.2 Indicadores de calidad de suelos y cultivo en plantación de soja	84
10.3 Coeficientes isohumicos k1 para diferentes fuentes de materia orgánica.....	85
10.4 Extracción de nutrientes por diferentes cultivo	86
10.5 . Porcentaje de mineralización de nitrógeno para varios residuos de cultivos y otras fuentes.	88
10.6 Coeficiente de mineralización de la materia orgánica del suelo.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	90

1. PRESENTACIÓN

A finales del año 2007 la Asociación Hortifrutícola de Colombia-ASOHOFRUCOL, Administradora del Fondo Nacional Hortifrutícola, y el Servicio Nacional de Aprendizaje-SENA unieron esfuerzos y recursos para realizar el Convenio Especial de Cooperación No. 00305.

Bajo este convenio se realizó la convocatoria para financiar proyectos dirigidos a la implementación y certificación bajo normas de Buenas Prácticas Agrícolas y de Producción Ecológica, en unidades productivas hortifrutícolas en todo el país.

Es así como la Cámara de Comercio de Bogotá se unió con su filial la Corporación Ambiental Empresarial, la Corporación de Productores Ecológicos de Cundinamarca- ECOMUISCA y el Centro Agroecológico y Empresarial del SENA en Fusagasugá, para presentar los proyectos “Implementación y Certificación Ecológica Asociativa de Hierbas Aromáticas y Hortalizas” y “Mejorar los niveles de competitividad de tres asociaciones de productores de cultivos de frutas y hortalizas de los municipios de Choachí, Fómeque y Ubáque mediante la implementación de BPA”, los cuales fueron aprobados y ejecutados entre abril del año 2008 y noviembre de 2009.

En estos proyectos se desarrollaron actividades de sensibilización, capacitación, asesoría técnica, fortalecimiento organizativo y empresarial, dotación de insumos, creación de sistemas de control interno, mejoramiento de la imagen empresarial, entre otras más, dentro de un marco de la producción ecológica y las buenas prácticas agrícolas.

Finalizados los proyecto se obtuvieron resultados como: la creación de dos organizaciones de productores, fortalecimiento de dos existentes, la sensibilización de más de 200 productores sobre la producción ecológica y las BPA, capacitación de más de 100 productores, implementación de mejores prácticas en 70 predios, la certificación ecológica de 4 organizaciones con un total de 36 productores nuevos certificados, más de 200 hectáreas en producción ecológica, la participación en mercados locales y regionales, y lo que puede ser más importante, la creación de una base técnica, organizativa y espiritual fuertemente ligada a los principios de la Agroecología.

La guía que se presenta sobre el “Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos”, fue parte fundamental de la metodología utilizada en los proyecto y dados los resultados como también la aceptación por parte de los productores, se ha decidido editar como producto de transferencia, con la intención que la comunidad de productores agrícolas, técnicos y demás personas y organizaciones relacionadas, puedan conocerla, utilizarla y obtener beneficios en su aplicación.

2. INTRODUCCIÓN

La base metodológica de esta Guía se fundamenta en el documento “Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café”¹, que busca aportar elementos prácticos al desafío de medir la evolución de los sistemas agrícolas hacia niveles de mayor sostenibilidad, mediante herramientas participativas y de fácil acceso para los productores en general, independientemente de su contexto geográfico, productivo o cultural.

Sobre esta propuesta se desarrolló posteriormente el documento “Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos, Guía Metodológica”², documento que se editó por su autor para la presente publicación.

Los productores agrícolas buscan permanentemente alternativas productivas que les permita responder a la crisis del sector agrícola, cada vez más profunda, especialmente por la pérdida o degradación de su capital productivo (suelos, agua, diversidad genética), pérdida de la rentabilidad económica, la creciente dependencia de los insumos externos y el enfrentamiento con la nueva organización de la estructura productiva y comercial que se impone globalmente.

Los modelos convencionales de producción buscan de manera específica la obtención del mayor rendimiento físico y económico, sin tener en cuenta otros objetivos como la conservación del capital natural productivo, la valoración y participación de los productores, disminución de los aportes de contaminantes fuera de los predios, y en general lograr una mayor estabilidad de los agroecosistemas en el tiempo.

La sostenibilidad es precisamente el proceso de búsqueda de dichos objetivos mediante la aplicación de alternativas productivas en un entorno de fortalecimiento social. La Agroecología³ se basa en distintos enfoques de las ciencias precisamente para crear dichas alternativas.

En este proceso es necesario que los distintos actores (productores, técnicos, investigadores), cuenten desde esta nueva perspectiva, con las herramientas que les permitan evidenciar el impacto de la implementación de las nuevas prácticas productivas y el nivel de avance en la búsqueda de la sostenibilidad agrícola, objetivo principal de la Agroecología y de esta la guía.

¹ Altieri MA, Nicholls CI. 2001. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. En:<http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>

² Pérez, M.A. 2007. Aportes Metodológicos al Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos. Tesis de grado maestría oficial en Agroecología. Universidad Internacional de Andalucía. España..

³ Para conocer más sobre la Agroecología recomendamos visitar el sitio de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología-SOCLA, (<http://www.agroeco.org/socla/>).

3. BASE METODOLÓGICA

Altieri al final de los años 80, logra estructurar varios conceptos previos en uno más concreto denominado Agroecología, la cual la definió como la disciplina científica que enfoca el estudio de la agricultura desde una perspectiva ecológica (Altieri y Nicholls, 2000).

Posteriormente este concepto se enriquece con aportes como los de Stephen Gliessman (2000), quien enfatiza en la necesidad de entender el funcionamiento ecológico en los procesos agrícolas como fundamento de la sostenibilidad.

Un paso más en la conceptualización de la Agroecología desde el campo sociológico, histórico y político, lo hacen Eduardo Sevilla Guzmán, Víctor Toledo y Manuel González de Molina.

Parte del reto de la Agroecología, es enfrentar la dificultad que representa el estudio simultáneo de los distintos elementos y componentes de los agroecosistemas y de la complejidad de las interacciones que entre ellos existe, por ello se ha planteado la necesidad de contar con un enfoque holístico y sistémico de la agricultura, que permita abordar las necesidades de cambio de los agroecosistemas actuales hacia unos de mayor sostenibilidad (Pérez, 1999).

Por ello, la Agroecología corresponde a un nuevo enfoque de distintas ciencias, que permite realizar el estudio y el manejo de los agroecosistemas de una manera más ligada al medio ambiente, más sensible socialmente, y que sin dejar de ser viable económicamente, permite la sostenibilidad de los sistemas de producción. Para ello se vale, entre otros, de la aplicación de los conceptos y principios ecológicos aplicados en el diseño y manejo de los agroecosistemas para lograr su continuidad en el tiempo (Pérez, 1999).

Consecuente con lo anterior, la sostenibilidad en el manejo de agroecosistemas se focaliza en la necesidad de seguir creciendo (o conservando) en términos de productividad agrícola, mientras se mantiene la cantidad y calidad de los activos naturales involucrados en la agricultura, y se respetan principios de equidad y de bienestar de la comunidad, (Labrador y Porcuna, 2004).

Labrador y Porcuna, (2004), citan a Daly⁴ quien enuncia los criterios para seguir cualquier práctica productiva sostenible:

- Los recursos renovables deberían consumirse en la misma cantidad en que se generan.
- Los recursos no renovables deberían consumirse limitando su tasa de extracción a la tasa de creación de sustitutos renovables.
- Las tasas de emisión de residuos deberían ser iguales a la capacidad de asimilación de los ecosistemas receptores de tales residuos.
- Las tecnologías a utilizar sería aquella que procurara los mayores niveles de productividad por unidad de recurso consumido.

⁴ Daly H.E. 1990. Toward some operational principles of sustainable development. In: Ecological Economics. Vol. 2, no 1.

- La escala de la economía debería establecerse dentro de los límites impuestos por la capacidad de carga de los agroecosistemas.

La sostenibilidad es un concepto que va gradualmente tomando forma, por lo que no todos los objetivos de la sostenibilidad se pueden lograr al mismo tiempo, ni todas las estrategias agroecológicas, desarrollarse en las primeras fases (Labrador y Porcuna, 2004), ya que la experiencia ha demostrado asimetría en el proceso.

En procura de alcanzar y evaluar la sostenibilidad, se pueden abordar distintas metodologías que requieren de la utilización de una serie de indicadores, que permitan medir el estado de sostenibilidad de acuerdo a los objetivos propuestos, jerarquía de análisis, condiciones económicas y culturales particulares de distintos agroecosistemas.

En general, cualquier estudio de la sostenibilidad requiere de un tiempo prudencial para su desarrollo por parte de los productores y los técnicos acompañantes, como también de recursos económicos y técnicos, los cuales en no todos los casos se encuentran fácilmente disponibles.

Se pueden hacer varios tipos de clasificación de las metodologías de evaluación de sostenibilidad o diagnóstico con enfoque Agroecológico. Fundamentalmente se pueden clasificar en las metodologías que tienen por objetivo analizar simultáneamente todas las dimensiones de la sostenibilidad, y las que evalúan solo algunas de ellas como parte de un proceso.

Otro tipo de clasificación puede ser relacionada con el tiempo y recursos invertidos. Las denominadas “evaluaciones rápidas”, hacen énfasis en la baja utilización de recursos y tiempo, pensando bien sea en contextos geográficos y productivos donde los recursos sean escasos, o en la facilidad necesaria para que los productores y técnicos las utilicen de manera rutinaria.

Las evaluaciones “no rápidas”, comprenden por lo tanto, la utilización de más tiempo y recursos en su aplicación, necesitan de la presencia de personal técnico que acompañe todo el proceso de evaluación y en algunos casos pueden durar años en obtener los resultados finales.

Altieri y Nicholls (2001), desarrollaron el “Sistema Agroecológico Rápido de Evaluación de Calidad de Suelo y Salud de Cultivos en el Agroecosistema de Café”, como respuesta a los desafíos que enfrentan tanto agricultores, como extensionistas e investigadores por saber cuando un agroecosistema es saludable, o más bien en qué estado de salud se encuentra después de iniciada la conversión a un manejo Agroecológico. Esta primera propuesta de la metodología se utilizó en un trabajo con productores de café en la zona de Turrialba, Costa Rica, en el año 2001.

El objeto de la metodología es poder utilizar indicadores sencillos de calidad de suelos y de cultivos para poder tomarle el “pulso” a un agroecosistema de manera periódica, gracias a un alto componente participativo de los productores y especialmente durante el proceso de conversión de sistemas agrícolas convencionales hacia unos más sostenibles mediante la incorporación del manejo Agroecológico.

Quizás lo más importante es que una vez aplicados los indicadores, cada agricultor puede visualizar el estado de su finca observando qué atributos del suelo o de la planta andan bien o mal en relación a un umbral preestablecido por ellos mismos. Cuando la metodología se aplica con varios agricultores, se pueden visualizar las fincas que muestran valores tanto bajos como altos de sostenibilidad. Esto es útil para que los agricultores entiendan por qué ciertas fincas se comportan ecológicamente mejor que otras, y qué hacer para mejorar los valores observados en fincas con valores menores (Altieri y Nicholls, 2001).

Los indicadores son la herramienta más adecuada para evaluar y seguir el comportamiento de un sistema, en este caso agrícola. Si el objetivo es la sostenibilidad, dichos indicadores deben ser los suficientemente pertinentes en la escala temporal, del espacio, y de las condiciones de estudio, para que sean sensibles a los cambios realizados y permitan evidenciar el estado de sostenibilidad del mismo.

Una característica fundamental en las metodologías rápidas, es la congruencia de los indicadores respecto a este tipo de análisis de bajo nivel de inversión. Entre las principales características se citan las siguientes (Altieri y Nicholls, 2001):

- Ser relativamente certeros y fácil de interpretar.
- Ser suficientemente sensitivos para reflejar cambios ambientales y el impacto de prácticas de manejo sobre el suelo y el cultivo.
- Ser capaces de integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Poder relacionarse con procesos del ecosistema, como por ejemplo capturar la relación entre diversidad vegetal y estabilidad de poblaciones de plagas y enfermedades.

Adicionalmente se debe tener en cuenta que los indicadores deben medir los posibles cambios que ocurran en periodos de aproximadamente seis meses, cuando se trata de una metodología rápida. Los indicadores pueden tener distintas maneras de ser medidos, pero se preferirán las mediciones que permitan que los productores fácilmente las puedan repetir, por ello no deben ser costosas, dispendiosas o difícilmente repetibles sin ayuda técnica externa.

El agroecosistema, de manera integral, comprende los factores de producción que son manejados directamente por los productores, como el suelo, animales y las plantas, como también los que se encuentran en el entorno que igualmente afecta la gestión productiva (política, mercados).

En términos de acción en función del tiempo, son los elementos manejados con mayor autonomía por el agricultor, los que más rápido se pueden involucrar en el proceso de transición, mientras que los del entorno por lo general requieren el compromiso de más actores para poderlos incluir en esta dinámica de cambio.

Considerando que el agua está más determinada en su acceso o beneficio, bien sea por las condiciones climáticas que la limitan, o por los costos que se derivan de su extracción y distribución, junto con el marco legal que cada día regula más su uso, se puede en una primera instancia entender que los productores no tienen igual nivel de autonomía en su uso, como la puede tener para el suelo, el componente vegetal y el animal.

Por lo anterior, se puede esperar que el suelo y las prácticas relacionadas con su uso (laboreo, nutrición, protección), como las plantas (especies cultivadas, especies acompañantes, diseño de rotaciones y cultivo, entre otros), y los animales (de producción o

espontáneos), sean en primera instancia objeto del proceso de transición por parte de los productores, teniendo en cuenta que la búsqueda de la sostenibilidad es gradual en su desarrollo.

No por ello se desconoce que la integralidad de las dimensiones ecológicas, económicas y sociales, son básicas en un ejercicio completo de la evaluación de la sostenibilidad.

La escala de tiempo en la que el suelo se comporta como un recurso natural renovable, es mayor que la escala de tiempo de varias generaciones humanas, por lo cual, en escenarios productivos de corto y mediano plazo, no es fácil percibir claramente el efecto de un manejo indebido, hasta que por efecto acumulativo el suelo manifiesta de manera contundente su deterioro y por ello cuando se detectan señales claras de degradación en el suelo, su recuperación a pesar de no ser imposible, es muy difícil y costosa (Pérez, 1999).

La calidad del suelo radica en su capacidad de funcionar dentro de los límites ecosistémicos, para sostener la productividad biológica, manteniendo o mejorando la calidad del medio ambiente y promoviendo la salud de las plantas, animales y del hombre (Doran et al, 1994).

Los indicadores de salud del cultivo se refieren a la apariencia del cultivo, el nivel de incidencia de enfermedades, la tolerancia del cultivo a estrés (sequía u otro factor) y a malezas, crecimiento del cultivo y raíces, así como rendimiento potencial. Las observaciones sobre niveles de diversidad vegetal (número de especies de árboles de sombra, e incluso malezas dominantes), diversidad genética (número de variedades de la misma especie), diversidad de la vegetación natural circundante y tipo de manejo del sistema (por ejemplo en transición a orgánico con muchos o pocos insumos externos), se hacen para evaluar el estado de la infraestructura ecológica del agroecosistema, asumiendo que un agroecosistema con mayor diversidad específica y genética, un manejo diversificado que aprovecha las sinergias de la biodiversidad, y que está rodeado por vegetación natural, tiene condiciones de entorno más favorables para la sostenibilidad (Altieri y Nicholls, 2001).

Está bien documentado que en agroecosistemas policulturales, en general se produce un incremento en la abundancia de depredadores y parasitoides, ocasionado por una mejor disponibilidad de presas alternativas, fuentes de néctar y microhábitats apropiados (Altieri y Nicholls, 2004).

4. USOS DE LA GUÍA

4.1 Tipos de evaluación

Esta guía se puede utilizar de varias maneras teniendo en cuenta las necesidades de los productores o técnicos que la aplican como parte de la evaluación de la sostenibilidad.

Las maneras generales de utilizar la guía, son:

- Hacer una evaluación puntual *per se* de una finca sin comparaciones en el tiempo ni el espacio.
- Hacer mediciones periódicas a lo largo del tiempo, para monitorear cambios o tendencias en la calidad del suelo y los cultivos, debido a un sistema de manejo establecido constantemente para una parcela, finca o conjunto de fincas similares.
- Comparar los valores medidos obtenidos en una finca o conjunto de fincas similares, con los valores de una condición de calidad de suelos y cultivos considerada como estándar o de referencia.
- Realizar comparaciones entre distintos sistemas de manejo para determinar sus respectivos efectos sobre la calidad del suelo y de los cultivos, bien sea dentro de áreas similares dentro de una finca o entre fincas similares dentro de una región.
- Realizar mediciones en una finca o conjunto de fincas similares, comparativamente con las condiciones del ecosistema natural predominante en la región.

4.2 Consideraciones sobre indicadores y clases descriptivas

En la capítulo **6 y 7**, se presentan 20 indicadores (10 para Calidad de Suelo y 10 para Salud de Cultivos). Para cada indicador se explica su objetivo, la fundamentación y consideraciones técnicas sobre las cuales se basa, condiciones para su utilización, tablas para ayudar a hacer los cálculos necesarios cuando se requiere y la tabla de las clases descriptivas a partir de las cuales se puede calificar cada indicador.

Un indicador se construye en esta Guía, a partir de la combinación de uno o varios criterios diagnósticos que se agrupan según su posible valor, para conformar una clase descriptiva.

A manera de ejemplo, para el indicador “**Apariencia del Cultivo**”, se proponen dos criterios diagnósticos: clorosis y síntomas de deficiencia o desbalance nutricional. Estos criterios en el mismo ejemplo, se cuantifican de acuerdo al porcentaje del cultivo (o unidad de muestreo) afectada por la combinación de dichos criterios.

Estas combinaciones se agrupan para determinar las clases descriptivas, que en el caso de esta propuesta se trata que siempre sean entre cuatro y tres por cada indicador.

La valoración de los indicadores se realiza en una escala de uno a diez (1-10), por lo cual en el ejercicio de evaluación se debe asignar el rango respectivo a cada una de las clases descriptivas seleccionadas.

Para hacer la calificación final del indicador, luego de hacer los cálculos de los criterios diagnósticos e identificar a qué clase descriptiva corresponde, se debe escoger un número dentro del rango asignado a dicha clase. Este número es el que se consigna como el “**Valor en Campo**”, en los formatos **No. 9 y No. 10**, donde se hace la integración de los resultados.

Criterio diagnóstico	Nombre del indicador	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Apariencia del Cultivo Clases descriptivas			
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		1-3	
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		3-5	
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		5-8	6
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional.		8-10	

Clases descriptivas (4 por indicador)

Rango para calificar la clase descriptiva

Valor en campo según la clase descriptiva y rango

En esta Guía, las distintas clases descriptivas no se valoran previamente con un rango, debido a que son los productores y técnicos con su conocimiento del entorno local y experiencia, quienes mejor pueden valorar cada clase teniendo en cuenta la particularidad de los cultivos y prácticas de manejo. Sin embargo en algunos casos los distintos formatos que se presentan pueden tener datos diligenciados con el fin de dar un ejemplo sobre la forma de hacerlo. En el capítulo 9 se encuentran todos los formatos sin diligenciar para ser copiados y utilizados en campo.

