

Caficultura regenerativa

Por la salud de nuestros suelos



Luis Fernando Salazar Gutiérrez

Disciplina de Suelos
Mayo 6 de 2024

75° Seminario Científico de Cenicafé - 2024



Contenido

- Conceptos básicos
 - Suelo
 - Fertilidad y Salud del Suelo
 - Agricultura Regenerativa (AR)
- Aspectos sobre la degradación del suelo
- Caficultura regenerativa con énfasis en cuidado del suelo
- Principios de AR
- Prácticas de AR en la caficultura con enfoque en el suelo
- Perspectivas sobre Caficultura Regenerativa



El suelo

- Ente natural y dinámico, que tiene vida, es no renovable en términos del tiempo humano.
- Recurso determinante para la productividad y calidad del café y el bienestar de las comunidades y su entorno.



Fertilidad del suelo

Capacidad de suministrar las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

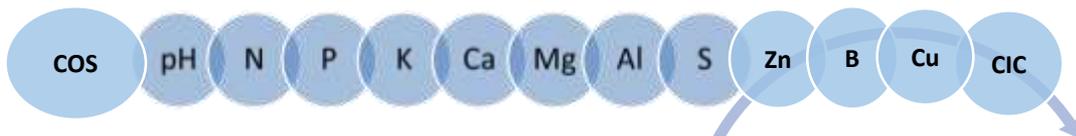


Propiedades físicas



Textura, estructura del suelo, densidad, porosidad, humedad, retención de humedad, permeabilidad, penetrabilidad, resistencia al corte, entre otras.

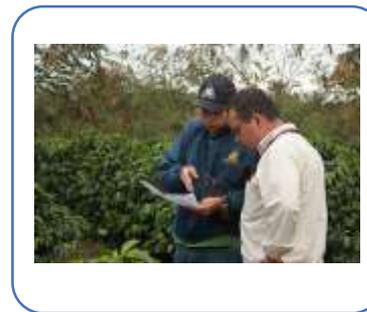
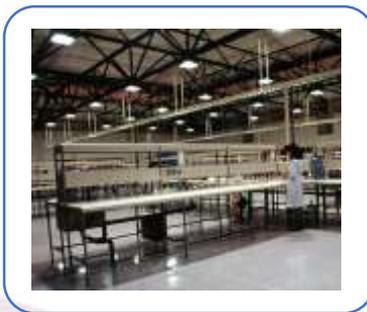
Propiedades químicas del suelo



