**FORMATO PARA EL DESARROLLO DE COMPONENTE FORMATIVO**

| Programa de formación | Medición de variables ambientales en agroecosistemas |
| --- | --- |

| Competencia | 270412034. Implementar programa de certificación según estándar ecológico y requisitos del mercado | Resultado de aprendizaje | 270412034-2 Monitorear variables ambientales según metodología y procedimiento establecido. |
| --- | --- | --- | --- |

| Número del componente formativo | 02 |
| --- | --- |
| Nombre del componente formativo | Medición de variables ambientales |
| Breve descripción | La medición de variables ambientales inicia con un plan de muestreo que determine el muestreo, el tipo de muestras, el protocolo de análisis y los instrumentos de medición. Luego, se recolecta la información para determinar la calidad del suelo y del agua, y se identifican los organismos bioindicadores del agroecosistema. |
| Palabras clave | bioindicadores, calidad del agua, calidad del suelo, plan de muestreo, recolección de datos |

| Área ocupacional | 7. Ocupaciones de la explotación primaria y extractiva |
| --- | --- |
| Idioma | Español |

1. **Tabla de contenido**

**Introducción**

1. **Plan de muestreo**
   1. Calidad del agua
   2. Calidad del suelo
2. **Instrumentos de medición de variables**
3. **Bioindicadores**

**Introducción**

Para iniciar este componente de formación, por favor observar el siguiente video



Para la elaboración de este componente, se abordaron varios autores conocidos en **variables ambientales**, de quienes se han citado y referenciado conceptos y ejemplos para los fines educativos de esta materia, en el entendido de que el conocimiento es social y, por lo tanto, es para ser usado por quienes necesitan adquirirlo. Se espera que este documento sea útil para todos aquellos, aprendices y lectores en general, que estén interesados en acercarse a asuntos básicos de la **medición de variables ambientales en agroecosistemas**.

**1. Plan de muestreo**

La medición de variables ambientales en un agroecosistema debe partir de un ejercicio de planificación o plan de muestreo, en el que se consideren todos los aspectos asociados al estudio relacionados con las variables a analizar, el tipo de muestras y muestreo, los protocolos, los materiales y equipos requeridos, y consideraciones para analizar la información. Para tal efecto, se deben adelantar, al menos, los siguientes pasos:

| DI\_CF02\_1A\_PlandeMuestreoPasos\_Acordeon |
| --- |

Siguiendo con los pasos para hacer la medición de variables, conocerá la continuación de estos, pero teniendo en cuenta la variable a medir.

**Calidad de suelo:**

| DI\_CF02\_1B\_Plan deMuestreo\_CalidadSuelo\_Sliders |
| --- |

En cuanto a la variable **“calidad del agua”,** es diferente, porque se deben analizar, en lo posible, las fuentes superficiales de agua disponibles, como ríos, nacimientos, lagos, lagunas costeras, que son afectadas por la actividad productiva del agroecosistema, y se aplica el tipo de muestreo según las características de la zona de estudio y de las fuentes disponibles.

Los puntos de muestreo de agua se definen según la fuente:

| CF02\_1C\_Plan deMuestreo\_CalidadAgua\_Sliders |
| --- |



* 1. **Calidad del agua**

La **Calidad del agua** es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua con el contenido de las normas que regulan la materia (IDEAM, 2018).

Las variables o parámetros de calidad de agua recomendados para realizar el monitoreo se describen en el siguiente cuadro:

**Parámetros recomendados para realizar el monitoreo de calidad de agua**



(IDEAM, 2018)

En el siguiente cuadro se describen algunas variables comunes en la medición de la calidad del agua:

| Clasificación | Variable de calidad del agua | Definición |
| --- | --- | --- |
| Variables *in situ* | pH | Número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua. El pH aceptado para agua de uso agrícola está entre 4,5 y 9,0. |
| Conductividad eléctrica (CE) | El grado de salinidad se mide por su conductividad eléctrica. |
| Oxígeno disuelto (ppm) | Cantidad de oxígeno disuelto en el agua y equivale a miligramos por litro (mg/L). Si tenemos una concentración de 5 a 6 ppm, hay oxígeno suficiente para la mayor parte de las especies. Menor de 3 ppm, es dañino para el ecosistema. A partir de este punto hacia abajo, el ecosistema experimenta hipoxia. Menor de 2 ppm, es fatal para la mayor parte de las especies (anoxia). |
| Porcentaje de saturación de oxígeno | Oxígeno disuelto en mg/L, dividido por el 100% del valor de oxígeno disuelto para el agua (a la misma temperatura y presión del aire). |
| Físicos | Sólidos suspendidos totales | Suma de los valores del Total de Sólidos en Suspensión (SST) por punto de muestreo, dividido por el número de puntos de muestreo. Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. |
| Sólidos disueltos totales | Suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua |
| Turbidez | La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión. |
| Materia orgánica | Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | Cantidad de oxígeno requerido para oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua, como resultado de la acción de oxidación aerobia. |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | Cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. |
| Microbiológicos | Coliformes totales | Bacterias gramnegativas, no esporoformadoras, oxidasa negativa, con capacidad de crecimiento aeróbico y facultativamente anaeróbico en presencia de sales biliares, que, a temperatura especificada de 35ºC +/- 2ºC, causan fermentación de lactosa con producción de gas. Poseen la enzima B-galactosidasa. La presencia de valores por encima del número máximo permitido indica contaminación microbiológica del agua. |

Nota. A partir de IDEAM (2018).

Según el alcance del estudio de medición de variables ambientales y de las características del agroecosistema, se pueden adicionar o suprimir parámetros para la medición de la calidad del agua.

* 1. **Calidad del suelo**

La calidad del suelo significa mucho más que la fertilidad. Esta última sólo aborda la disponibilidad de nutrientes para las plantas; sin embargo, un suelo de buena calidad produce adecuados rendimientos, cultivos sanos con menos impacto negativo sobre el agroecosistema. Esto conduce a que el suelo se autorregule, sea resiliente ante eventos adversos (como el clima y la acción del hombre).

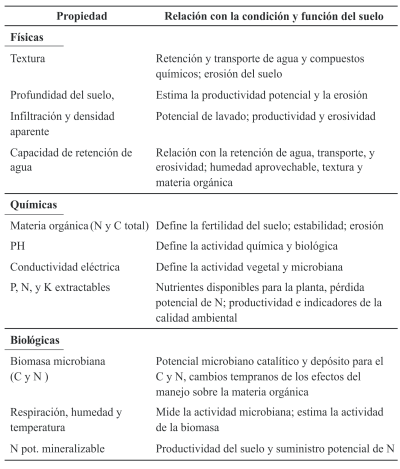
En ese sentido, se podría sintetizar la definición de **calidad del suelo** como la capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de las plantas y los animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat (García *et al.,* 2012).

Para seleccionar los indicadores que hacen parte de las variables de calidad del suelo, se debe cumplir con algunas condiciones (Masera et al., 2000):

* Ser integradores.
* Ser fáciles de medir, basados en información objetiva y fácil de reconocer.
* Ser adecuados al nivel de análisis y al sistema estudiado.
* Ser preferentemente aplicables a un rango de ecosistemas y condiciones.
* Reflejar el atributo de sostenibilidad que se quiere evaluar.
* Ser fáciles de entender.
* Permitir cambios y diferencias entre los sistemas.
* Centrarse en aspectos prácticos y claros.

**Tabla 1**

*Indicadores de calidad de suelo*



Nota. Tomada de Jiménez y González-Quiñones (2006).

* **Toma de la muestra:**

Es necesario considerar qué variable o parámetro se va a medir para realizar la extracción de la muestra:

* **Para un análisis químico:** eliminar la cobertura vegetal, para evitar la contaminación de la muestra, y mezclar las submuestras.
* **Para una caracterización física:** se debe tomar manteniendo las condiciones físicas que tenía estando en el campo, y tomarla cuando el suelo esté en un punto medio de humedad. La herramienta más recomendada es el barreno tipo Uhland, con cilindros de aluminio.

Los resultados de los **indicadores físico-químicos** indican cómo es la relación entre el suelo y la planta, la capacidad de resiliencia y la disponibilidad de nutrientes y microorganismos.

* **Para caracterización biológica:** El muestreo se puede realizar al azar, tomando 10 submuestras de 100 g de suelo, aproximadamente; las submuestras se mezclarán, formando una sola muestra de 1 kg. Cada muestra se empacará en una bolsa plástica estéril y se mantendrá refrigerada dentro de un termo de icopor con hielo (máximo 24 horas), para luego ser transportada al laboratorio y ser procesada; se recomienda acondicionar las muestras desterronando y eliminando los materiales distintos a las partículas de suelo.