Por otro lado, el listar las distintas clases descriptivas no significa que la asignación de los rangos se debe realizar en el mismo orden, ya que hay valoraciones lineales y no lineales según el requerimiento óptimo para un cultivo o agroecosistema específico (Rossiter y otros, 1995).

Se presenta el siguiente ejemplo:

Valoración lineal de los rangos

Balace de Nutrientes Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Entradas muy deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, el % de balance de cada nutriente es < 60%. O por lo menos dos nutrientes tienen un % de balance > 250%.	1-3
Entradas deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, máximo dos nutrientes no compensan las salidas y el % de balance total está entre 60 a 90%. O un nutriente tiene un % de balance > 250%.	3 - 6
Equilibrio de las entradas y las salidas, el % de balance de cada nutriente está entre 90 a 150%.	6 - 8
Equilibrio en el balance y mejoramiento del contenido de nutrientes , el % de balance de cada nutriente está entre 150 a 250%.	8-10

En este caso, el orden ascendente de los rangos coincide con el orden de las clases descriptivas, ya que se entiende que la clase “**Equilibrio en el Balance y mejoramiento en el contenido de nutrientes**”, debe calificarse dentro del rango mayor (8-10) para todos los cultivos o agroecosistemas que se evalúen de esta forma.

Valoración no lineal de los rangos

Velocidad de infiltración Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy Lento , < 1,5 cm/ hora.	1 - 2
Lento, 1,5 – 5,0 cm/ hora.	2 – 4
Moderado, 5,0 – 15,5 cm/hora	8 – 10
Rápido, 15,5 – 50,0 cm/hora	6- 8
Muy rápido, > 50,0 cm/hora	4 – 6

La valoración no lineal se relaciona de manera más estrecha con las características del cultivo, condiciones ambientales y otras propiedades del suelo, de manera que la clase con el mayor rango (8-10), para el cultivo que se evalúa en este caso es “**Moderado**” y no lo es “**Muy rápido**”.

Como se ve, también los rangos pueden compartir un valor similar en sus límites inferiores y superiores (1-2 y 2-4); esto se hace con el fin de no recurrir a decimales en la valoración de los rangos. Para todo efecto, se entenderá para esta Guía que los límites no comparten los valores y se pueden interpretar como si tuvieran decimales (1-1,99 y 2–3,99), de manera que las clases siempre son independientes.

La última consideración es en la cual los indicadores seleccionados siempre deben denominarse en términos de creciente sostenibilidad, de manera que no toque recurrir a

conversiones innecesarias para poder expresarlos y representarlos guardando igual sentido que los demás indicadores.

Por ello, se debe procurar que los indicadores interpreten directamente la tendencia de sostenibilidad del mismo. Es decir, a mayor valor de rango se contribuye más a la sostenibilidad del agroecosistema. Esto evitará errores de interpretación y conversiones innecesarias (Sárandon, 2002).

A manera de ejemplo, “Control de la erosión” es más adecuado que “Riesgo de erosión”, A mayor valor del indicador “Control de la erosión” será mayor la sostenibilidad. Caso contrario, a mayor valor del indicador “Riesgo de erosión”, es menor su sostenibilidad, por lo cual se dificulta su interpretación y representación gráfica al lado de los demás indicadores que si tengan la tendencia de mayor sostenibilidad.

Lo mismo en el caso: “Control de Plagas y enfermedades” es más adecuado que “Daño de plagas y enfermedades”.

4.3 Estructura de la Guía.

En el capítulo **5. Planeación y caracterización general**, se presentan los formatos que permiten planear las actividades, recursos y participación necesaria para realizar el ejercicio de evaluación. Algunas casillas de los formatos tienen datos a manera de ejemplo.

En el capítulo **6. Evaluación de la Calidad de Suelos**, se hace una explicación de cómo cuantificar cada uno de los 10 indicadores propuestos. Se aclara que los indicadores propuestos pueden ser ajustados o cambiados según las necesidades específicas de los productores, cultivos y condiciones agroecológicas en las que se encuentran. Algunas casillas de los formatos tienen datos a manera de ejemplo.

En el capítulo **7. Evaluación de la Salud de Cultivos**, se explican los indicadores propuestos para determinar el estado de los cultivos. Igualmente estos indicadores se pueden ajustar o cambiar según las necesidades. Algunas casillas de los formatos tienen datos a manera de ejemplo.

En el capítulo **8. Integración de Resultados**, se presentan los formatos que permiten de manera escrita y gráfica ver los resultados de la evaluación, como también hacer una aproximación a las acciones correctivas o de mejora. Algunas casillas de los formatos o gráficas tienen datos a manera de ejemplo.

En el capítulo **9. Formatos (listos para usar)**, se presenta la totalidad de los formatos en el orden recomendado para su utilización, en los cuales se han dejado espacios en blanco para poder copiarlos y utilizarlos en campo.

En el capítulo **10. Documentos de soporte**, se presentan tablas con información útil relativa a indicadores utilizados en distintos contextos, extracción de nutrientes por diferentes cultivos, índices isohúmicos, índices de mineralización, entre otros.

5. PLANEACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GENERAL

Los formatos que se presentan permiten realizar la implementación metodológica bajo un orden básico que facilita la obtención de las etapas de planificación y caracterización.

El proceso como tal cumple las siguientes etapas:

5.1 Planificación

En esta etapa se realizan todas las actividades previas al trabajo directo en campo. Es importante que los productores participen de esta etapa con el objeto de generar pertinencia al proceso desde el comienzo del mismo.

Se busca en esta etapa realizar todas las actividades de comunicación, programación, consecución de instalaciones y materiales, preparación de las metodologías participativas, presupuestos, entre otros.

Siendo la aplicación una metodología “rápida” en campo, no la exime de la debida planificación que determine un éxito desde el punto de vista operativo y genere este mismo espíritu entre los productores.

5.2 Caracterización

Esta etapa se realiza en campo con la mayor participación de los productores. Las principales actividades son:

- Caracterización General de la zona o región.
- Identificación conjunta de los objetivos del ejercicio.
- Seleccionar el tipo de evaluación que se realizará.
- Seleccionar los indicadores más adecuados para la zona y los cultivos.
- Realizar los ajustes necesarios en las clases descriptivas y rangos.
- Caracterizar las fincas.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

LISTA DE CHEQUEO DEL PROCESO METODOLÓGICO (Ejemplo)

Región:	Asociación:	Formato 01
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paso	Actividad	✓
Planificación General	Se verificó el proceso de planificación. Formato 2.	✓
Caracterización General	Se define el contexto geográfico, nivel de aptitud general, grupos de fincas similares, mapa general. Formato 3 y 4.	✓
Objetivos	Los productores identifican y determinan los objetivos de la aplicación de la metodología.	✓
Definición del tipo de evaluación	Se acuerda hacer una evaluación puntual, dinámica, individual o comparativa.	✓
Selección de Indicadores	Se seleccionan los indicadores más pertinentes, se escogen las técnicas de medición.	✓
Ajuste de las clases descriptivas	Se ajustan las clases descriptivas y los rangos de evaluación teniendo en cuenta particularidades de los usos agrícolas de la zona.	✓
Caracterización de la Finca	Se toman los datos básicos, se hace un croquis de la finca, se escoge la zona de muestreo, se anotan los manejos y otras características generales. Formato 5 y 6.	✓
Evaluación de los Indicadores	Se evalúan los indicadores según los rangos seleccionados, en zona de muestreo escogida y en el número de repeticiones estimadas. Formatos 7, 8, 9, 10.	✓
Selección de alternativas de manejo y monitoreo	De acuerdo a los resultados obtenidos analizar y seleccionar las alternativas de manejo y de monitoreo estimadas para mejorar la gestión. Formato 11	✓
Análisis y presentación de resultados	Se realizan las sumas de las mediciones, se interpretan las debilidades y fortalezas, se acuerda la forma de presentar y se realiza la presentación de resultados. Formatos 12, 13, 14.	✓

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

PLANIFICACIÓN GENERAL (Ejemplo)

Región:	Asociación:	Formato 02
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paso	Actividad	✓
Contactos y comunicación	Se realizan los contactos formales y se establece un canal de información que permita la organización de las actividades. Se busca información general sobre la zona, actividades productivas, características culturales, otros.	✓
Participantes	Están identificados los productores interesados en utilizar la metodología, los técnicos locales que realizan acompañamiento, representantes de la administración local, otros posibles participantes. Recolectar información sobre experiencias anteriores de trabajo en grupo de los productores, experiencia productiva y características especiales asociadas al manejo de los agroecosistemas.	✓
Herramientas participativas	Se cuenta con la base teórica y práctica de distintas herramientas y dinámicas participativas que apoyan la implementación de la metodología. Se conocen las necesidades de tiempo, personal, materiales y otros, para la utilización de las herramientas participativas.	✓
Equipos, herramientas de campo, materiales	Se estiman las necesidades de equipos, herramientas de campo y materiales, teniendo en cuenta la posible disponibilidad en la zona de trabajo, el transporte, el acceso a la zona de trabajo, tamaño del grupo de productores y fincas a trabajar.	✓
Locaciones y facilidades	Se identifica y confirma la disponibilidad de locaciones para realizar los trabajos participativos con los productores, disponibilidad de energía, equipos y herramientas audiovisuales, alojamiento, alimentación, servicios, otros, según sea el caso.	✓
Programación Inicial	Con la información anteriormente colectada, se realiza una planificación inicial determinando fechas, lugares, horas de trabajo, actividades, participantes, materiales, equipos y demás aspectos relevantes.	✓
Estimación de costos	Se realiza la valoración económica de las actividades propuestas en la programación inicial y se asegura la disponibilidad oportuna.	✓

La **Caracterización General del Grupo de Productores** se utiliza para poder identificar en el conjunto de varios productores, agrupaciones que compartan similares características en los siguientes aspectos básicos, teniendo en cuenta la referencia local:

- Paisaje: montaña, colina, valle, planicie, otros.
- Clima: cálido, medio, frío.
- Actividad Principal: agrícola, pecuaria, integrada, otros.
- Cultivo principal: nombrar la principal especie cultivada. Si la actividad es pecuaria nombrar los pastos.
- Tamaño de las fincas: grande, mediana, pequeña.
- Orientación Productiva: convencional, transición, ecológica, otras.
- No. productores: es el número de productores que pertenecen a una misma agrupación de acuerdo a las características anteriores.

Esta agrupación permite saber si hay diferencias significativas entre el grupo de productores y justificar la necesidad de hacer los ajustes de los indicadores para que sean más acordes a las condiciones particulares de uno u otro de los grupos.

El **Mapa de la Zona de trabajo** tiene por objeto ubicar espacialmente las agrupaciones de los productores y así ayudar a determinar la necesidad de hacer una o varias aplicaciones de la Guía. Este mapa sirve para ubicar las carreteras o caminos principales, cursos de agua, ubicación de poblados y geofomas más relevantes.

La **Caracterización Básica de la Finca** permite señalar características propias de la producción que se lleva a cabo en cada finca, información que permite tener un conocimiento básico sobre la forma en que se maneja y, confirmar de esta manera, que los indicadores propuestos para la evaluación sí son los adecuados o que la finca pertenece a otra agrupación en el contexto de la zona de trabajo.

El **Mapa y Zona de Muestreo de la Finca** permite tener una imagen de la distribución de las distintas parcelas o lotes que conforman la finca, ubicación de los cultivos y de la infraestructura. Si las condiciones agroecológicas de la finca son homogéneas y bajo un mismo cultivo (o sistema de cultivo asociado) se puede hacer la evaluación de los indicadores en la totalidad del área de la finca o en cualquier parte de ella.

Por lo contrario, si la finca presenta condiciones agroecológicas contrastantes, con distintos cultivos no asociados, se requiere seleccionar una zona de muestreo en la cual se realizan las mediciones y evaluaciones. Esta zona de muestreo debe ser lo más representativa posible respecto al objeto de la evaluación y las características de la finca.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL- Grupos de Productores (Ejemplo)

Región:	Asociación:	Formato 03
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paisaje y Clima	Actividad Principal	Cultivo principal	Tamaño de Fincas	Orientación	No. Productores
Colina	Agrícola	Tomate	Pequeña (0.5 Ha)	Transición	20

Opciones

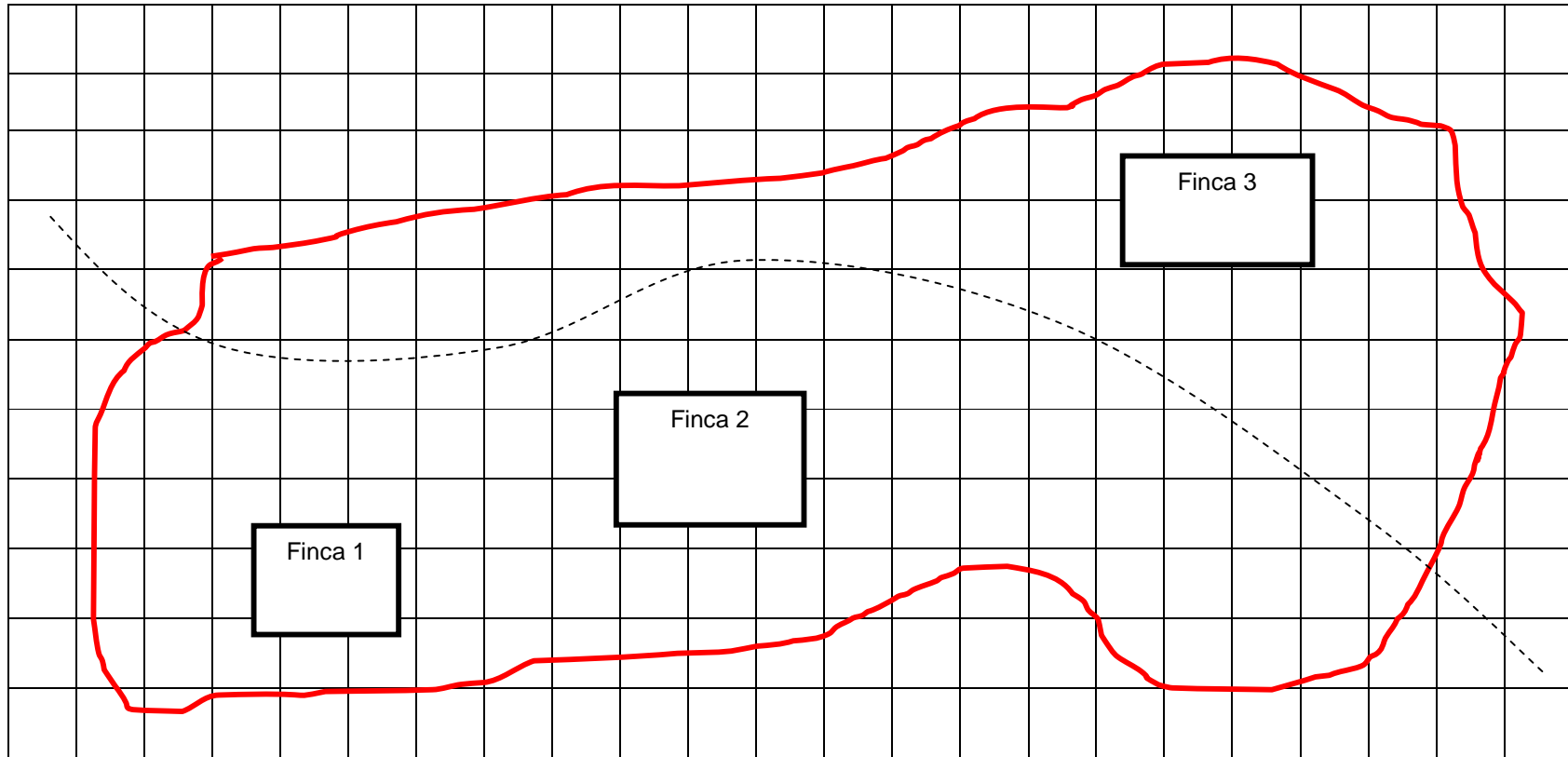
Montaña	Cálido	Agrícola	Nombrar la principal especie cultivada. Si la actividad es pecuaria nombrar los pastos.	Grande	Convencional
Colina	Medio	Pecuaria		Mediana	Transición
Valle	Frío	Integrada		Pequeña	Ecológica
Planicie		Otros		Otras	Otras
Otros					

Total = 20

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL- Mapa zona de trabajo (Ejemplo)

Región:	Asociación:	Formato 04
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA FINCA (Ejemplo)