Análisis de laboratorio



Toma de las muestras



Interpretación

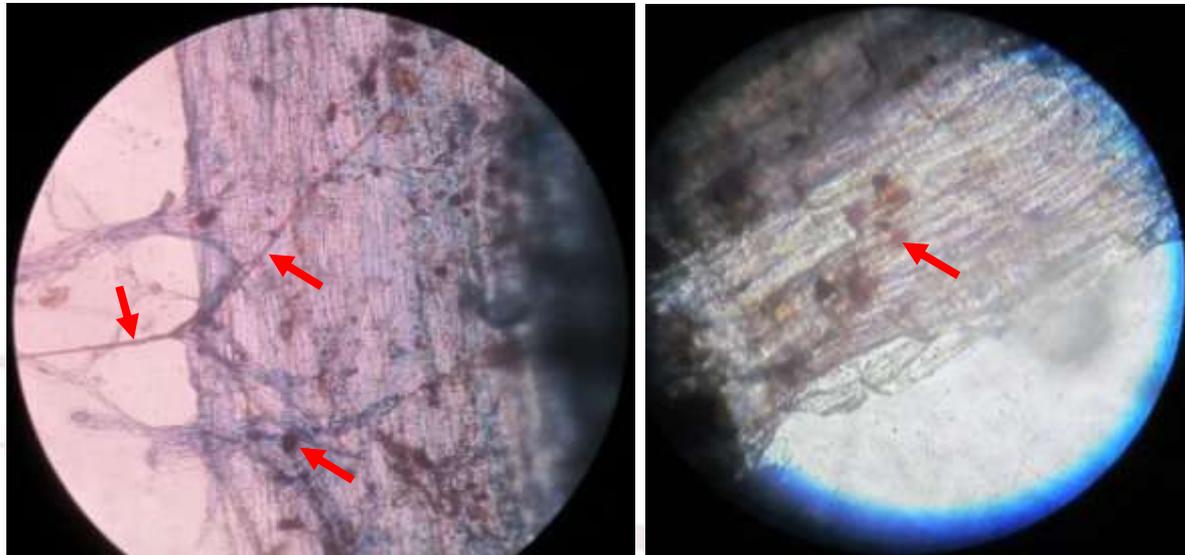
Alto

Medio

Bajo

Biología del suelo

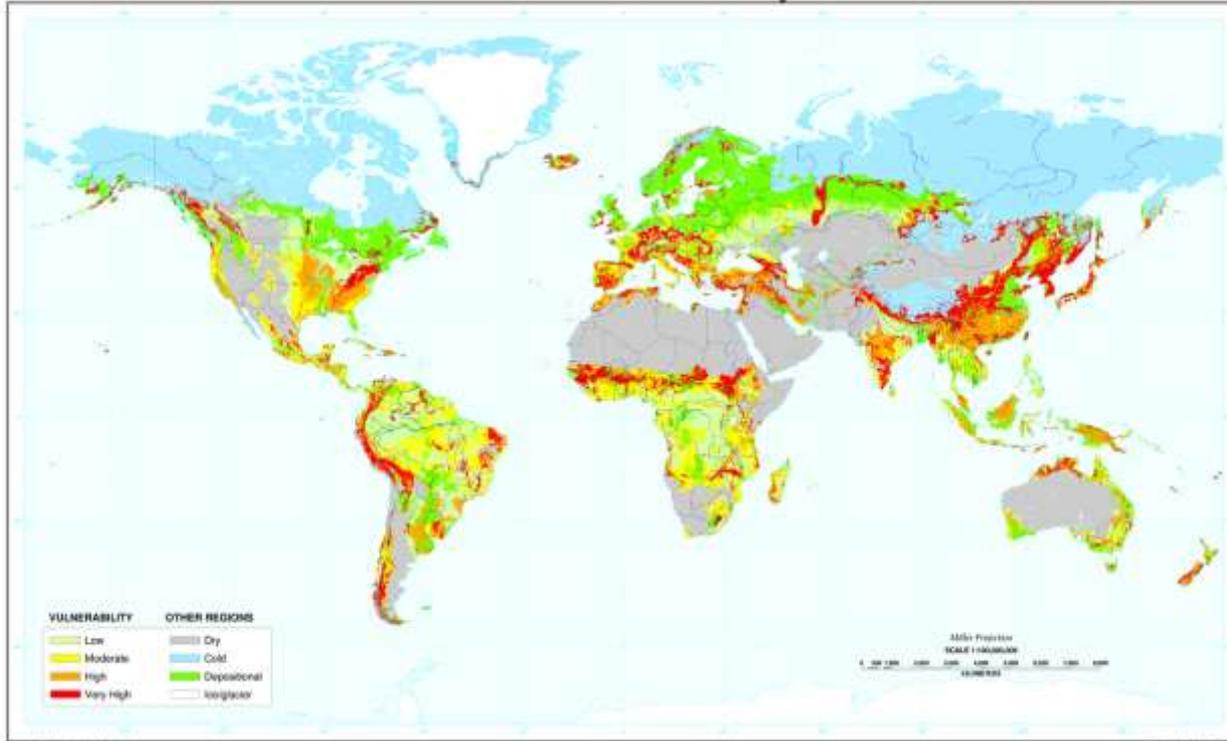
Micorrizas arbusculares (MA), bacterias solubilizadoras de fósforo, bacterias nitrificantes, exploración en genómica de microbiomas, entre otros.



Solubilización, mineralización, inmovilización, humificación: dinámica de nutrientes

Rivillas et al. (2019); González et al. (2022); Ochoa-Henriquez et al. (2024)

Vulnerabilidad del suelo a la erosión



USDA. Natural Resources Conservation Service Soils

- La región andina de Colombia presenta vulnerabilidad muy alta a la erosión hídrica.
- El sistema agroalimentario libera alrededor del **23% de las emisiones** anuales de GEI

(FAO, 2017)

Amenazas para la función del suelo

- Erosión.
- Compactación.
- Acidificación.
- Salinización.
- Contaminación.
- Desequilibrio de nutrientes.
- Pérdida del carbono orgánico del suelo.
- Emisión de gases de efecto invernadero.
- Pérdida de la biodiversidad.

LAL (2016).



Agricultura regenerativa

regenerar

Conjugar

SIN. / ANT.

Del lat. *regenerāre*.

1. tr. Dar nuevo ser a algo que degeneró, restablecerlo o mejorarlo. U. t. c. prnl.

SIN.: restablecer, reconstituir, renovar, reformar, recuperar.

ANT.: degenerar, degradar, deteriorar.