Los resultados de los indicadores de caracterización biológica del suelo indican algunas funciones en el suelo (Acevedo, 2004):

* Descomposición de la materia orgánica y mineralización.
* Captura de nitrógeno disuelto en el aire para ponerlo a disposición de las plantas.
* Solubilización de la materia orgánica en minerales asimilables y disponibles para las plantas y otros seres vivos del suelo.
* Mejorar la fertilidad del suelo, al producir proteínas, enzimas, vitaminas, aminoácidos, fitohormonas, entre otras.
* Incorporar oxígeno al suelo.
* Reducción de la población de parásitos por la producción de sustancias repelentes alelopáticas o tóxicas, depredación e invasión del espacio físico.
* Dar fuerza mecánica a la estructura del suelo.
* Desintoxicar el suelo de residuos tóxicos; por ejemplo, los microorganismos son responsables de concentrar materiales radiactivos como el uranio.

**2. Instrumentos de medición de variables ambientales**

Los instrumentos de medición de variables ambientales, en su mayoría, son de uso en laboratorio. Sin embargo, hay equipos, instrumentos y herramientas para la toma de muestras y medición *in situ* de algunas variables.



1. **Bioindicadores**

Los **bioindicadores o indicadores biológicos** incluyen los procesos biológicos, especies o comunidades de organismos usados para evaluar la calidad del medio ambiente y cómo cambia con el tiempo. Los cambios en el medio ambiente se atribuyen a la intervención humana (contaminación, polución, erosión, agricultura) o a procesos naturales (sequías, heladas), aunque los factores antropogénicos que causan más estrés en el medio ambiente son el foco de la investigación sobre bioindicadores (Holt y Miller, 2010).

A continuación, se describen los diferentes **tipos de bioindicadores,** según el tipo de ecosistema de estudio, y algunos ejemplos (Fernández, 2020):



**Síntesis**

Diagrama

Descripción generada automáticamente

**C. Actividades didácticas (opcionales si son sugeridas)**

| Descripción de actividad didáctica | |
| --- | --- |
| Nombre de la Actividad | Secuencia de elementos |
| Objetivo de la actividad | Identificar las actividades principales de un plan de muestreo para determinar la calidad del suelo y del agua. |
| Tipo de actividad sugerida |  |
| Archivo de la actividad  (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | <https://docs.google.com/document/d/1k6MIFPPHYv895FsOCmIXzVkL029_-MoV/edit?usp=drive_web&ouid=118434268304438667250&rtpof=true> |

| Descripción de actividad didáctica | |
| --- | --- |
| Nombre de la Actividad | Aterrizando conceptos sobre las variables ambientales de los agroecosistemas. |
| Objetivo de la actividad | Diferenciar conceptos relacionados con las variables ambientales en los agroecosistemas, su uso e importancia. |
| Tipo de actividad sugerida |  |
| Archivo de la actividad  (Anexo donde se describe la actividad propuesta) | <https://docs.google.com/document/d/1wFTTdxi8cSM4LGrCVJH3F7dxreWbS5sp/edit?rtpof=true> |

**D. Material complementario**

| Punto al que pertenece el material complementario | Referencia APA del Material | Tipo de material  (Video, capítulo de libro, artículo, otro) | Enlace del Recurso o  Archivo del documento o material |
| --- | --- | --- | --- |
| 1.1 Calidad del agua | IDEAM. (2018). *Protocolo de monitoreo del agua*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. | Libro | <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO_MONITOREO_AGUA_IDEAM.pdf> |
| 1.2 Calidad del suelo | SENA. (1986). *Agricultura general : por qué tomar bien una muestra de suelos* [Video].  <https://hdl.handle.net/11404/3766> | Video | <https://hdl.handle.net/11404/3766> |

**E. Glosario**

| Término | Significado |
| --- | --- |
| Bioindicadores | Procesos biológicos, especies o comunidades de organismos usados para evaluar la calidad del medio ambiente y cómo cambia con el tiempo. |
| Calidad del agua | Resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua con el contenido de las normas que regulan la materia. |
| Calidad del suelo | Capacidad del suelo para funcionar dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, sostener la productividad de las plantas y los animales, mantener o mejorar la calidad del aire y del agua, y sostener la salud humana y el hábitat. |
| Plan de muestreo | Ejercicio de planificación en el que se consideran todos los aspectos asociados al estudio de variables ambientales en el agroecosistema, como el tipo de muestras y muestreo, los protocolos, los materiales y equipos requeridos, y consideraciones para analizar la información. |
| Recolección de datos | Proceso en el que se obtienen los resultados de la toma y procesamiento de muestras del suelo y del agua, y de la identificación de los bioindicadores del agroecosistema. |

**F. Referencias bibliográficas**

Acevedo, A. (2004). *Agricultura Sustentable*. Silueta Ediciones.