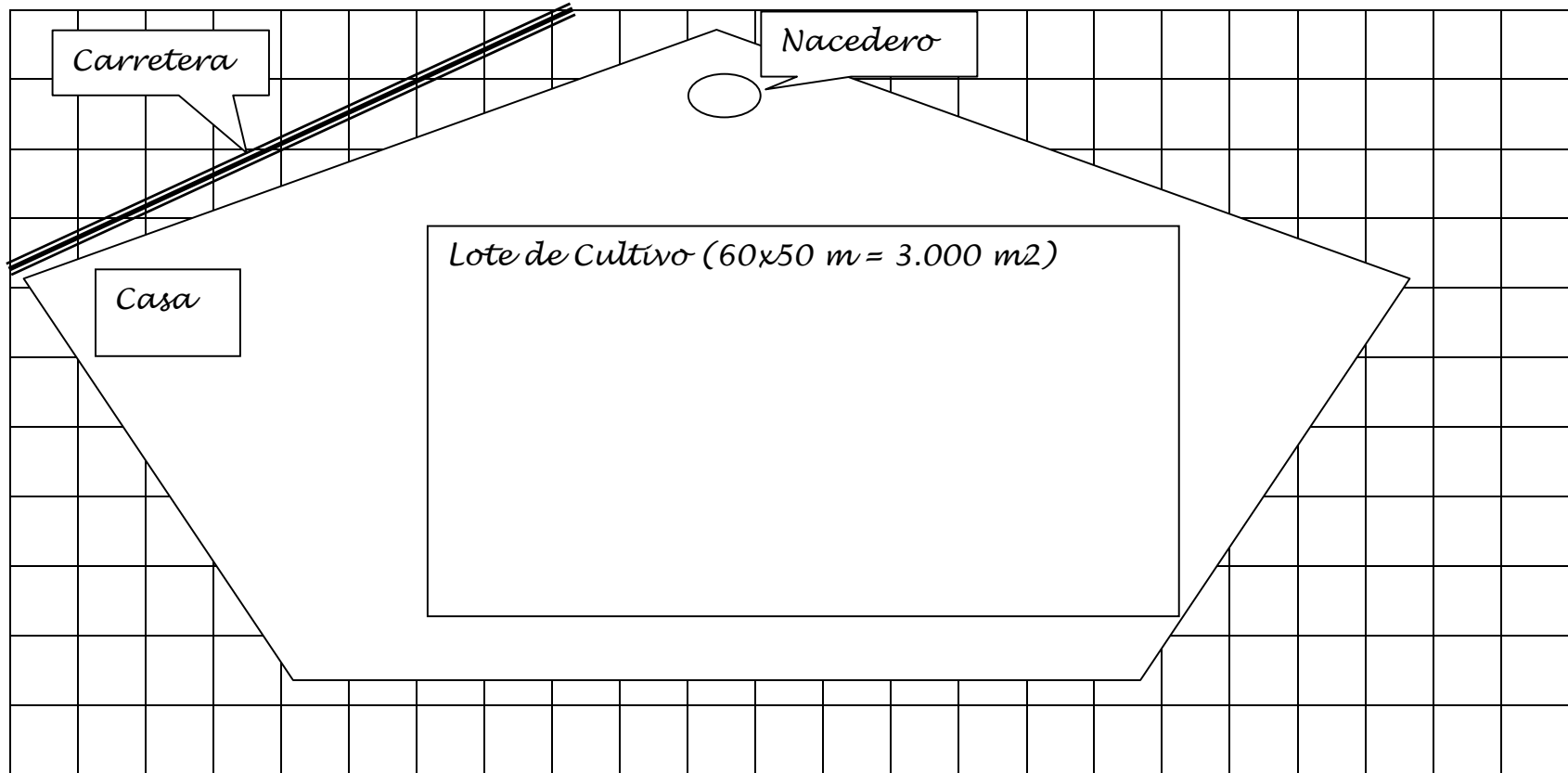
Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 05
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Características	Descripción
Paisaje y relieve	Colinas suaves
Precipitación, altitud temperatura, estaciones, tipo o periodos climáticos	850 mm. anuales, 1.500 msnm, clima medio, época de lluvias fuertes en abril – junio.
Tamaño de la finca, mano de obra, destino de la producción	Pequeña 0.5 Ha, mano de obra familiar, mercado local
Actividad principal, cultivos más importantes y rotaciones	Agrícola, tomate de mesa, rotación con arveja.
Orientación de la producción, tiempo bajo esta orientación	3 años en transición hacia agricultura orgánica.
Laboreo del suelo, frecuencia, equipos, herramientas	Preparación con azadón antes de la siembra.
Tipo de riego, frecuencia, fuente de agua	Cinta de riego, semanal, nacedero de la finca.
Pesticidas, frecuencia, objetivo de control	Preparados naturales hechos en finca, aplicaciones preventivas semanales, control de mosca blanca.
Fertilizantes y abonos, tipo, cantidad, forma de aplicación	Abonos orgánicos, 2 kilos por planta de tomate, 1 kilo en el hoyo de siembra y 1 kilo en el aporque.
Eventos anteriores, inundaciones, fuego, tala, otros	No
Problemas reconocidos, salinidad, acidez, zonas húmedas, plagas, enfermedades, herbáceas	La mosca blanca y la “gota” son los mayores problemas.
Selección y delimitación de la zona de estudio (parcela, lote, toda la finca)	Solo hay un lote en la finca y es muy parejo, mide 0.3 Ha.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA – Mapa y zona de muestreo en la finca (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 06
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



6. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO

6.1 Balance de nutrientes mayores

Este indicador evalúa comparativamente la entrada en los insumos a la unidad de estudio (finca, lote, parcela) de los elementos mayores (nitrógeno, fósforo, potasio), en relación a las salidas de los mismos elementos que ocurren en la extracción de los productos o subproductos.

Como origen de las entradas se considera la disponibilidad real de nutrientes que ofrecen los fertilizantes, abonos y enmiendas orgánicas o minerales que contengan estos elementos y que provienen de fuera de la finca. No se considera la energía implícita utilizada en la fabricación de los insumos, ni tampoco la energía de la labor humana o animal tal como se hace en los estudios de eficiencia energética, ya que esta energía no se utiliza directamente en el metabolismo del suelo, que es lo que se quiere resaltar con estos indicadores.

Las salidas se consideran como la extracción de los nutrientes en los productos y subproductos que salen físicamente de la unidad de estudio y que por lo tanto no regresan bajo ninguna modalidad de reciclaje o re-uso.

El ciclaje interno, abonos verdes, restos de cosecha, aportes de la cobertura vegetal, estiércol depositado en la misma parcela de pastoreo, la fijación biológica de nitrógeno, las pérdidas por lixiviación, erosión, escorrentía, volatilización, en este caso se consideran como parte de la eficiencia interna del sistema suelo-planta, que repercuten positiva o negativamente en las necesidades de nutrientes en proporción a lo extraído.

El indicador propuesto trata de evidenciar de manera indirecta precisamente la eficiencia con la cual el sistema suelo-planta utiliza los nutrientes que se adicionan al suelo, en relación a los nutrientes extraídos por los cultivos en forma de producto y qué tendencia se produce en términos de mejorar o no la calidad de los suelos en relación a su contenido de nutrientes.

Se considera para este indicador que un sistema de manejo en el cual las entradas son mayores que las salidas, el suelo y las plantas se beneficiarán por un proceso acumulativo que permita mejorar la calidad de los suelos con su respectivo efecto en los cultivos, siempre y cuando no llegue a producir un desbalance.

Un sistema de manejo en el cual las entradas son iguales a las salidas, mantendrá su estado actual, bien sea éste marginal o potencial para el desarrollo de los cultivos.

Cuando el sistema de manejo hace que las entradas sean menores que las salidas, se produce deterioro de la calidad de los suelos por pérdida de nutrientes y por lo tanto afecta el desarrollo de los cultivos.

La medición de este indicador se hace en relación a un área de estudio determinada (lote, parcela, finca) y un periodo de tiempo que generalmente es un año, para facilitar normalizar los resultados y poder hacer comparaciones.

En campo se deben coleccionar los datos relacionados con la producción en fresco en el área estudiada, los insumos utilizados para la fertilización, abonamiento orgánico y en el caso en que el agua de riego utilizada contenga cantidades importantes de nutrientes, también se debe incluir en los cálculos. La demás información necesaria se consigue en tablas de

contenidos o reportes de laboratorio de nutrientes de los fertilizantes, abonos orgánicos y de los productos cosechados. A continuación se presentan las tablas que ayudan a realizar los cálculos necesarios para este indicador.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE NUTRIENTES Pág.1 (Ejemplo)

Entradas (año)

	Insumo	A. Compost	B.	C.	D.	E. Suma
1	Cantidad usada (kg/año)	12.000				12.000
2	% materia seca (%)	60%				
3	Cantidad en materia seca (kg/año) 1x2	7.200				7.200
4	% de nitrógeno (%N)	1%				
5	%de fósforo (%P)	2%				
6	% de potasio (%K)	1%				
7	Entrada nitrógeno (kg/año) 3x4	72				72
8	Entrada fósforo (kg/año) 3x5	144				144
9	Entrada de potasio (kg/año) 3x6	72				72

Salidas (año)

	Producto	1. Tomate	2.	3.	4.	5. Suma
1	Producción (kg/año) (dos cosechas)	45.000				45.000
2	% materia seca (%)	7%				
3	Producción en materia seca (kg/año) 1x2	3.150				3.150
4	% de nitrógeno (%N en materia seca)	3.4%				
5	%de fósforo (%P en materia seca)	0.3%				
6	% de potasio (%K en materia seca)	3.8%				
7	Salida nitrógeno (kg/año) 3x4	107				107
8	Salida fósforo (kg/año) 3x5	9.45				9.45
9	Salida potasio (kg/año) 3x6	120				120

Balance anual de nutrientes

	Suma entradas nitrógeno (kg/año) 3x4	Suma entradas fósforo (kg/año) 3x5	Suma entradas potasio (kg/año) 3x6	Σ Entradas NPK (kg/año)
1.ENTRADAS	72	144	72	288
	Suma salidas nitrógeno (kg/año) 3x4	Suma salidas fósforo (kg/año) 3x5	Suma salidas de potasio (kg/año) 3x6	Σ Suma salidas NPK (kg/año)
2. SALIDAS	107	9.45	120	236.45
	NITRÓGENO (Kg/año)	FÓSFORO (Kg/año)	POTASIO (kg/año)	NPK (kg/año)
BALANCE (entradas menos salidas)	-35	134.55	-48	51.55
% de Balance (1/2)x 100	67%	1524%	60%	122%

Clases Descriptivas del indicador

Balace de Nutrientes Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Entradas muy deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, el % de balance de cada nutriente es < 60%. O por lo menos dos nutrientes tienen un % de balance > 250%.	1-3
Entradas deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, máximo dos nutrientes no compensan las salidas y el % de balance total está entre 60 a 90%. O un nutriente tiene un % de balance > 250%.	3-5
Equilibrio de las entradas y las salidas, el % de balance de cada nutriente está entre 90 a 150%.	5-8
Equilibrio en el balance y mejoramiento del contenido de nutrientes, el % de balance de cada nutriente está entre 150 a 250%.	8-10

Observaciones

- Tener en cuenta que si el suelo tiene un contenido muy bajo de un elemento específico, aportes importantes que sobrepasen el 250% de los requerimientos pueden recuperar esta condición rápidamente; pero con el riesgo de generar desequilibrios con otros nutrientes; así como también potencializar las pérdidas (lixiviación, volatilización, desnitrificación, fijación, inmovilización, otras).
- Para realizar el monitoreo se recomiendan métodos semicuantitativos (pruebas de campo) y/o cuantitativos (laboratorio) para verificar las tendencias de pérdida, equilibrio o acumulación.
- Asegurarse que el fósforo y el potasio se expresen de la misma manera en las entradas y las salidas, ($\%P \times 2,29 = \%P2O5$; $\%K \times 1,20 = \%K2O$; $\%P2O5 \times 0,44 = \%P$; $\%K2O \times 0,83 = \%K$).
- Recordar que hay muchos factores que determinan una mayor o menor eficiencia en la práctica de fertilización y abonamiento orgánico; estos son los factores que hay que tratar de controlar mediante las prácticas de manejo adecuadas. Entre los factores están: tipo y fuente del fertilizante o abono, tipo y condición del suelo, condiciones climáticas, condición del cultivo, sistema de aplicación, entre otros.
- La verificación cruzada se puede hacer con los indicadores: rendimiento actual de los cultivos, apariencia de los cultivos y crecimiento de los cultivos.
- Considerar que en algunas regiones el agua de riego puede ser una fuente importante de nutrientes que ingresan al suelo y por lo tanto hay que entrar a valorar sus aportes.
- El cultivo de leguminosas puede fijar nitrógeno atmosférico en cantidades muy variables y de acuerdo a muchos factores. Sin embargo, se debe contemplar la posibilidad de tener un suelo con balance negativo (Insumo – producto) de nitrógeno; pero, al ser un cultivo de leguminosa o al tener esta especie continuamente en las rotaciones, no se manifiestan problemas nutricionales ni de rendimientos en los cultivos, por lo cual se puede ajustar el rango de las distintas clases descriptivas.
- Se recomienda evaluar este indicador luego de un ciclo anual completo (al terminar la cosecha o las cosechas) y antes de sembrar de nuevo. Para los cultivos permanentes se recomienda evaluar este indicador luego de la cosecha principal anual.

6.2 Balance de materia orgánica

La materia orgánica en el suelo es la mayor fuente de energía disponible para los microorganismos y su acumulación en forma de *humus* permite mejorar innumerables cualidades de los suelos.

El concepto de balance de la materia orgánica utilizado en este indicador, se refiere a la diferencia en magnitud entre la materia orgánica que entra al suelo que se humifica y la que se pierde por el proceso de mineralización, todo dentro del periodo de un año.

Esta apreciación es general y no profundiza en detalles que supondrían mayor complejidad en la evaluación, sin embargo es una buena guía en un proceso de evaluación rápida respecto a identificar la tendencia de pérdida, equilibrio o ganancia de materia orgánica en el suelo.

Se entiende también para este indicador que: las tasas de formación de *humus* a partir de la materia orgánica que entra al suelo, según su composición, puede tener distintas tasas de formación. El balance propuesto se basa en el modelo de Henin-Dupuis (Ribó, 2004), en el cual solo se tiene en cuenta la tasa de humificación del primer año y no se analiza la humificación de la materia orgánica restante en los siguientes años.

Entendiendo esta limitante es recomendable hacer la verificación de la evolución del contenido de la materia orgánica del suelo por medio de análisis químicos y, si es posible, ajustar los coeficientes para mejorar los resultados en la utilización de este indicador.

Como fuente de entrada de materia orgánica no humificada se consideran todas las sustancias utilizadas, con carbono orgánico en su constitución, para acondicionar o nutrir el suelo. Estas fuentes pueden ser: *compost*, *bocchachi*, turba, melazas, purines, estiércoles, residuos agroindustriales. Igualmente se deben cuantificar los aportes de residuos de cosecha, tanto de la parte aérea como la de raíces, debido a la importancia que toman para algunos cultivos en cuanto aportes de materia orgánica residual. Para la estimación de cuánta materia orgánica humificada se forma a partir de todas las fuentes de entrada de materia orgánica, se utiliza el coeficiente de humificación (isohúmico) *K1*. Este coeficiente trata de ajustar la magnitud del proceso de humificación a partir fundamentalmente de la relación C/N de la materia fresca.

La salida de la materia orgánica del suelo en este indicador, se concibe como la ocurrida por la mineralización de la misma. Este proceso se ve afectado por múltiples variables como la temperatura, la humedad, el tipo, frecuencia y profundidad del laboreo, la textura del suelo, la relación C/N del suelo, la actividad biológica, entre otros.

El coeficiente *K2* (coeficiente de mineralización) se utiliza para estimar qué cantidad de la materia orgánica se pierde del suelo por mineralización en el lapso de un año. Tal coeficiente se expresa en porcentaje y se aplica directamente sobre la cantidad de materia orgánica del suelo expresada en materia seca.

La materia orgánica fresca, parcialmente humificada y muy humificada, tiene un contenido de carbono orgánico distinto. Normalmente se utiliza el número 1,72 como factor para convertir carbono orgánico del suelo en materia orgánica del suelo, pero los materiales orgánicos frescos deben utilizar un factor mayor (2 – 2.5). Por esta razón, en este indicador y metodología de diagnóstico rápido, se recomienda trabajar con el concepto de Materia Orgánica (MO), más que con el de Carbono Orgánico, para evitar mayores diferencias.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA (Ejemplo)

Finca (o parcela): _____

Año de análisis: _____

Área de la Finca (o área de muestreo): _____

ENTRADAS (Humificación de aportes de materia orgánica)

	Fuente	1. Compost	2.	3.	4.	Suma
1	Cantidad aportada (kg/año)	12.000				12.000
2	% materia seca (%)	60%				
3	Cantidad en materia seca (kg/año) 1x2	7.200				7.200
4	% MO en materia seca	35%				
5	Cantidad de MO (kg/año) 3x4	2.520				
6	Coefficiente isohúmico K1	0.3				
7	Total MO formada (kg/año) 5x6	756				756

SALIDAS (Mineralización de la materia orgánica del suelo)

		Valor
1	Área del suelo estudiado (metros ²)	3.000
2	Profundidad de muestreo del suelo (metros)	0.3
3	Volumen de suelo (metros ³) 1x2	900 m ³
4	Densidad aparente del suelo (t / m ³)	1.1
5	Peso del suelo (kilos) 3 x 4 x 1.000	990.000
6	% de suelo seco (%)	70%
7	Peso de suelo seco (kilos) 5 x 6	693.000
8	% de materia orgánica del suelo	3%
9	Total de materia orgánica del suelo (kilos) 7 x 8	20.790
10	Coefficiente de mineralización k2	2%
11	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año) 9 x 10	415

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA (MO)

Kilos %

1	Sumatoria totales de MO formada (kg/año)	756	
2	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año)	415	
3	Balance de materia orgánica 1 – 2 y 1/2 (para el %)	341	182%

Clases Descriptivas del indicador

Balance de Materia Orgánica Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 30%.	
Bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 60%.	
Aporte medio de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica entre 60%.y el 99%.	
Equilibrio y acumulación de materia orgánica y adecuada utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica es > 100%.	

Observaciones

- Se recomienda estimar la cantidad de residuos aéreos y de raíces producidas por los cultivos, ya que pueden constituirse en un momento dado en la mayor fuente de aportes de materia orgánica fresca, siempre que sean aportados como residuos de cosecha o utilizados para elaborar compost.
- Teniendo en cuenta que existen muchos factores que determinan la tasa de formación y de mineralización, se recomienda realizar el monitoreo de la materia orgánica del suelo mediante análisis cuantitativos y ajustar los coeficientes utilizados en el cálculo de este indicador.
- En el capítulo 10 de esta guía se puede encontrar información sobre coeficientes isohúmicos de mineralización y tablas de extracción para algunos cultivos.
- Se recomienda tomar la profundidad del suelo de 0,3 metros para los cálculos del indicador, ya que en esta profundidad se produce entre el 80 y el 100% de la acumulación y la mineralización de la materia orgánica en los suelos.
- Se recomienda evaluar este indicador al finalizar un ciclo anual completo de cultivo antes de realizar la nueva siembra y por lo tanto sin disturbar el suelo.

6.3 Estructura del suelo

Las plantas necesitan buenas condiciones dentro del perfil del suelo para que sus raíces puedan profundizar y explorar el mayor volumen posible en búsqueda de nutrientes, aire y agua. Igualmente la estructura es determinante en varios procesos como el de la evolución

de la materia orgánica, la dinámica hídrica, el flujo de aire y el desarrollo de otros organismos distintos a las plantas.

La estructura del suelo es el arreglo y organización de las partículas en el suelo y está fuertemente afectada por cambios en el clima, la actividad biológica y las prácticas de manejo. La estructura del suelo limita la retención y transmisión de agua y aire en el suelo, así como sus propiedades mecánicas. La observación y descripción de la estructura del suelo en el campo es subjetiva y cualitativa (USDA, 1999).

Para el crecimiento de las plantas es deseable disponer de una condición física en la cual el suelo sea un conjunto óptimamente friable, suelto y poroso de agregados, que permitan el libre movimiento de agua y aire, fácil cultivación, y una germinación y crecimiento de raíces no obstruidas (USDA, 1999).

El índice de la estructura del suelo es una estimación de calidad que indica el grado de cercanía con las condiciones descritas arriba. Por lo general, cuanto más alto es el valor del índice, mejor es la capacidad del suelo de transmitir agua y aire y de promover el crecimiento y desarrollo de las raíces (USDA, 1999).

Los procesos involucrados en el desarrollo de la estructura del suelo son los siguientes (USDA, 1999):

- Secado y humectación que causan contracción y expansión creando así fisuras y canales.
- Congelación y descongelación que crean espacios cuando se forma hielo.
- Acción de las raíces (remoción de agua, aporte de exudados (materiales orgánicos) y formación de canales).
- Acción de los animales del suelo (removiendo materiales del suelo, haciendo cuevas y poniendo al mineral y a los materiales orgánicos en estrecha asociación).
- Acción de microorganismos al descomponer residuos de plantas y animales y al crear materia orgánica del suelo y *humus* como material ligante.