*....Pero un hombre irresponsable, tumbó el monte y lo quemó
Ya no hay pájaros ni leña, la cañada se secó.*

*La gente al verse sin agua, matas de monte sembró
Volvieron los pajaritos y el agua también volvió.*



Agricultura regenerativa

- Desde la década de los 80's (Robert Rodale., 1983). Auge después de 2015.
- Enfoque holístico y flexible de agricultura, es “suelo-céntrica” (Lal, 2020).
- Aumento de la productividad, captura de carbono, mejora de la biodiversidad, agua y ecosistema.

- Interrelación de todas las partes del sistema productivo incluyendo el agricultor y su familia (Hardwood, 1983).
- Restaura las relaciones y funciones naturales del ecosistema.
- Minimiza el uso de materiales y prácticas que disturben esas relaciones.

Agricultura regenerativa: principios básicos

La agricultura regenerativa se basa en principios que buscan **mantener** y **regenerar**:



Suelo: cuidar el suelo, base fundamental de la agricultura. Un suelo saludable.



Agua: aumentar la filtración y retención de agua en el suelo. Agua de escorrentía limpia y segura (mejorar ciclo del agua).



Biodiversidad: proteger y conservar la biodiversidad en todo el sistema, suelo, aire y agua. Revertir su pérdida



Salud del ecosistema: contar con ecosistemas que tengan capacidad de auto-renovación y resiliencia. Impacto directo en la salud humana.



CO₂

Carbono: capturar carbono en el suelo. Recuperación de la materia orgánica.

La salud del suelo

La capacidad de los suelos, de sostener y dar vida a múltiples ecosistemas y funciones:

- La producción primaria de alimentos.
- Seguridad alimentaria.
- Biodiversidad.
- Purificación y renovación del agua.
- Secuestro de carbono.
- Calidad del aire.
- Ciclos elementales para el bienestar de los seres humanos, y la conservación de la naturaleza.



Lal (2016).

Caficultura regenerativa



- Erosión, degradación del suelo, pérdida de carbono orgánico, agua, nutrientes, biodiversidad.
- Impacto negativo en la productividad y sostenibilidad.
- Uso ineficiente de insumos agrícolas.
 - Costos de producción elevados.



- Cuidado del suelo, agua y biodiversidad.
- Salud del suelo, adaptación frente al cambio climático.
- Diversidad de plantas, microorganismos e insectos benéficos.
- Reducción de costos, aumento de la productividad.

Principios más recurrentes en AR

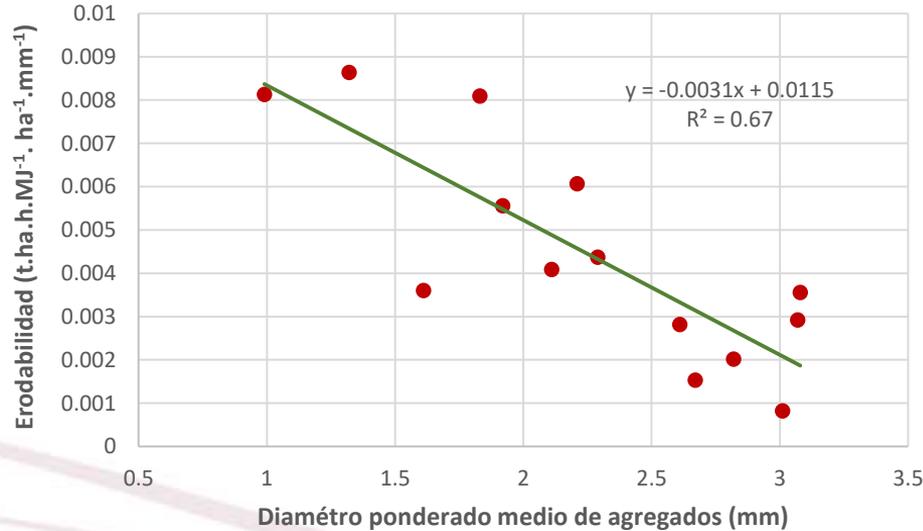
1. Labranza mínima.
2. Mantener el suelo cubierto.
3. Promover la salud del suelo.
4. Aporte de Carbono orgánico del suelo (COS).
5. Captura de Carbono.
6. Favorecer el ciclo natural de los nutrientes.
7. Fomentar la diversidad de plantas y biodiversidad en el suelo.
8. Reducir el uso de pesticidas.
9. Fomentar el cuidado del agua al nivel de cuenca hidrográfica y finca.
10. Rehabilitar los suelos degradados y restauración del ecosistema.