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca [CVC]. (2015). *Guía: Evaluación y monitoreo de los suelos*. <https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/0130_Caracterizacion%20y%20Balance%20de%20los%20Recursos%20Naturales%20y%20sus%20Actores%20Sociales%20Relevantes/Guias/GU.0130.09%20Evaluacion%20y%20monitoreo%20de%20suelo.pdf>

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (s. f.). *Química Analítica*. Gov.co. <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/servicios-de-laboratorio/qu%C3%ADmica-anal%C3%ADtica>

Fernández, L. (2020). *Bioindicadores: qué son, tipos y ejemplos*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/bioindicadores-que-son-tipos-y-ejemplos-2846.html>

Galindo-Leva, L., Constantino-Chuaire, L., Benavides-Machado, P., Montoya-Restrepo, E. y Rodríguez-Valencia, N. (2012). Evaluación de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en quebradas de fincas cafeteras de Cundinamarca y Santander, Colombia. *Revista Cenicafé, 63*(1), p. 70-92. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/514/1/arc063%281%2970-92.pdf>

García, Y., Ramírez, W. y Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes, 35*(2), p. 125-138. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942012000200001&lng=es&tlng=es>

González, L. y Lozano, L. (2004). Bioindicadores como herramienta de evaluación de la calidad ambiental en la parte alta de la microcuenca las delicias. *Umbral Científico*, (5), p. 73-82. <https://www.redalyc.org/pdf/304/30400510.pdf>

Holt, E. y Miller, S. (2010). Bioindicators: Using Organisms to Measure Environmental Impacts. *Nature Education Knowledge, 3*(10), p 8. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/bioindicators-using-organisms-to-measure-environmental-impacts-16821310/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2017a). *Sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 ºC*. Subdirección de Hidrología - Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/S%C3%B3lidos+Suspendidos+Totales+en+aguas.pdf/f02b4c7f-5b8b-4b0a-803a-1958aac1179c>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2017b). *Determinación de Escherichia Coli y coliformes totales en agua por el método de filtración por membrana en agar chromocult*. Subdirección de Hidrología – Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental. <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2018). *Protocolo de monitoreo del agua*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023773/PROTOCOLO_MONITOREO_AGUA_IDEAM.pdf>

Jiménez, R. y González-Quiñones, V. (2006). La calidad de los suelos como medida para su conservación. *Edafología, 13*(3). p. 125-138. <http://edafologia.ugr.es/revista/tomo13c/articulo125.pdf>

Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. (2000). *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS*. GIRA, Mundi-Prensa, Instituto de Ecología-UNAM. <https://www.researchgate.net/profile/Marta-Astier/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS/links/57068f7f08aea3d280211802/Sustentabilidad-y-manejo-de-recursos-naturales-El-Marco-de-evaluacion-MESMIS.pdf>

Torri, S., Cabello, M. y Lavado, R. (2006). Diagnóstico de la calidad de los suelos y su fertilidad para el pecán. *Producción de pecán en Argentina, Capítulo VI*, p. 290-332. <https://www.researchgate.net/publication/283492349_Diagnostico_de_la_calidad_de_los_suelos_y_su_fertilidad_para_el_pecan>

**G. Control del documento**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia  *(Para el SENA indicar Regional y Centro de Formación)* | Fecha |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor(es) | Angélica María Franco Cañas | Experto temático - Contratista | Centro para el Desarrollo Agroecológico y Agroindustrial – Regional Atlántico (Sabanalarga) | Octubre de 2021 |
| Caterine Bedoya Mejía | Diseñadora Instruccional | Regional Distrito Capital – Centro de Gestión Industrial | Octubre de 2021 |
| Darío González | Corrección de estilo | Regional Tolima – Centro Agropecuario La Granja | Noviembre 2021 |

**H. Control de cambios**

**(Diligenciar únicamente si realiza ajustes a la Unidad Temática)**

|  | Nombre | Cargo | Dependencia | Fecha | Razón del cambio |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Autor(es) |  |  |  |  |  |