De la estructura del suelo se evalúa en campo las siguientes variables:

Tipos generales de estructura

Es la forma en que las unidades fundamentales o “peds”, se organizan dentro del suelo. Los tipos de estructura, son: granular, bloques, laminar, columnar y prismática. Cuando no hay estructura definida se reconocen dos formas: masiva y granos sueltos

Clases por tamaño de la estructura

Es la clasificación en función del tamaño en que se presentan las unidades fundamentales de cada tipo de estructura. Se debe tener en cuenta el tipo de cultivo que se evalúa con esta variable, ya que para los cultivos de siembra directa y de semillas pequeñas, se puede necesitar un tamaño medio y no uno grande o muy grande de la estructura.

Clases por tamaño de la estructura				
Clase por tamaño	Laminar (mm)	Prismática y Columnar (mm)	Bloques (mm)	Granular (mm)
muy fina	< 1	< 10	< 5	< 1
fina	1 – 2	10 – 20	5 – 10	1 – 2
media	2 – 5	20 – 50	10 – 20	2 – 5
grande	5 – 10	50 – 100	20 – 50	5 – 10
muy grande	> 10	> 100	> 50	> 10

Fuente: Adaptado de USDA, 1999.

Grado de la estructura

Hace relación al grado de definición de la estructura e indirectamente a la propiedad de mantenerse al momento de disturbar el suelo.

	Grado de la estructura
Débil	Agregados o “peds” son apenas reconocibles al observarlos <i>in situ</i> en suelo húmedo. Cuando es removido el suelo, la estructura se quiebra fácilmente y genera pocos agregados o “peds” observables.
Moderada	Los agregados o peds están moderadamente bien formados y bien definidos <i>in situ</i> . Cuando es removido el suelo, son observables numerosos agregados bien formados.
Fuerte	Los agregados o “peds” están bien formados y son muy evidentes, <i>in situ</i> . Cuando es removido el suelo, la estructura se quiebra en agregados o “peds” muy evidentes y bien definidos.

Fuente: Adaptado de USDA, 1999.

Consistencia de los agregados

Se relaciona con la resistencia de los agregados a mantener su forma al momento de soportar una fuerza. Esta propiedad es muy variable por el contenido de humedad, por lo cual se debe tener una humedad de referencia para realizar esta prueba. Los tipos de consistencia son:

	Consistencia de los agregados
Poco consistentes	Se rompen fácilmente ante la presión con los dedos.
Consistentes	Requieren una presión moderada con los dedos para romperse.
Muy consistentes	Requieren una presión mayor para romperse.

Fuente: Adaptado de USDA, 1999.

Clases descriptivas del indicador

Estructura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Sin estructura (masiva o granos sueltos) o cualquier tipo de estructura, con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.	
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes.	
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes.	
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes.	

Observaciones

- Se recomienda tomar la profundidad del suelo de 0,3 metros para las mediciones del indicador. En la zona de muestreo se deben tomar por lo menos 3 medidas para tomar el promedio o interpretar la condición media.
- Se recomienda evaluar este indicador al finalizar un ciclo anual completo de cultivo antes de realizar la nueva siembra y por lo tanto sin afectar la condición por las prácticas de manejo (mecanización o laboreo del suelo).
- Condiciones extremas de humedad (suelo seco o muy húmedo) pueden afectar la interpretación del indicador.
- La técnica básica en campo es la utilización de una pala con la cual se toman muestras en la sección de control (0-30 cm de profundidad), sacando muestras lo menos disturbadas posibles y estimar las variables que conforman el indicador.

6.4 Profundidad efectiva

Se entiende como la profundidad en la cual las raíces de las plantas cultivadas se pueden desarrollar sin ninguna limitante en búsqueda de agua, aire y nutrientes. Entre las posibles limitantes se encuentran: pedregosidad dentro del perfil del suelo, condiciones químicas adversas, capas compactadas resistentes a la penetración, nivel freático alto o condiciones de exceso de humedad durante largo tiempo en la zona de raíces.

Las raíces que crecen a través de capas de suelo restrictivas están sometidas a cambios morfológicos, particularmente crecimiento impedido y engrosamiento. Las raíces así afectadas son generalmente más cortas, más gruesas y de formas más irregulares. El sistema de raíces más cortas explora un volumen de suelo menor, en busca de nutrientes y agua, obligando a la planta a un consumo más veloz de nutrientes y de agua por unidad de longitud de raíz. Así mismo, la planta requiere más energía fotosintética para mantener el crecimiento de raíces afectando la acumulación de asimilados. Todos estos factores pueden ocasionar estrés en las plantas, lo cual puede causar una reducción en la tasa de crecimiento y de la productividad de los cultivos (USDA, 1999).

La profundidad efectiva se debe evaluar en función del tipo de cultivo y su hábito radicular, ya que prácticas de manejo pueden modificar esta propiedad y se deben ajustar a los requerimientos de las raíces y no necesariamente para alcanzar la máxima profundidad efectiva.

Se presentan varias situaciones que indican cuándo las raíces de las plantas no alcanzan a explorar la profundidad óptima dentro del perfil del suelo o se ven sometidas a condiciones temporales que tienen efectos sobre su funcionamiento.

Una de ellas es la deformación de las raíces que puede presentarse de varias maneras. El horquillamiento anormal que ocurre cuando la raíz encuentra obstáculos muy resistentes a la penetración y determina una división de la raíz para permitir continuar con su profundización modificando su patrón de crecimiento.

Otra forma es el cambio de dirección de la totalidad de la raíz, lo cual indica que la planta trata de evitar una condición anormal fuertemente restrictiva, bien de origen físico como químico.

Para todos los casos, es fundamental conocer con anterioridad los requerimientos básicos de profundidad para el crecimiento normal de las raíces del cultivo, o cultivos de mayor interés para cada caso, como también su capacidad de penetración radicular.

Cuando la limitante de la profundidad efectiva no se puede solucionar de manera práctica (técnica y económicamente), se determinaría como opción la necesidad de cambiar de cultivos con hábitos radiculares más acordes con la situación local.

En campo se evalúan las siguientes características de los suelos que sirven como criterios de diagnóstico para medir este indicador:

Resistencia del suelo a la penetración

Es la fuerza con la cual el suelo impide la penetración de las raíces. Esta fuerza se puede medir cuantitativamente mediante algunos equipos especializados (penetrómetro), pero a falta de ellos se puede valorar cualitativamente mediante la utilización de una varilla metálica recta y de aproximadamente 0,5 a 0,7 cm. de diámetro que se introduce verticalmente cerca de los tallos de las plantas. La necesidad de ejercer una gran fuerza para penetrar el suelo con la varilla, se interpreta como un suelo muy resistente a la penetración de las raíces.

Para el caso de cultivos con raíces muy profundas se recomienda excavar lateralmente cerca de las plantas, una calicata con las dimensiones mínimas que permitan tomar la medida horizontalmente en la profundidad requerida. Se debe tener en cuenta la capacidad del cultivo para penetrar el suelo para diferenciar las clases por resistencia a penetración.

	Resistencia a la penetración
Muy resistente	Suelo muy resistente a la penetración y/o el cultivo tiene muy baja capacidad de penetración.
Resistente	Suelo resistente a la penetración y/o el cultivo tiene baja capacidad de penetración.
Moderadamente resistente	Suelo moderadamente resistente a la penetración y/o el cultivo tiene capacidad media de penetración.
Sin resistencia	El suelo no ofrece resistencia a la penetración.

Pedregosidad dentro del perfil del suelo

La cantidad, tamaño y forma de la pedregosidad que se presenta dentro del perfil del suelo limita el desarrollo radicular. Esta característica de los suelos se evalúa cualitativamente mediante la apreciación visual al excavar el suelo en la profundidad en la cual se esperaría encontrar las raíces sin limitantes para su crecimiento.

	Pedregosidad en el perfil del suelo
Muy pedregoso	Gran cantidad de pedregosidad de gran tamaño y formas angulosas.
Moderadamente pedregoso	Cantidad moderada de pedregosidad de tamaño medio y formas no tan angulosas.
Poco pedregoso	Poca cantidad de pedregosidad de tamaño pequeño y formas redondeadas.
Sin pedregosidad	No presenta pedregosidad.

Condiciones de humedad en zona radicular

La presencia de alta humedad en la zona radicular está supeditada a la ocurrencia de situaciones como alto nivel freático, baja conductividad hidráulica e inundaciones, entre otros. Con alta humedad desplaza el aire de los poros del suelo y no permite un intercambio gaseoso adecuado produciendo anoxia en zona radicular. Un mayor o menor daño se relaciona con la intensidad de las condiciones adversas, por lo cual la variable tiempo es determinante en este sentido. Se debe considerar la capacidad del cultivo para soportar dichas condiciones adversas ya que hay especies con distintos niveles de adaptación.

	Condiciones de humedad y capacidad del cultivo
Muy húmedo	Las condiciones de exceso de humedad se producen por más de un 60% del periodo vegetativo y el cultivo tiene baja capacidad de adaptación a estas condiciones.
Húmedo	Las condiciones de exceso de humedad se producen durante un 30 al 60% del periodo vegetativo y el cultivo tiene baja capacidad de adaptación a estas condiciones.
Poco húmedo	Las condiciones de exceso de humedad se producen durante un 30 a 5% del periodo vegetativo y el cultivo tiene media capacidad de adaptación a estas condiciones.
Sin humedad	No se presentan condiciones de exceso humedad en zona radicular.

Clases descriptivas del indicador

Profundidad efectiva Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Suelos muy resistentes a la penetración, con alta pedregosidad y/o condiciones muy húmedas.	
Suelos resistentes a la penetración, moderadamente pedregosos y/o condiciones húmedas.	
Suelos moderadamente resistentes, poco pedregosos, y/o poco húmedos.	
Suelos sin resistencia, sin pedregosidad, sin humedad.	

Observaciones

- La sección de control está de acuerdo a la profundidad potencial de cada especie cultivada.
- Condiciones extremas de humedad (suelo seco o muy húmedo), puede afectar la interpretación del indicador.

6. 5. Actividad biológica del suelo

El componente biológico del suelo es fundamental en todos los procesos que ocurren dentro de él, porque guarda una estrecha relación con la condición y salud de las plantas que soporta el suelo.

En el componente biológico se incluyen los microorganismos, mesoorganismos y los macroorganismos, que viven e interactúan directamente con el suelo, haciendo parte de las complejas interacciones tróficas, tanto abajo como arriba del suelo.

La actividad biológica del suelo está determinada por infinidad de condiciones naturales o culturales que afectan su diversidad y dinámica. El uso intensivo de los controles agroquímicos, fertilizantes de síntesis, prácticas de laboreo inadecuadas, falta de cobertura del suelo, el monocultivo entre otras más, hacen que la diversidad y número de organismos disminuyan sensiblemente.

Estas condiciones afectan la actividad de los organismos, la cual se puede sintetizar en el siguiente cuadro:

	Ciclo de Nutrientes y Flujo de Energía	Bioestructuración
Microflora	Mineralización de la MO, inmovilización, respiración.	Cementantes orgánicos, agregación primaria.
Microfauna	Regulación de poblaciones de bacterias y hongos, movilización de nutrientes.	Agregación secundaria junto con la microflora.
Mesofauna	Regulación de poblaciones de bacterias y hongos, movilización de nutrientes, fragmentación de residuos.	Agregados por materia fecal, formación de bioporos, humificación por digestión y mezcla.
Macrofauna	Fragmentación de residuos, relocalización de MO.	Mezcla de partículas orgánicas y minerales, redistribución de MO, formación de bioporos, agregados por materia fecal.

Fuente: Adaptado de Doran y otros, 1994.

Para esta guía se propone tener en cuenta los siguientes criterios diagnósticos para su medición en campo:

Presencia de invertebrados

Se trata de valorar el número de especies y la cantidad de individuos para correlacionar con el buen estado del suelo y la complejidad de las cadenas tróficas existentes.

El método utiliza como sección control un área cuadrada de 50 cm. x 50 cm. en la superficie del suelo de la zona de muestreo, delimitada por un marco de madera, metal o simplemente cuerda, dentro del cual se observa en superficie la presencia de las distintas especies de invertebrados, si es necesario removiendo los fragmentos de residuos vegetales, piedras o suelo para poder observar mejor. Esta observación se debe repetir como mínimo tres veces en la zona de estudio.

Con ayuda de una lupa se podrán observar mejor los organismos pequeños. En general se podrán ver hormigas, ácaros, ciempiés, colémbolos, cochinillas, arañas, larvas de insectos y otros.

	Presencia de invertebrados
Sin presencia	No se observa ningún tipo de invertebrado.
Baja presencia	Se ve muy poca diversidad y número de invertebrados.
Presencia moderada	Se ve fácilmente mayor cantidad y diversidad de invertebrados.
Alta presencia	Se ve gran cantidad y diversidad de los invertebrados.

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

Presencia de lombrices

Su presencia señala de manera indirecta la baja o alta aplicación de agroquímicos y uso de fertilizantes de síntesis química, ya que las lombrices son muy sensibles a estas sustancias. Su función en el suelo es la de consumir materia orgánica fresca, mezclar el suelo, aumentar la porosidad, aumentar la disponibilidad de nutrientes luego de su digestión, formación de *humus* y control de poblaciones de microorganismos.

Su medición en campo se realiza en la misma sección control utilizada para evaluar la presencia de invertebrados. En el área de 50 cm. X 50 cm. se excava el suelo a una profundidad de 30 cm, y se coloca sobre una superficie, preferiblemente sobre un plástico, para proceder a contar los individuos y evidenciar la presencia de túneles. Para facilitar la presencia de las lombrices en la sección control, especialmente cuando el suelo tiene baja humedad, se puede utilizar una solución de agua con mostaza o ají (2 litros), aplicada al suelo. De esta manera la humedad facilita la movilidad de las lombrices y la mostaza o el ají las irrita sin llegar a dañarlas, trasladándose hacia la parte superficial unos 15 minutos luego de la aplicación.

	Presencia de lombrices
Sin presencia	No se observan lombrices ni túneles.
Baja presencia	Se ven muy pocas lombrices y túneles.
Presencia moderada	Se ven fácilmente lombrices y túneles.
Alta presencia	Se ve gran cantidad de lombrices y túneles.

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

Clases descriptivas del indicador

Actividad Biológica del Suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
No se observan invertebrados, lombrices ni túneles.	
Se ven muy pocos invertebrados, lombrices y túneles.	
Presencia moderada de invertebrados, lombrices y túneles.	
Alta presencia de invertebrados, lombrices y túneles.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

Observaciones

- Las condiciones de humedad del suelo son determinantes en la evaluación de la presencia de lombrices.
- Los ciclos de las poblaciones determinadas por el clima, disponibilidad de alimento y otros factores, marcan también la mayor o menor presencia de los invertebrados y lombrices.
- Se recomienda no realizar la medida de este indicador luego de la disturbación del suelo debido al laboreo del mismo.

6.6 Estado de la materia orgánica superficial

Se mide en la sección de control de 50 cm. X 50 cm., dentro de los primeros 5 cm. de profundidad del suelo. Se evalúa el olor, origen y tamaño de las partículas de los residuos orgánicos, teniendo en cuenta la época de su posible depositación, para evidenciar la dinámica del suelo en la descomposición y aportación de materia orgánica.

Clases descriptivas del indicador

Estado de la materia orgánica superficial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Presencia generalizada de residuos poco descompuestos, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable.	
Presencia generalizada de residuos parcialmente descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.	
Presencia generalizada de residuos bien descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

6.7 Cobertura del suelo

La cantidad y permanencia de las coberturas vivas o muertas (residuos orgánicos), son determinantes en el cuidado de la salud del suelo al contribuir a conservar la humedad, disminuir el impacto de la lluvia, regular la temperatura, ser refugio de organismos, reciclar nutrientes, proteger del viento y la escorrentía superficial.

La medición es cualitativa y se realiza mediante observación en la zona de muestreo y estimando el porcentaje del suelo que se encuentra con cobertura, teniendo en cuenta la duración de la cobertura durante un ciclo anual.

Clases descriptivas del indicador

Cobertura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
La totalidad del suelo está desnudo durante todo el año.	
El suelo tiene una cobertura entre el 1 al 40% de su área, durante por lo menos 6 meses del año.	
El suelo tiene una cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año.	
El suelo tiene una cobertura mayor del 80% de su área, durante más de 10 meses del año.	

6.8 Aireación del suelo

La aireación del suelo, medida de manera indirecta y cualitativamente en el campo, ofrece un acercamiento a la magnitud de actividad de los organismos del suelo a partir de la disponibilidad de aire para su desarrollo y la formación biológica de poros.

El método propuesto para medir cualitativamente la capacidad de aireación en el suelo, en la zona de control (30 cm), es la prueba de la cal de Hoffer (Jackson, 1964). Este método evidencia la porosidad *in situ*, como el potencial de aireación del suelo y por lo tanto de la disponibilidad de aire en la atmósfera del suelo.

Se utiliza un volumen de 10 ml. de CaCO₃ (Carbonato de calcio, cal agrícola) bien seco y pulverizado, para hacer una suspensión en 50 ml de agua. Con una pala se toma una muestra de suelo a manera de tajada de arriba hacia abajo, la cual se refresca en superficie con el uso de un cuchillo sin realizar presión sobre la cara de la tajada. Se agita la suspensión de CaCO₃ y se colocan varias gotas a lo largo de la muestra. Si la suspensión penetra rápidamente dentro de la muestra, significa que existe alta porosidad y por lo tanto buena aireación.

Clases descriptivas del indicador

Condición de aireación del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Baja aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra muy lentamente la muestra de suelo.	
Aireación media, la suspensión de CaCO ₃ penetra lentamente en la muestra de suelo.	
Buena aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra rápidamente en la muestra de suelo.	

Fuente: Adaptado de Jackson, 1964.

6.9 Control de la erosión

El conjunto de las distintas prácticas de manejo y conservación de suelos, determinan que los factores erosivos como la lluvia, el viento, el agua de escorrentía, realicen un mayor o menor daño sobre la superficie de los suelos.

El control de la erosión se evalúa de manera cualitativa, observando la totalidad de la zona de muestreo, determinando en ella el tipo de erosión (cárcavas, canales, laminar), el porcentaje del área afectada y el porcentaje del horizonte A que se ha perdido. Para este indicador es muy útil contar con una zona similar a la de muestreo, pero en sus condiciones naturales para poder hacer la comparación, en especial para conocer el espesor original del horizonte A.

Clases descriptivas del indicador

Control de la erosión Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Control muy bajo, más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido.	
Control bajo, entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido.	
Control medio, entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido.	
Control alto, no hay muestras de erosión.	

Fuente: Adaptado de USDA, 1993.

6.10. Velocidad de infiltración

La capacidad de infiltración en el suelo está determinada por muchos factores naturales y otros debidos al manejo realizado en la práctica agrícola. Los factores naturales son: la textura, la estructura, el contenido de materia orgánica, el contenido de humedad, el grado de compactación, la pendiente y la cobertura del suelo.

Los factores de manejo que afectan la velocidad de infiltración son: el laboreo del suelo, forma del cultivo (surcos, camas, melgas, otros), densidad del cultivo, entre otros más.

Para este indicador se tendrá solo en cuenta la capacidad de infiltración del suelo sin cobertura. Teniendo presente que hay dos modificadores muy importantes como lo son el laboreo del suelo y el contenido de humedad inicial, se recomienda hacer esta prueba al final de un ciclo de cultivo y en condiciones medias de humedad.

Se requieren como materiales (USDA, 1999): un trozo de tubería de riego (PVC o aluminio) de aproximadamente 6 pulgadas (15,24 cm de diámetro) y 20 centímetros de largo, afilada en uno de sus bordes, un pedazo de tabla, un martillo, un litro de agua, una regla o metro, cronómetro o reloj con segundero.

El procedimiento es el siguiente: seleccionar el sitio de muestreo limpiar hasta dejar el suelo desnudo en un área mayor al diámetro del tubo; colocar el tubo con el filo sobre el suelo, encima el trozo de tabla y golpear con el martillo hasta enterrar el tubo 10 cm. Se coloca la regla recta sobre un borde interior del cilindro; se deposita de manera suave el litro de agua, se mide la altura que alcanza en la regla y se empieza a cronometrar de manera inmediata hasta completar 60 minutos, momento en el cual se lee de nuevo en la regla cuántos centímetros se infiltraron. Se debe tener en cuenta que no necesariamente la mejor evaluación de la clase corresponde a la velocidad "Muy rápido", ya que se deben considerar factores de cultivo, clima y suelos, por los cuales la clase óptima puede ser "Moderada" y recibir el máximo valor del rango.

Se recomienda hacer por lo menos tres repeticiones en la zona de muestreo y utilizar el promedio de las lecturas.

Clases descriptivas del indicador

Velocidad de infiltración Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy Lenta , < 1,5 cm/ hora.	
Lenta, 1,5 – 5,0 cm/ hora.	
Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora.	
Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora.	
Muy rápida, > 50,0 cm/hora.	

Fuente: Adaptado de USDA, 1999.

7. EVALUACIÓN DE LA SALUD DE CULTIVOS

7.1 Apariencia del cultivo

La apariencia del cultivo y en especial el color del follaje, se relaciona con la condición nutricional o fisiológica general. Los factores que pueden afectar la apariencia del cultivo, pueden ser entre otros: condiciones químicas de los suelos, falta o desbalance de nutrientes, condiciones climáticas adversas, problemas de drenaje, toxicidad por sustancias aplicadas tanto de origen químico como natural.

Este indicador se evalúa cualitativamente mediante observación de la apariencia del cultivo en la zona de muestreo.

Clases descriptivas del indicador

Apariencia del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.2 Crecimiento del cultivo

La forma en la cual se desarrolla el cultivo puede señalar distintos problemas relacionados especialmente con el manejo o condiciones adversas de origen natural. Este indicador se evalúa cualitativamente mediante la observación del estado de crecimiento del cultivo en la zona de muestreo, comparando con el patrón normal de crecimiento esperado en la zona o contextos agroecológicos semejantes.

Clases descriptivas del indicador (Guía)

Crecimiento del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo.	
Cultivo más denso pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo.	
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos y firmes. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.3 Resistencia o tolerancia al estrés

Este indicador hace referencia a la capacidad del agroecosistema de soportar y recuperarse luego de la ocurrencia de un factor de estrés. Se consideran como factor de estrés los fenómenos naturales o culturales que ocurren de manera inusual y muy marcada, tal como: épocas de sequía extrema, épocas de lluvias intensas, vientos rápidos, fuego, calor o frío extremo, desnutrición.

Este indicador se evalúa de manera cualitativa y se basa en la información y conocimiento que tienen de los agroecosistemas los productores en años anteriores.

Clases descriptivas del indicador

Resistencia o tolerancia al estrés Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés.	
Moderada resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de estrés, afectando parcialmente su desarrollo.	
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.4 Control incidencia de plagas y enfermedades

La forma en que se maneja el agroecosistema y su relación con los agroecosistemas y ecosistemas circundantes, determina una mayor o menor incidencia de las plagas y las enfermedades. Este nivel de incidencia comprende gran cantidad de variables, como: susceptibilidad genética de las plantas, condiciones ambientales, densidad y arreglo de los cultivos, las condiciones nutricionales, presencia y condiciones para el control biológico, aplicación de sustancias para la prevención y el control, entre otras más.

Este indicador se evalúa de manera cualitativa, a partir de la observación de todo el cultivo dentro de la zona de muestreo, estimando el porcentaje de daño por las plagas y/o las enfermedades, considerando la severidad limitante para las plantas.

Clases descriptivas del indicador

Control incidencia de plagas y enfermedades Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.5 Control de competencia por arvenses

La presencia de las arvenses puede ejercer beneficios o competencia sobre los cultivos de interés en los agroecosistemas. Como beneficios, las arvenses pueden servir de refugio de fauna benéfica, fijación de nitrógeno, protección del suelo, aporte de residuos orgánicos, efectos alelopáticos positivos, entre otros. Como competencia se puede presentar, disminución de acceso a la luz, competencia por nutrientes y agua en el suelo, efectos alelopáticos negativos, refugio de plagas y enfermedades.

Teniendo en cuenta que la presencia de arvenses puede cambiar sensiblemente durante el tiempo en razón al manejo que se hace del agroecosistema, es necesario considerar la intensidad de la competencia; es decir, el tiempo durante el cual las arvenses producen un efecto de competencia, en relación a la duración del cultivo y momentos críticos en los cuales la competencia afecta sensiblemente el desarrollo del cultivo. Momentos como la germinación, épocas de baja humedad en el suelo y la cosecha, pueden ser especialmente sensibles en cuanto la presencia de las arvenses.

Por lo tanto, para evaluar este indicador se debe tener en cuenta el periodo vegetativo del cultivo, conocer los posibles efectos negativos por la presencia de las arvenses presentes, conocer los periodos en los cuales se dejan crecer las arvenses, y por último, conocer los momentos críticos del cultivo en los cuales son más sensibles a la competencia de las arvenses.

Este indicador se valora de manera cualitativa, especialmente a partir de la información y conocimiento de los productores.

Clases descriptivas del indicador

Control competencia por arvenses Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Control bajo, las arvenses compiten con los cultivos en el 100% de los momentos críticos.	
Control medio, las arvenses compiten con los cultivos en el 50% de los momentos críticos.	
Control alto, las arvenses no están presentes en los momentos críticos, o están todo el tiempo del cultivo pero no compiten.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.6 Rendimiento

El rendimiento de los cultivos hace referencia a los productos que salen de los predios de cultivo, bien sea para autoconsumo o para venta externa. Dado que el potencial de producción involucra tantas variables, es necesario conocer el comportamiento de los rendimientos locales o regionales para poder contar con un punto de referencia.

A partir de conocer el rendimiento promedio en la zona o región, se compara con los rendimientos obtenidos en las fincas evaluadas, para finalmente expresarse en forma proporcional.

Las unidades de normalización son fundamentales para poder evaluar este indicador y posibilitar comparaciones con agroecosistemas similares. Generalmente los rendimientos se expresan en términos de kilos/hectárea, toneladas/hectárea, pero se pueden utilizar las unidades de normalización usadas localmente.

El promedio de los rendimientos locales se debe referenciar a sistemas de cultivo similares, de manera que se puedan comparar adecuadamente. Factores como la densidad de siembra, variedades, disponibilidad de riego, entre otros afectan este promedio, por lo cual es fundamental basarse en la información obtenida en la Caracterización General (Formato 3) y en la Caracterización Básica de la Finca (Formato 5).

Clases descriptivas del indicador

Rendimiento Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy bajo, el rendimiento es < 60% del promedio local.	
Bajo, el rendimiento está entre 60 - 85% del promedio local.	
Aceptable, el rendimiento está entre 85 - 95% del promedio local.	
Óptimo, el rendimiento es > 95% del promedio local.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.7 Diversidad genética

Este indicador se refiere a la diversidad genética dentro de cada una de las especies cultivadas, de manera que se tiene como deseable tener más de una variedad de cada especie.

Se evalúa el número de variedades por cada cultivo y el porcentaje de participación de cada variedad en el conjunto del cultivo.

Este indicador se puede evaluar de manera cualitativa haciendo la estimación de la participación de cada variedad, o cuantitativamente cuando se tiene información precisa sobre la densidad de siembra de cada variedad por especie cultivada.

Clases descriptivas del indicador

Diversidad Genética Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Baja, solo una variedad por especie cultivada.	
Media, dos variedades por especie cultivada, dominancia > 70% de una variedad.	
Alta, más de dos variedades por especie cultivada, ninguna variedad domina más del 50% en el cultivo.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

7.8 Diversidad específica y espacial de los cultivos

La cantidad de especies cultivadas y su arreglo en el espacio son factores determinantes en la estabilidad del agroecosistema. Como diversidad específica se entiende como el número de especies cultivadas y su proporción entre sí, y la diversidad espacial como la distribución horizontal y vertical en la cual están esas especies.

La distribución horizontal hace referencia al área ocupada por cada especie y la forma en que se organizan para crear el mosaico de cultivo. Se pueden considerar arreglos de cultivo en forma de bloques, franjas, corredores, islas. Entre los cultivos, se pueden sembrar especies asociadas, alternadas, en relevo, entre otras formas.

Verticalmente los cultivos pueden cubrir distintos estratos en razón a su hábito de crecimiento y según la densidad de siembra, compartir el área de cultivo de manera simultánea sin interferir sensiblemente entre ellos.

Para evaluar este indicador se necesita saber el número de especies cultivadas, el área ocupada por cada una, y si están asociadas hay que estimar el porcentaje de ocupación de cada una en la asociación y finalmente clasificar los cultivos según su estrato (herbáceo, arbustivo, arbóreo).

Clases descriptivas del indicador

Diversidad específica y espacial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy baja, una sola especie cultivada.	
Baja, dos especies no asociadas donde una especie ocupa > 70% del área cultivada, o, dos especies asociadas donde una predomina con más del 70% y ocupan igual estrato de cultivo.	
Media, 2 especies no asociadas, con máximo de un 70% del área por una especie, o, dos especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y por lo menos una es arbustiva.	
Alta, > 2 especies no asociadas, con máximo de un 50% del área por especie, o, > 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y son herbáceas, arbustivas y arbóreas.	

7.9 Vegetación natural en el agroecosistema

El área y la forma de la ocupación de las áreas naturales dentro de los agroecosistemas, permiten que los cultivos se beneficien de manera directa por distintos procesos que ocurren en dichas áreas.

Entre otros beneficios se han identificado: refugio y fuente de alimento temporal o permanente para distintos organismos; permite la movilidad de insectos, aves, y otros organismos, entre las zonas naturales y las cultivadas; protección contra inclemencias ambientales; barrera biológica contra la diseminación de plagas y enfermedades; barrera contra la erosión; captación y reciclaje de nutrientes; y otras más.

Para evaluar este indicador se requiere: conocer el área total de la finca (o zona de muestreo); conocer el área ocupada por las formaciones vegetales naturales; la forma en que se presenta el área natural (corredores, franjas dentro del cultivo, parches); y el conjunto de la distribución del área natural (concentrado en una parte de la finca, dispersa en la finca).

Clases descriptivas del indicador

Vegetación natural Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema.	
Baja, < 2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.	
Media, entre un 2 – 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.	
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.	

Fuente: Adaptado de Kabourakis, 1996.

7.10 Sistema de manejo

El sistema de manejo se refiere a las prácticas y especialmente a las sustancias de fertilización, de control de plagas y enfermedades que se utilizan en los cultivos, pero que por su composición y mal manejo pueden afectar negativamente a los cultivos y sistemas naturales vecinos. Según las sustancias utilizadas, los agroecosistemas se ven afectados por su toxicidad, deteriorando significativamente su funcionamiento natural.

El disminuir el uso de las sustancias con ese efecto potencial, permite que el agroecosistema funcione preferencialmente mediante los procesos naturales de control de poblaciones y ciclo de los nutrientes. Igualmente el productor en términos de sostenibilidad, puede aumentar su autonomía mediante la consecución local o elaboración de los insumos necesarios en la misma finca.

Este indicador evalúa el tipo de insumo (orgánico, no orgánico), el porcentaje entre el total de los insumos utilizados diferenciando entre abonos y pesticidas, y su origen (comprado fuera de la finca, elaborado en la finca).

Se requiere para evaluar este indicador la siguiente información: total de kilos y/o litros de pesticidas utilizados durante un ciclo completo de cultivo (para la zona de muestreo); total de kilos de abonos utilizados durante un ciclo completo de cultivo (para la zona de muestreo); clasificar los pesticidas y a los abonos según sean orgánicos o no orgánicos y estimar el porcentaje de los insumos adquiridos fuera de la finca o elaborados dentro de ella.

También se consideran como insumos orgánicos, las fuentes de minerales (carbonatos, sulfatos, otros) que no han sido tratados con sustancias químicas para su obtención o refinamiento.

Clases descriptivas del indicador

Sistema de manejo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)
El 100% de los insumos no son orgánicos y el 100% se compran.	
Entre un 1 – 60% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	
Entre un 60 – 90% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	
Entre un 90-100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	

Fuente: Adaptado de Altieri y Nicholls, 2001.

8. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Calificación de los Valores en Campo

Luego de haber evaluado los 20 indicadores propuestos, los resultados obtenidos se consignan en formatos que permiten visualizar y analizar más fácilmente las condiciones del agroecosistema estudiado.

En el formato **No. 9, EVALUACIÓN DE INDICADORES, Calidad de Suelos**, se relacionan los 10 indicadores con sus respectivas clases descriptivas y rangos, de manera que se califique con solo un número del 1 al 10 en la casilla “Valor en Campo”, del respectivo indicador.

Igualmente en el formato **No. 10, EVALUACIÓN DE INDICADORES, Calidad y Salud de Cultivos**, se relacionan los 10 indicadores con sus respectivas clases descriptivas y rangos, de manera que se califique con solo un número del 1 al 10 en la casilla “Valor en Campo”.

Al final de cada formato (9 y 10), se encuentran las casillas que solicitan hacer la suma de los valores de campo (10 valores para Calidad de Suelos, 10 valores para Calidad y Salud de Cultivos). Este valor es dividido por 10 para obtener un promedio que sirve igualmente para el análisis y comparación con otras evaluaciones donde se use esta misma Guía o para comparar los resultados de una agrupación de fincas en la misma evaluación.

8.2 Selección de Alternativas de Manejo

En el formato **No. 11, SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO**, se hace un resumen de los indicadores evaluados y el valor de campo obtenido, dejando para cada indicador un espacio para señalar una alternativa de manejo y monitoreo.

Una alternativa de manejo y monitoreo debe ser el punto de referencia del productor para planificar actividades más concretas dirigidas a solucionar las deficiencias reveladas por los indicadores (calificaciones bajas). El ejercicio de entender cuáles son las causas por las cuales un indicador obtuvo una calificación baja y cuáles pueden ser las alternativas de manejo y monitoreo que den solución al problema encontrado, debe ser mediante procesos participativos bien sea con cada productor o con el grupo de productores con quienes se hace el ejercicio de evaluación.

Se parte que los productores conocen su agroecosistema, su capacidad de inversión, la posibilidad de hacer cambios en el manejo de sus cultivos, límites de sus recursos productivos y de la mano de obra, entre otros factores que determinan la viabilidad de las alternativas de manejo y monitoreo.

Por otro lado, los técnicos pueden aportar al proceso de identificación de alternativas sugiriendo y explicando posibilidades técnicas, siempre y cuando sea conveniente y en el contexto y lenguaje adecuado.

8.3 Gráfica Calidad de Suelos

En el formato **No. 12 GRÁFICA CALIDAD DE SUELOS**, se utiliza una gráfica de tipo radial con 10 ejes, uno por cada indicador de Calidad de Suelos. Cada eje tiene la escala de 1 a 10, igual que los posibles Valores en Campo.

La forma de graficar es seleccionar el eje del indicador, en su eje buscar el valor correspondiente al valor de campo consignado en el formato No. 7, y colocar un punto en dicho valor. Luego de hacer lo mismo con la totalidad de los 10 indicadores, se obtienen 10 puntos que se pueden unir por una línea formando un polígono con un área determinada.

Un agroecosistema con baja calidad de suelos, de acuerdo a los indicadores utilizados, tendrá un área pequeña del polígono. Por lo contrario, un agroecosistema con alta calidad de suelos, señalará en la grafica un área mayor. El área máxima corresponde al límite de la grafica radial, situación ideal que se da cuando todos los indicadores tienen un valor de campo de 10.

8.4 Gráfica Calidad y Salud de Cultivos

En el formato **No. 13 GRÁFICA CALIDAD Y SALUD DE CULTIVOS**, igualmente utiliza una grafica de tipo radial con 10 ejes, uno por cada indicador de Calidad y Salud de Cultivos. Cada eje tiene la escala de 1 a 10 igual que los Valores en Campo. La forma de graficar e interpretar los resultados es similar a la gráfica de Calidad de Suelos.

8.5 Gráfica para integración de resultados para grupo de productores

Cuando se hace la evaluación a varios productores agrupados por los criterios enunciados en el formato No. 3, los resultados se pueden integrar para evidenciar el comportamiento del grupo respecto a los indicadores evaluados.

Esta integración se hace en el formato **No. 14. INTEGRACIÓN DE RESULTADOS PARA GRUPO DE PRODUCTORES**, donde se puede representar para cada finca (hasta 10 fincas) el valor promedio obtenido para Calidad de Suelos (CS) y Calidad y Salud de Cultivos (CC), mediante una línea vertical que va desde la base de la escala hasta un punto correspondiente al valor promedio obtenido.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

1. Balance de Nutrientes Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Entradas muy deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, el % de balance de cada nutriente es < 60%. O por lo menos dos nutrientes tienen un % de balance > 250%.	1-3	3
Entradas deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, máximo dos nutrientes no compensan las salidas y el % de balance total está entre 60 a 90%. O un nutriente tiene un % de balance > 250%.	3-5	
Equilibrio de las entradas y las salidas, el % de balance de cada nutriente está entre 90 a 150%.	5-8	
Equilibrio en el balance y mejoramiento del contenido de nutrientes, el % de balance de cada nutriente está entre 150 a 250%.	8-10	

2. Balance de Materia Orgánica Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 30%.	1-3	6
Bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 60%.	3-5	
Aporte medio de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica entre 60%.y el 99%.	5-8	
Equilibrio y acumulación de materia orgánica y adecuada utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica es > 100%.	8-10	

3. Estructura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Sin estructura (masiva o granos sueltos) o cualquier tipo de estructura, con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.	1-3	8
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes.	3-5	
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes.	5-8	
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes.	8-10	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

4. Profundidad efectiva Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Suelos muy resistentes a la penetración, con alta pedregosidad y/o condiciones muy húmedas.	1-3	6
Suelos resistentes a la penetración, moderadamente pedregosos y/o condiciones húmedas.	3-5	
Suelos moderadamente resistentes, poco pedregosos, y/o poco húmedos.	5-8	
Suelos sin resistencia, sin pedregosidad, sin humedad.	8-10	

5. Actividad Biológica del Suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
No se observan invertebrados, lombrices ni túneles.	1-3	4
Se ven muy pocos invertebrados, lombrices y túneles.	3-5	
Presencia moderada de invertebrados, lombrices y túneles.	5-8	
Alta presencia de invertebrados, lombrices y túneles.	8-10	

6. Estado de la materia orgánica superficial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Presencia generalizada de residuos poco descompuestos, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable.	1-4	5
Presencia generalizada de residuos parcialmente descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.	4-7	
Presencia generalizada de residuos bien descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.	7-10	

7. Cobertura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
La totalidad del suelo está desnudo durante todo el año.	1-3	3
El suelo tiene una cobertura entre el 1 al 40% de su área, durante por lo menos 6 meses del año.	3-5	
El suelo tiene una cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año.	5-8	
El suelo tiene una cobertura mayor del 80% de su área, durante más de 10 meses del año.	8-10	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 03

8. Condición de aireación del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra muy lentamente la muestra de suelo.	1-4	4
Aireación media, la suspensión de CaCO ₃ penetra lentamente en la muestra de suelo.	4-7	
Buena aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra rápidamente en la muestra de suelo.	7-10	

9. Control de la erosión Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Control muy bajo, más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido.	1-3	2
Control bajo, entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido.	3-5	
Control medio, entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido.	5-8	
Control alto, no hay muestras de erosión.	8-10	

10. Velocidad de infiltración Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy Lenta , < 1,5 cm/ hora.	1-3	3
Lenta, 1,5 – 5,0 cm/ hora.	3-5	
Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora.	8-10	
Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora.	5-8	
Muy rápida, > 50,0 cm/hora.	3-5	

Sumatoria valores en campo.	44
Promedio Calidad de Suelos (sumatoria / 10)	4.4

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

11. Apariencia del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	1-3	2
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	3-5	
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.	5-8	
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional.	8-10	

12. Crecimiento del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo.	1-4	3
Cultivo más denso pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo.	4-7	
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos y firmes. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo.	7-10	

13. Resistencia o tolerancia al estrés Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés.	1-4	4
Moderada resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de estrés, afectando parcialmente su desarrollo.	4-7	
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés.	7-10	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

14. Control incidencia de plagas y enfermedades Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	1-3	5
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	3-5	
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	5-8	
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.	8-10	

15. Control competencia por arvenses Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Control bajo, las arvenses compiten con los cultivos en el 100% de los momentos críticos.	1-4	8
Control medio, las arvenses compiten con los cultivos en el 50% de los momentos críticos.	4-7	
Control alto, las arvenses no están presentes en los momentos críticos, o están todo el tiempo del cultivo pero no compiten.	7-10	

16. Rendimiento Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo, el rendimiento es < 60% del promedio local.	1-3	5
Bajo, el rendimiento está entre 60 - 85% del promedio local.	3-5	
Aceptable, el rendimiento está entre 85 - 95% del promedio local.	5-8	
Óptimo, el rendimiento es > 95% del promedio local.	8-10	

17. Diversidad genética Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja, solo una variedad por especie cultivada.	1-4	10
Media, dos variedades por especie cultivada, dominancia > 70% de una variedad.	4-7	
Alta, más de dos variedades por especie cultivada, ninguna variedad domina más del 50% en el cultivo.	7-10	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 03

18. Diversidad específica y espacial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, una sola especie cultivada.	1-3	4
Baja, dos especies no asociadas donde una especie ocupa > 70% del área cultivada, o, dos especies asociadas donde una predomina con más del 70% y ocupan igual estrato de cultivo.	3-5	
Media, 2 especies no asociadas, con máximo de un 70% del área por una especie, o, dos especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y por lo menos una es arbustiva.	5-8	
Alta, > 2 especies no asociadas, con máximo de un 50% del área por especie, o, > 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y son herbáceas, arbustivas y arbóreas.	8-10	

19. Vegetación natural Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema.	1-3	10
Baja, < 2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.	3-5	
Media, entre un 2 – 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.	5-8	
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.	8-10	

20. Sistema de manejo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
El 100% de los insumos no son orgánicos y el 100% se compran.	1-3	6
Entre un 1 – 60% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	3-5	
Entre un 60 – 90% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	5-8	
Entre un 90-100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.	8-10	

Sumatoria valores en campo	57
Promedio Calidad y Salud de Cultivos (sumatoria / 10)	5.7

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 11
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Calidad de Suelos

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
1. Balance de Nutrientes	3	Hacer análisis de suelos, balancear el compost
2. Balance de Materia Orgánica	6	
3. Estructura del suelo	8	
4. Profundidad efectiva	6	
5. Actividad Biológica del Suelo	4	
6. Estado de la materia orgánica superficial.	5	
7. Cobertura del suelo	3	Seleccionar una especie de cobertura noble compatible con el cultivo
8. Condición de aireación del suelo	4	
9. Control de la erosión	2	Hacer zanja de interceptación de aguas lluvias
10. Velocidad de infiltración	3	Adicionar bentonita en el compost

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo (Ejemplo)

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 11
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

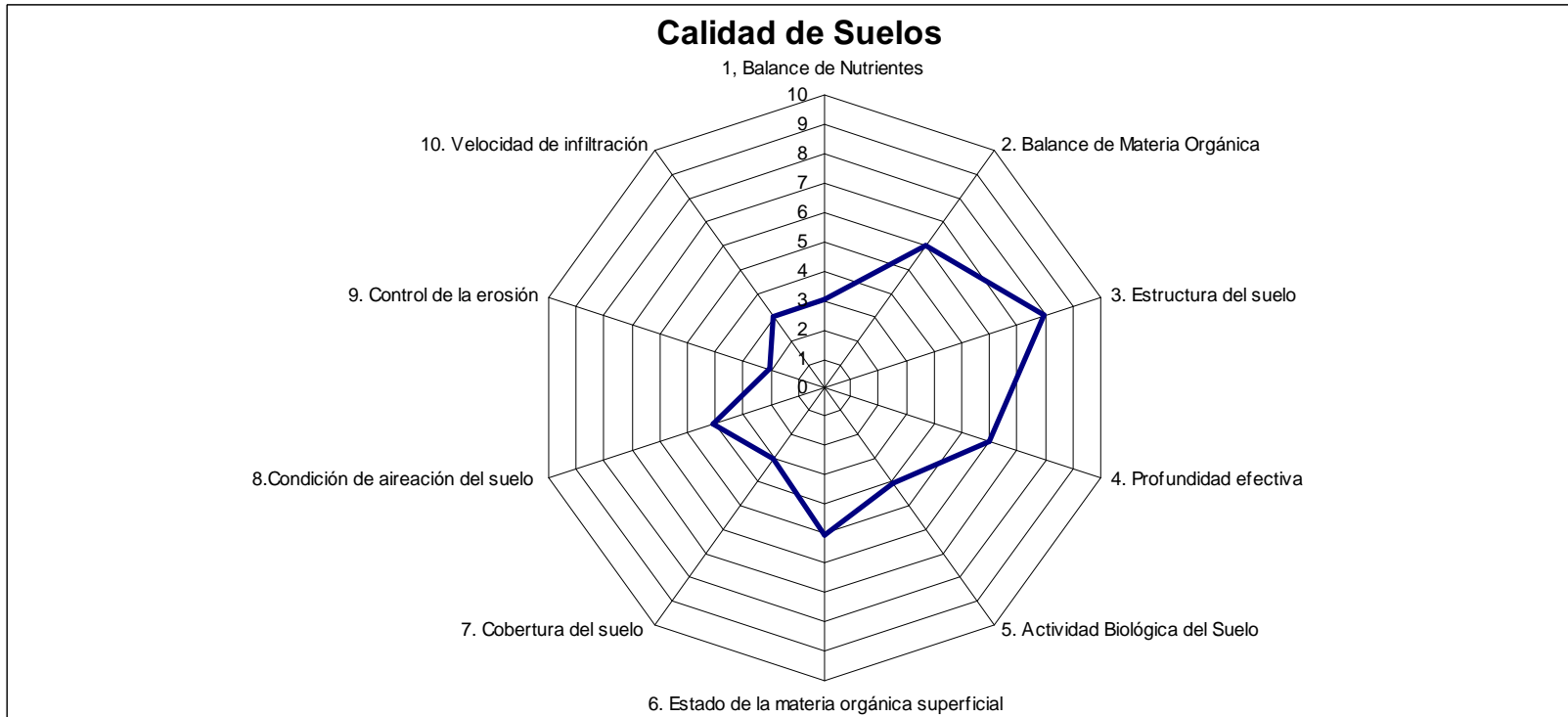
Calidad y Salud de Cultivos

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo
11. Apariencia del Cultivo	2	Revisar dosificación y balance del compost
12. Crecimiento del Cultivo	3	
13. Resistencia o tolerancia al estrés	4	Buscar variedades con resistencia o tolerancia, preparar riego para el verano fuerte
14. Control incidencia de plagas y enfermedades	5	
15. Control competencia por arvenses	8	
16. Rendimiento	5	
17. Diversidad genética	10	
18. Diversidad específica y espacial	4	
19. Vegetación natural	10	
20. Sistema de manejo	6	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados – Gráfica Calidad de Suelos (Ejemplo)

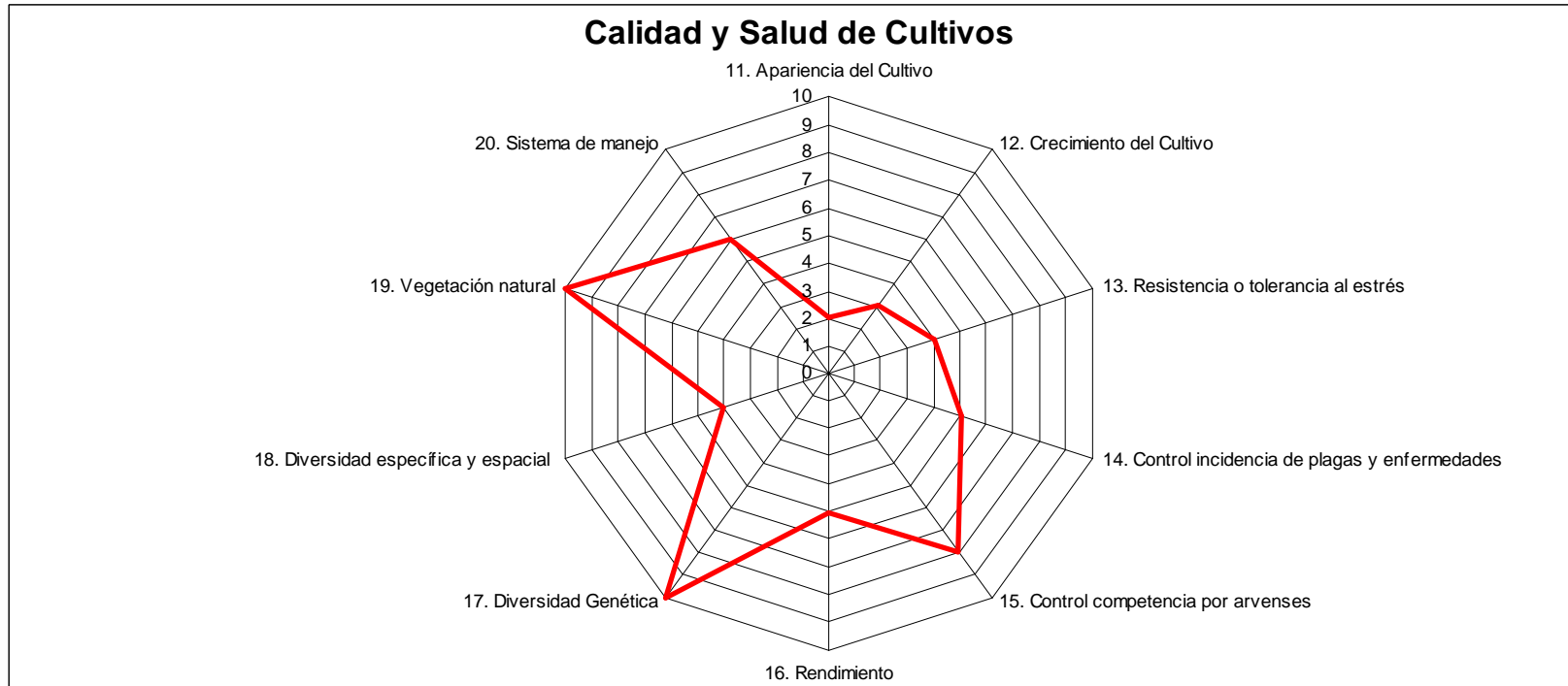
Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 12
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados – Gráfica Calidad y Salud de Cultivos (Ejemplo)

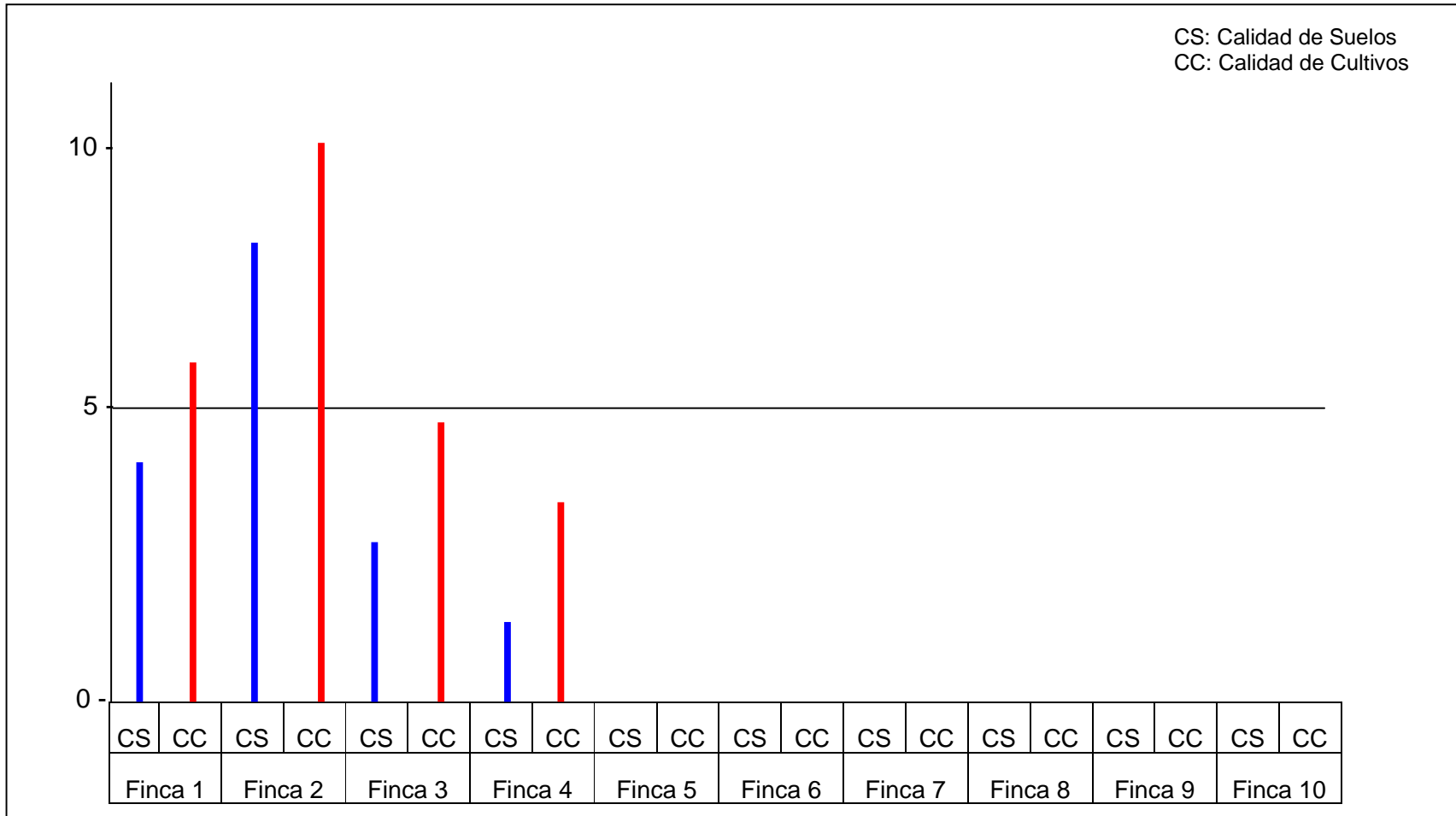
Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 13
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados para Grupo de Productores (Ejemplo)

Región:	Nombre de la Organización:	Formato 14
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



9. FORMATOS (LISTOS PARA USAR)

Se presentan los formatos de aplicación de la Guía en el orden y con los espacios en blanco para que sean copiados y utilizados en campo. Como se ha comentado varias veces a lo largo de este documento, los indicadores, los criterios diagnóstico, las clases descriptivas y los rangos de medición que se presentan en esta Guía, son una propuesta que debe ser ajustada de acuerdo a la gran variedad de factores que hacen de los agroecosistemas unidades particulares.

Lista de formatos

- 9.1 Formato 1. Lista de chequeo del proceso metodológico.
- 9.2 Formato 2. Planificación general.
- 9.3 Formato 3. Caracterización general- grupos de productores.
- 9.4 Formato 4. Caracterización general- mapa general.
- 9.5 Formato 5. Caracterización básica de la finca.
- 9.6 Formato 6. Caracterización de la finca – mapa y zona de muestreo.
- 9.7 Formato 7. Balance de nutrientes.
- 9.8 Formato 8. Balance de materia orgánica.
- 9.9 Formato 9. Evaluación de indicadores – calidad de suelo.
- 9.10 Formato 10. Evaluación de indicadores – calidad y salud de cultivos.
- 9.11 Formato 11. Integración de resultados - selección de alternativas de manejo.
- 9.12 Formato 12. Integración de resultados – gráfica calidad de suelos.
- 9.13 Formato 13. Integración de resultados – gráfica calidad y salud de cultivos.
- 9.14 Formato 14. Integración de resultados para grupos de productores.

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

LISTA DE CHEQUEO DEL PROCESO METODOLÓGICO

Región:	Asociación:	Formato 01
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paso	Actividad	√
Planificación General	Se verificó el proceso de planificación. Formato 2.	
Caracterización General	Se define el contexto geográfico, nivel de aptitud general, grupos de fincas similares, mapa general. Formato 3.	
Objetivos	Los productores identifican y determinan los objetivos de la aplicación de la metodología.	
Definición del tipo de evaluación	Se acuerda hacer una evaluación puntual, dinámica, individual o comparativa.	
Selección de Indicadores	Se seleccionan los indicadores más pertinentes, se escogen las técnicas de medición.	
Ajuste de las clases descriptivas	Se ajustan las clases descriptivas a los rangos de evaluación teniendo en cuenta particularidades de los usos agrícolas de la zona.	
Caracterización de la Finca	Se toman los datos básicos, se hace un croquis de la finca, se escoge la zona de muestreo, se anotan los manejos y otras características generales. Formato 4.	
Evaluación de los Indicadores	Se evalúan los indicadores según los rangos seleccionados, en zona de muestreo escogida y en el número de repeticiones estimadas. Formatos 5 y 6.	
Análisis y presentación de resultados	Se realizan las sumas de las mediciones, se interpretan las debilidades y fortalezas, se acuerda la forma de presentar y se realiza la presentación de resultados. Formatos 7 y 8.	
Selección de alternativas de manejo y monitoreo	De acuerdo a los resultados obtenidos analizar y seleccionar las alternativas de manejo y de monitoreo estimadas para mejorar la gestión.	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

PLANIFICACIÓN GENERAL

Región:	Asociación:	Formato 02
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paso	Actividad	√
Contactos y comunicación	Se realizan los contactos formales y se establece un canal de información que permita la organización de las actividades. Se busca información general sobre la zona, actividades productivas, características culturales, otros.	
Participantes	Están identificados los productores interesados en utilizar la metodología, los técnicos locales que realizan acompañamiento, representantes de la administración local, otros posibles participantes. Recolectar información sobre experiencias anteriores de trabajo en grupo de los productores, experiencia productiva, y características especiales asociadas al manejo de los agroecosistemas.	
Herramientas participativas	Se cuenta con la base teórica y práctica de distintas herramientas y dinámicas participativas que apoyan la implementación de la metodología. Se conocen las necesidades de tiempo, personal, materiales y otros, para la utilización de las herramientas participativas.	
Equipos, herramientas de campo, materiales	Se estiman las necesidades de equipos, herramientas de campo y materiales, teniendo en cuenta la posible disponibilidad en la zona de trabajo, el transporte, el acceso a la zona de trabajo, tamaño del grupo de productores y fincas a trabajar.	
Locaciones y facilidades	Se identifica y confirma la disponibilidad de locaciones para realizar los trabajos participativos con los productores, disponibilidad de energía, equipos y herramientas audiovisuales, alojamiento, alimentación, servicios, otros, según sea el caso.	
Programación Inicial	Con la información anteriormente colectada, se realiza una planificación inicial determinando fechas, lugares, horas de trabajo, actividades, participantes, materiales, equipos y demás aspectos relevantes.	
Estimación de costos	Se realiza la valoración económica de las actividades propuestas en la programación inicial y se asegura la disponibilidad oportuna.	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN GENERAL- Grupos de Productores

Región:	Asociación:	Formato 03
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Paisaje y Clima	Actividad Principal	Cultivo principal	Tamaño de Fincas	Orientación	No. Productores

Opciones

Montaña	Cálido	Agrícola	Nombrar la principal especie cultivada. Si la actividad es pecuaria nombrar los pastos.	Grande	Convencional
Colina	Medio	Pecuaria		Mediana	Transición
Valle	Frío	Integrada		Pequeña	Ecológica
Planicie		Otros		Otras	Otras
Otros					

Total =

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN BÁSICA DE LA FINCA

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 05
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Características	Descripción
Paisaje y relieve	
Precipitación, temperatura, estaciones, tipo o periodos climáticos	
Tamaño de la finca, mano de obra, destino de la producción	
Actividad principal, cultivos más importantes y rotaciones	
Orientación de la producción, tiempo bajo esta orientación	
Laboreo del suelo, frecuencia, equipos, herramientas	
Tipo de riego, frecuencia, fuente de agua	
Pesticidas, frecuencia, objetivo de control	
Fertilizantes y abonos, tipo, cantidad, forma de aplicación	
Eventos anteriores, inundaciones, fuego, tala, otros	
Problemas reconocidos, salinidad, acidez, zonas húmedas, plagas, enfermedades, herbáceas	
Selección y delimitación de la zona de estudio (parcela, lote, toda la finca)	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

CARACTERIZACIÓN DE LA FINCA – Mapa y zona de muestreo en la finca

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 06
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE NUTRIENTES

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 07
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Entradas (año)

	Insumo	A.	B.	C.	D.	E. Suma
1	Cantidad usada (kg/año)					
2	% materia seca (%)					
3	Cantidad en materia seca (kg/año) 1x2					
4	% de nitrógeno (%N)					
5	%de fósforo (%P)					
6	% de potasio (%K)					
7	Entrada nitrógeno (kg/año) 3x4					
8	Entrada fósforo (kg/año) 3x5					
9	Entrada de potasio (kg/año) 3x6					

Salidas (año)

	Producto	1.	2.	3.	4.	5. Suma
1	Producción (kg/año) (dos cosechas)					
2	% materia seca (%)					
3	Producción en materia seca (kg/año) 1x2					
4	% de nitrógeno (%N en materia seca)					
5	%de fósforo (%P en materia seca)					
6	% de potasio (%K en materia seca)					
7	Salida nitrógeno (kg/año) 3x4					
8	Salida fósforo (kg/año) 3x5					
9	Salida potasio (kg/año) 3x6					

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE NUTRIENTES

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 07
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

Balance anual de nutrientes

	Suma entradas nitrógeno (kg/año) 3x4	Suma entradas fósforo (kg/año) 3x5	Suma entradas potasio (kg/año) 3x6	Σ Entradas NPK (kg/año)
1. ENTRADAS				
	Suma salidas nitrógeno (kg/año) 3x4	Suma salidas fósforo (kg/año) 3x5	Suma salidas de potasio (kg/año) 3x6	Σ Suma salidas NPK (kg/año)
2. SALIDAS				
	NITRÓGENO (Kg/año)	FÓSFORO (Kg/año)	POTASIO (kg/año)	NPK (kg/año)
BALANCE (entradas menos salidas)				
% de Balance (1/2)x 100				

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 08
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

ENTRADAS (Humificación de aportes de materia orgánica)

	Fuente	1.	2.	3.	4.	Suma
1	Cantidad aportada (kg/año)					
2	% materia seca (%)					
3	Cantidad en materia seca (kg/año) 1x2					
4	% MO en materia seca					
5	Cantidad de MO (kg/año) 3x4					
6	Coefficiente isohúmico K1					
7	Total MO formada (kg/año) 5x6					

SALIDAS (Mineralización de la materia orgánica del suelo)

		Valor
1	Área del suelo estudiado (metros ²)	
2	Profundidad de muestreo del suelo (metros)	
3	Volumen de suelo (metros ³) 1x2	
4	Densidad aparente del suelo (t / m ³)	
5	Peso del suelo (kilos) 3 x 4 x 1.000	
6	% de suelo seco (%)	
7	Peso de suelo seco (kilos) 5 x 6	
8	% de materia orgánica del suelo	
9	Total de materia orgánica del suelo (kilos) 7 x 8	
10	Coefficiente de mineralización k2	
11	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año) 9 x 10	

BALANCE DE MATERIA ORGÁNICA

Kilos %

1	Sumatoria totales de MO formada (kg/año)		
2	Total de materia orgánica mineralizada (kg/año)		
3	Balance de materia orgánica 1 – 2 y 1/2 (para el %)		

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

1. Balance de Nutrientes Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Entradas muy deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, el % de balance de cada nutriente es < 60%. O por lo menos dos nutrientes tienen un % de balance > 250%.		
Entradas deficitarias o desbalanceadas de nutrientes mayores, máximo dos nutrientes no compensan las salidas y el % de balance total está entre 60 a 90%. O un nutriente tiene un % de balance > 250%.		
Equilibrio de las entradas y las salidas, el % de balance de cada nutriente está entre 90 a 150%.		
Equilibrio en el balance y mejoramiento del contenido de nutrientes, el % de balance de cada nutriente está entre 150 a 250%.		

2. Balance de Materia Orgánica Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 30%.		
Bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica menor al 60%.		
Aporte medio de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica entre 60%.y el 99%.		
Equilibrio y acumulación de materia orgánica y adecuada utilización de residuos de cultivos, % de balance de materia orgánica es > 100%.		

3. Estructura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Sin estructura (masiva o granos sueltos) o cualquier tipo de estructura, con grado débil, tamaño muy fino y poco consistentes.		
Sin estructura o granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado débil a moderado, tamaño fino a medio y poco consistentes.		
Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado moderado a fuerte, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes.		
Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, con grado fuerte, y tamaño grande, muy grande y consistentes.		

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

4. Profundidad efectiva Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Suelos muy resistentes a la penetración, con alta pedregosidad y/o condiciones muy húmedas.		
Suelos resistentes a la penetración, moderadamente pedregosos y/o condiciones húmedas.		
Suelos moderadamente resistentes, poco pedregosos, y/o poco húmedos.		
Suelos sin resistencia, sin pedregosidad, sin humedad.		

5. Actividad Biológica del Suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
No se observan invertebrados, lombrices ni túneles.		
Se ven muy pocos invertebrados, lombrices y túneles.		
Presencia moderada de invertebrados, lombrices y túneles.		
Alta presencia de invertebrados, lombrices y túneles.		

6. Estado de la materia orgánica superficial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Presencia generalizada de residuos poco descompuestos, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable.		
Presencia generalizada de residuos parcialmente descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.		
Presencia generalizada de residuos bien descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable.		

7. Cobertura del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
La totalidad del suelo está desnudo durante todo el año.		
El suelo tiene una cobertura entre el 1 al 40% de su área, durante por lo menos 6 meses del año.		
El suelo tiene una cobertura entre el 40 al 80% de su área, durante por lo menos 10 meses del año.		
El suelo tiene una cobertura mayor del 80% de su área, durante más de 10 meses del año.		

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad de Suelo

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 09
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 03

8. Condición de aireación del suelo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra muy lentamente la muestra de suelo.		
Aireación media, la suspensión de CaCO ₃ penetra lentamente en la muestra de suelo.		
Buena aireación, la suspensión de CaCO ₃ penetra rápidamente en la muestra de suelo.		

9. Control de la erosión Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Control muy bajo, más del 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 75 al 100% del horizonte A se ha perdido.		
Control bajo, entre el 20 y el 40% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 50 al 75% del horizonte A se ha perdido.		
Control medio, entre el 5 y el 20% de la zona de muestreo presenta cárcavas o canales y/o entre el 25 al 50% del horizonte A se ha perdido.		
Control alto, no hay muestras de erosión.		

10. Velocidad de infiltración Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy Lenta , < 1,5 cm/ hora.		
Lenta, 1,5 – 5,0 cm/ hora.		
Moderada, 5,0 – 15,5 cm/hora.		
Rápida, 15,5 – 50,0 cm/hora.		
Muy rápida, > 50,0 cm/hora.		

Sumatoria valores en campo.	
Promedio Calidad de Suelos (sumatoria / 10)	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

11. Apariencia del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		
Entre un 20 al 50% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		
Entre un 1 al 20% del cultivo presenta clorosis generalizada y/u otro síntoma severo de deficiencia o desbalance nutricional.		
El cultivo no presenta ningún signo de clorosis o problema nutricional.		

12. Crecimiento del Cultivo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Cultivo poco denso, de crecimiento pobre. Tallos y ramas cortas y quebradizas. Casi no hay crecimiento de follaje nuevo.		
Cultivo más denso pero no muy uniforme, con ramas y tallos delgados. Se evidencia crecimiento no uniforme de follaje nuevo.		
Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos y firmes. Se evidencia crecimiento uniforme de follaje nuevo.		

13. Resistencia o tolerancia al estrés Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera luego de un factor de estrés.		
Moderada resistencia y tolerancia, el cultivo no se recupera totalmente luego de un factor de estrés, afectando parcialmente su desarrollo.		
Alta resistencia y tolerancia, el cultivo se recupera totalmente luego de un factor de estrés.		

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 02

14. Control incidencia de plagas y enfermedades Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Más del 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.		
Entre un 20 a 50% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.		
Entre un 5 a 20% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.		
Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades.		

15. Control competencia por arvenses Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Control bajo, las arvenses compiten con los cultivos en el 100% de los momentos críticos.		
Control medio, las arvenses compiten con los cultivos en el 50% de los momentos críticos.		
Control alto, las arvenses no están presentes en los momentos críticos, o están todo el tiempo del cultivo pero no compiten.		

16. Rendimiento Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy bajo, el rendimiento es < 60% del promedio local.		
Bajo, el rendimiento está entre 60 - 85% del promedio local.		
Aceptable, el rendimiento está entre 85 - 95% del promedio local.		
Óptimo, el rendimiento es > 95% del promedio local.		

17. Diversidad genética Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Baja, solo una variedad por especie cultivada.		
Media, dos variedades por especie cultivada, dominancia > 70% de una variedad.		
Alta, más de dos variedades por especie cultivada, ninguna variedad domina más del 50% en el cultivo.		

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 10
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 03

18. Diversidad específica y espacial Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, una sola especie cultivada.		
Baja, dos especies no asociadas donde una especie ocupa > 70% del área cultivada, o, dos especies asociadas donde una predomina con más del 70% y ocupan igual estrato de cultivo.		
Media, 2 especies no asociadas, con máximo de un 70% del área por una especie, o, dos especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y por lo menos una es arbustiva.		
Alta, > 2 especies no asociadas, con máximo de un 50% del área por especie, o, > 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y son herbáceas, arbustivas y arbóreas.		

19. Vegetación natural Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
Muy baja, no hay áreas naturales en el agroecosistema.		
Baja, < 2 % del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores y concentrada en una sola parte de la finca.		
Media, entre un 2 – 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.		
Alta, > 4% del área total de la finca es vegetación natural, en forma de corredores, franjas y parches y dispersos en varias partes de la finca.		

20. Sistema de manejo Clases descriptivas	Rangos (del 1 al 10)	Valor en campo
El 100% de los insumos no son orgánicos y el 100% se compran.		
Entre un 1 – 60% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.		
Entre un 60 – 90% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.		
Entre un 90-100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca.		

Sumatoria valores en campo	
Promedio Calidad y Salud de Cultivos (sumatoria / 10)	

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados - Selección de Alternativas de Manejo

Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 11
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01

Calidad de Suelos

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo

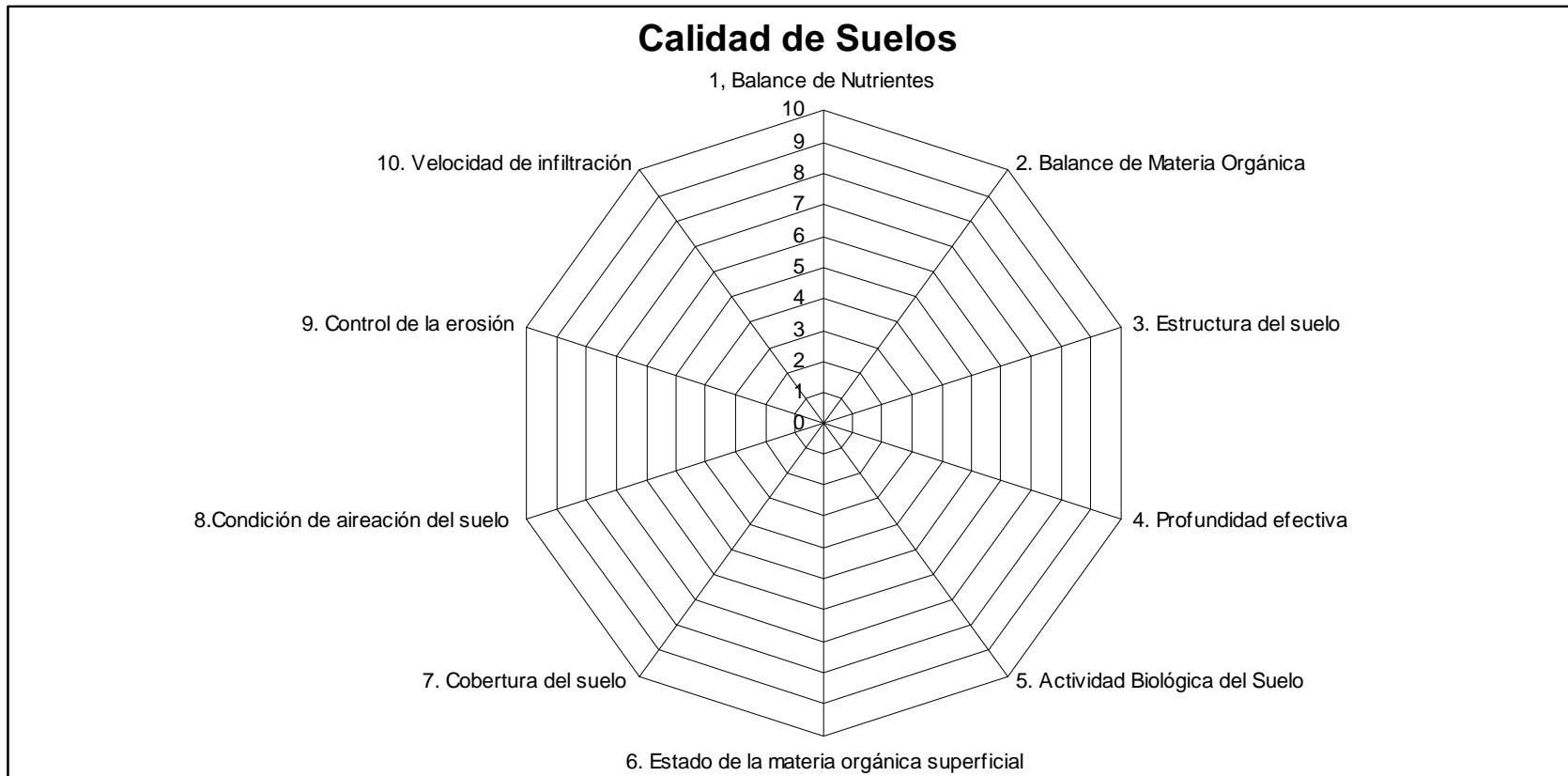
Calidad y Salud de Cultivos

Indicador	Valor en Campo	Alternativas de Manejo y Monitoreo

SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados – Gráfica Calidad de Suelos

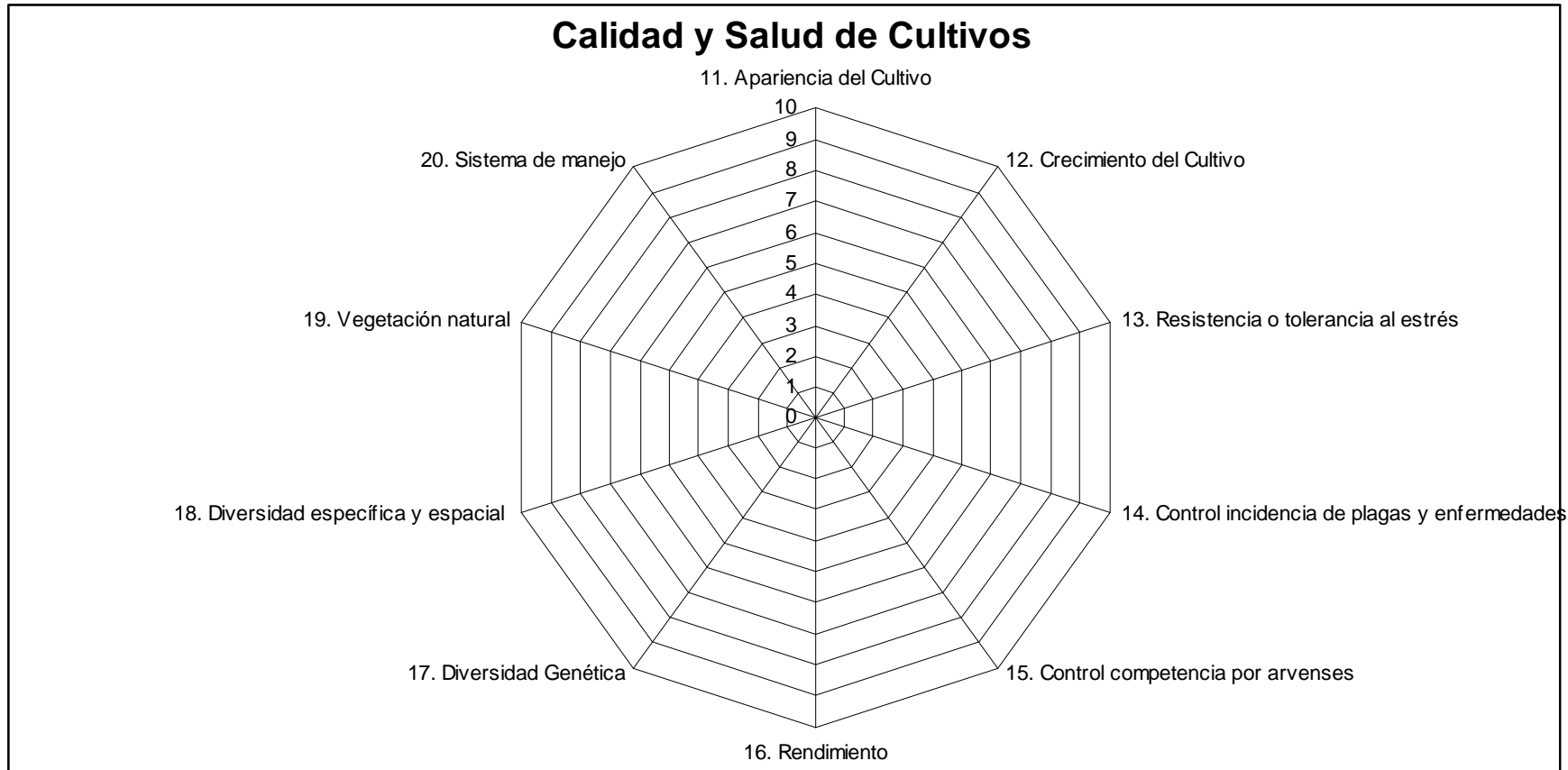
Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 12
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados – Gráfica Calidad y Salud de Cultivos

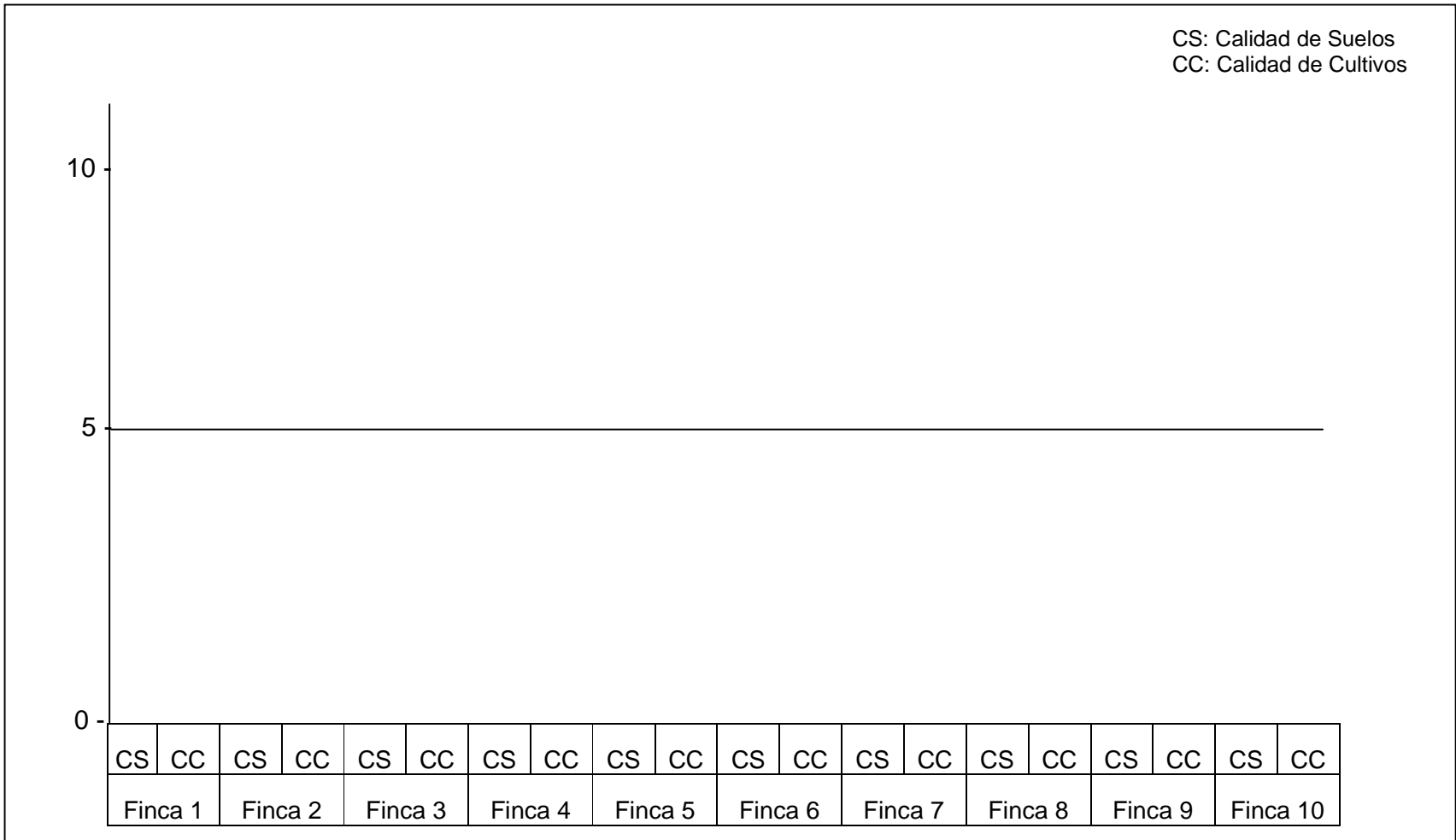
Nombre del Productor:	Nombre de la Finca:	Formato 13
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



SISTEMA AGROECOLÓGICO RÁPIDO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SUELO Y SALUD DE CULTIVOS

Integración de Resultados para Grupo de Productores

Región:	Nombre de la Organización:	Formato 14
Fecha de elaboración:	Quien elaboró:	Página 01



10. DOCUMENTOS DE SOPORTE

10.1 Indicadores para evaluación rápida de cultivos de café

	Indicadores
Calidad del suelo	<ol style="list-style-type: none">1. Estructura y textura2. Compactación e infiltración3. Profundidad del suelo4. Estado de residuos5. Color, olor y MO6. Retención de humedad7. Desarrollo de raíces8. Cobertura del suelo9. Erosión10. Actividad biológica
Salud del cultivo	<ol style="list-style-type: none">1. Apariencia2. Crecimiento del cultivo3. Tolerancia al estrés4. Incidencia de enfermedades5. Competencia por malezas6. Rendimiento actual/potencial7. Diversidad genética8. Diversidad vegetal9. Diversidad natural circundante10. Sistema de manejo.

Fuente: Altieri y Nicholls, 2001.

10.2 Indicadores de calidad de suelos y cultivo en plantación de soja

	Indicadores
Calidad del suelo	1. Estabilidad de la estructura
	2. Retención de la humedad
	3. Velocidad de infiltración
	4. Espesor del horizonte A
	5. Descomposición de los residuos
	6. Cobertura del suelo
	7. Contenido de materia orgánica
	8. Contenido de fósforo disponible
	9. Erosión (eólica e hídrica)
	10. Capacidad de intercambio catiónico
Salud del cultivo	1. Estado nutricional del cultivo
	2. Crecimiento del cultivo
	3. Competencia por malezas
	4. Rendimiento actual
	5. Índice de cosecha
	6. Balance de nutrientes o disponibilidad
	7. Número de nódulos por planta
	8. Peso seco de nódulos por planta
	9. Biomasa seca parte aérea soja
	10. Biomasa seca raíces

Fuente: Rivero y otros, 2002.

10.3 Coeficientes isohúmicos k₁ para diferentes fuentes de materia orgánica

Tabla 25. Coeficientes isohúmicos K₁ de diferentes residuos vegetales y abonos orgánicos según diferentes autores (Labrador, 1996)

Especie	Autor			
	Soltner (1990)	Muller (1982)	Boiffin et al. (1986)	Delas y Molot (1983)
Trigo/cebada/avena				
-raíces	0,15	0,08	0,15	-
-partes aéreas	0,15	0,08	0,08	0,14
Maíz				
-raíces	0,15	0,06	0,15	-
-partes aéreas	0,08	0,06	0,12 ⁽²⁾	0,20
Remolacha				
-raíces	0,15	-	0,15	-
-partes aéreas	-	0,04	-	-
Patata				
-raíces	0,15	-	0,15	-
-partes aéreas	-	-	-	-
Colza				
-raíces	0,15	0,10	0,15	-
-partes aéreas	0,15	0,10	-	-
Restos de prados				
	-	0,15	-	-
Guisante/judía/haba				
-raíces	0,15	-	0,15	-
-partes aéreas	0,08	-	0,08	-
Lino				
-raíces	0,15	-	-	-
-partes aéreas	0,20	-	-	-
Abono verde				
-raíces	0,15	-	0,15	-
-partes aéreas	0,05-0,08 ⁽¹⁾	0,01	0	-
Alfalfa				
-raíces	0,20	-	0,15	-
-partes aéreas	0,12	0,15	0,12	-
Abonos orgánicos				
- Estiércol bien maduro	0,50	0,30-0,50	0,30	0,32
- Estiércol semimaduro	0,40	-	0,30	0,32
- Estiércol fresco con paja	0,25	0,20-0,40	0,30	0,32
- compost RSU	0,25	-	-	-
- lodos EDAR	0,20	-	0,20	-
- turba	1	-	-	-
- sarmientos/orujo	-	-	-	0,37
- restos forestales	-	-	-	0,31

⁽¹⁾ Según que el abono verde contenga mucha o poca lignina

⁽²⁾ 0,10 para la base de los tallos del maíz no recolectados para ensilar

Fuente: Labrador, 1996, citado en Ribó M, 2004.

10.4 Extracción de nutrientes por diferentes cultivo

Tabla 1. Extracciones de macronutrientes obtenidas por diferentes autores

Cultivo	Rendimiento (t/ha m.f.)	Elementos extraídos (kg/ha)				Fuente
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Aicachofa						
Total	23,9	229	104	478	31	Anstett (1965)
Capitulos	-	80	34	108	14	cv. Gros Vert de Laon
Total	22,5	271	87	575	62	Pomares y Tarazona (1995)
Capitulos	-	75	29	115	16	cv. Blanca de Tudela
Apio						
Cosecha	80,5	196	146	560	19	Prats (1970) cv. Dorado barbier
Cosecha	20	130	50	200	--	Jacob y Von Uesküll (1973)
Brócoli						
Total	--	559	53	868	--	Magnífico (1979)
Pellas	32,3	59	9	172	--	
Total	--	153	48	208	18	Shelp y Liu (1992)
Pellas	--	32	11	35	3	
Cebolla						
Bulbos	31,8	116	44	144	29	Prats (1970) cv. Taif de Vaugirard
Bulbos	30	80	40	120	--	Jacob y Von Uesküll (1973)

Tabla 1. Extracciones de macronutrientes obtenidas por diferentes autores (Continuación)

Cultivo	Rendimiento (t/ha m.f.)	Elementos extraídos (kg/ha)				Fuente
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Coliflor						
Total	--	198	66	295	22	Anstett (1965)
Pellas	37,5	151	47	227	17	Coliflor de verano
Total	--	363-373	68-103	291-373	53-56	Casas (1994)
Pellas	44-47	108-125	27-36	107	8-9	Coliflor de otoño. Goteo.
Hinojo						
Bulbos	--	55	20	120	--	Fersini (1976)
Judía verde						
Total	35,9	174	48	198	10	Anstett (1965)
Total	22,4	135-219	7,8-13,5	58-62	6	Knott (1962)
Lechuga Iceberg						
Primavera	--	80	27	195	20	Rincon (1991)
Invierno	--	95	36	244	25	
Lechuga Little gem						
Invierno	11,8	16,7	7,7	31,4	--	Pomares (2003)
Invierno	13,5	17,2	8	32,3	--	
Lechuga Romana						
Otoño	67,9	136	44	246	33	Corbí (1993)
Otoño	75,6	113	46	193	18	
Maíz dulce						
Mazorcas	20,9	85,0	37,5	59,4	--	Pomares (2003)
Mazorcas	19,8	86,2	33,7	58,4	--	
Mazorcas	26,5	111	56,5	81	--	
Patata						
Total	83,4	234	24,3	339	33,8	Tarazona (1992) 2 cv. Jaerla y Desireé
Total	95,6	274	32,7	480	63,1	
Tubérculos	27	224	50	291	30	Knott (1962)
Pimiento						
Frutos	13,4	111	17,2	136	34	Millar (1979) Var. Keystone Resistant Giant
Frutos	54	201	56	269	40,6	INFULVEC (1970) cv. Pimiento dulce de las Landas

Tabla 1. Extracciones de macronutrientes obtenidas por diferentes autores (Continuación)

Cultivo	Rendimiento (t/ha m.f.)	Elementos extraídos (kg/ha)				Fuente
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	
Sandía						
Frutos	33,2	84	42	81	54	Quesada (1990)
Frutos	58-95	148-206	26-39	282-347	44-58	Barona (1994)
Tomate						
Frutos	60	136	55	232	36	Ansbett (1965)
Frutos	50	290	96	680	76	cv. Moneymaker Cornillon (1974)

Fuente: Ribó, 2004

10.5 . Porcentaje de mineralización de nitrógeno para varios residuos de cultivos y otras fuentes.

Residuo de Cultivo/ Abono verde/Estiércol	Coefficiente (en %) de mineralización de N en el primer año
Lechuga	50
Papa	50
Veza	50
Alcachofa	30
Sandía	30
Coliflor	30
Pimiento	30
Tomate	30
Judías verdes	30
Estiércol bovino	20 – 30
Estiércol de ovino	30 – 50
Gallinaza	40 - 60
Compost de lodos de depuradora	20 – 40

Fuente: Ribó, 2004.

10.6 Coeficiente de mineralización de la materia orgánica del suelo.

Coeficiente k2 (x100)	Observaciones	Fuente
0,02	Suelos de regadío del Levante, España	Saña et al., 1996, en Ribó, 2004
0.01 – 0.02	Suelos arcillosos, clima templado	www.unex.es (1)
0.015 – 0.025	Suelos francos, clima templado	www.unex.es (1)
0.02 – 0.03	Suelos arenosos, clima templado	www.unex.es (1)
0.04 – 0.1	Clima cálido	www.unex.es (1)
0.015	Bajo labranza convencional, clima templado	Manual de Sistemas de Labranza para América Latina. INTA-FAO. 1992.
0.005	Bajo labranza mínima, clima templado	Manual de Sistemas de Labranza para América Latina. INTA-FAO. 1992.
0.001	Bajo labranza cero, clima templado	Manual de Sistemas de Labranza para América Latina. INTA-FAO. 1992.

(1) <http://www.unex.es/edafo/GCSP/GCSL3DQPMONecAport.htm>

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso A, Guzmán G. 2006. Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el Olivar ecológico y convencional. En: Revista Agroecología. Vol. 1. Facultad de Biología, Universidad de Murcia, España.
- Altieri MA, Nicholls CI. 2001. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. En: <http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>
- Altieri MA, Nicholls CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. En: Revista DigitalEcosistemás. URL: http://www.revistaecosistemás.net/articulo.asp?id=457yId_Categoria=1ytipo=portada
- Doran JW, Coleman DC, Bezdicsek DF, Stewart BA. 1994. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. Proceedings of Symposium of the Soil Science Society of America in Minneapolis, 1992. Madison, WI, USA.
- Espinoza Y, Malpica L. 2006. Mediciones simples para evaluar el estado de la calidad y salud del suelo bajo pasturas. Revista Digital CENIAP HOY N° 11. INIA-CENIAP. Maracay, Venezuela.
- Ferreira J. 2005. Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados. Dissertação Mestrado em Agroecossistemás. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil.
- Jackson ML. 1964. Análisis químico de suelos. Ediciones Omega. Barcelona, España.
- Kabourakis E. 1996. Prototyping and Dissemination of Ecological Olive Production Systems. A Methodology for Designing and First Step Towards Validation and Dissemination of Prototype Ecological Olive Production System (EOPS) in: Crete. Published doctoral thesis. Wageningen, University, The Netherlands.
- Labrador J, Porcuna J. 2004. Aproximación a las bases técnicas de la Agricultura ecológica. En: Conocimientos, técnicas y productos para la agricultura y ganadería ecológica. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España.
- López-Ridaura S, Másera O, Astier M. 2002. Evaluating the Sustainability of Complex Socio-Environmental Systems. the MESMIS Framework.. In: Ecological Indicators 35 (2002) 1–14. Edit . Elsevier.
- Pérez, M.A. 2000. Evaluación de la sostenibilidad predial en el sistema de producción bovino de leche en la sabana de Bogotá, Colombia. Tesis de Maestría en Agroecología, Universidad Internacional de Andalucía, España.
- Pérez, M.A. 1998. Evaluación de la calidad del suelo. En: Asociación Colombiana de exportadores de flores- ASOCOLFLORES. Memorias del segundo congreso nacional del crisantemo. Rionegro, Colombia.

- Pérez, M.A. 1998. Agroecología y desarrollo rural sostenible. En: Memorias del primer curso de formación en agricultura sostenible. Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales-CIAA. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Rosales F, Pocasangre L, Trejos J, Serrano E, Acuña O, Segura A, Delgado E, Pattison T, Rodríguez W, Staver C. 2006. Guía para el diagnóstico de la calidad y la salud de suelos bananeros. En: Memorias de la Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación e Investigación sobre el Banano en el Caribe y América Tropical. Santa Catarina, Brasil
- Rivero E, Irurtia C, Michelena R. 2002. Indicadores cuantitativos de calidad de suelo y salud de un cultivo de soja en siembra directa. Documento Técnico. INTA, Argentina.
- Ribó M. 2004. Balance de Macronutrientes y materia orgánica en el suelo de agroecosistemas hortícolas con manejo integrado y ecológico. Tesis doctoral. Departamento de Recursos Naturales, Universidad de Valencia. España.
- Rossiter DG, Jimenez A, Van Wambeke A. 1995. Sistema Automatizado para la evaluación de tierras, Manual para usuarios. Cornell University. Ithaca, NY, USA.
- Sárandon SJ. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde. En: Agroecología: el camino hacia una agricultura sostenible. Editor: SJ. Sárandon. Ediciones Científicas Americanas. Cap. 30: 394-414. La Plata, Argentina
- USDA. 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils, Version 2.0. National Soil Survey, Center Natural Resources Conservation Service. USA.
- USDA, 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. National Soil Survey, Center Natural Resources Conservation Service. USA.
- USDA, 2001. Guidelines for Soil Quality Assessment in Conservation Planning. Natural Resources Conservation Service, Soil Quality Institute. Department of Agriculture. USA.