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé



1. Labranza cero

- Mínimo laboreo.
- Ahoyado cada 20 años.
- Siembra directa de cultivos intercalados y asociados.
- No se recomienda el aporque de los cultivos.



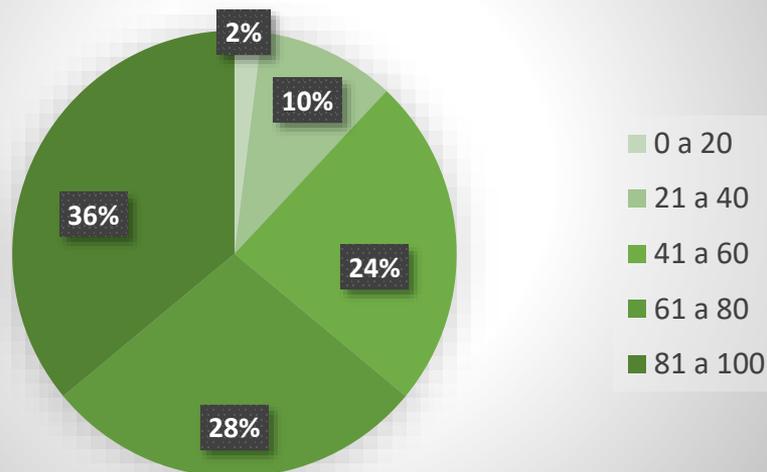
Ramírez et al. (2009)

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

2. Mantener el suelo cubierto

- MIA – arvenses nobles.
- SAF - Sombríos transitorios.
- Residuos del cultivo principal y asociado.
- Mulch – hojarasca.
- Cultivos intercalados o asociados.
- Variedades adaptadas y densidad de siembra adecuada.

Cobertura de arvenses por MIA (%)



E.E. Líbano y Naranjal
35 días después de control con selector de arvenses
n= 823. Proyecto SUE 103006 – Cenicafé.



Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

3. Promover la salud del suelo



3. Promover la salud del suelo

- Cobertura del suelo.
- Favorecimiento de raíces.
- SAF
- Cultivos intercalados y asociados.
- Labranza mínima.
- Balance de nutrientes.
- Uso racional de insumos químicos.

Indicadores cualitativos

- Resistencia a la penetración
- Diversidad de organismos
- Abundancia de lombrices
- Residuos de plantas
- Cubrimiento del suelo
- Presencia de arvenses nobles
- Estabilidad de agregados
- Enconstramiento
- Signos de erosión
- Infiltración del agua
- Presencia de bioporos
- Pérdida de suelo por erosión



Obando y Tobasura (2012), Natural Resources Conservation Service Soils (2020)

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

4. Aporte de carbono orgánico del suelo (COS)

- Prácticas de conservación de suelos – MIA.
- Raíces y hojarasca de café y otras especies (arvenses, cultivos intercalares y asociados, SAF.).
- Abonos orgánicos (pulpa de café, lombricultivo estiércoles).
- Biochar (En estudio).

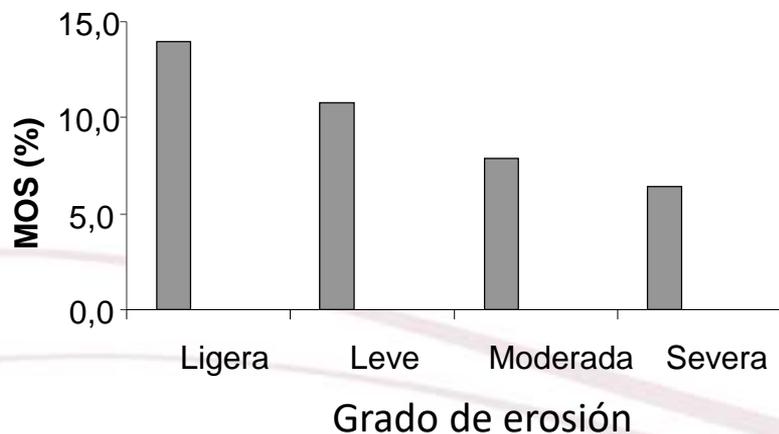
- En los suelos hay dos veces más carbono que en la atmósfera y tres veces más que en la vegetación.
- Hasta 30 cm de espesor existe una reserva mundial de **630 mil billones de toneladas de C.**
- Los suelos de la zona cafetera colombiana hasta 20 cm de espesor existe una reserva de **70 a 140 t ha⁻¹ de C.**

FAO (2017); Sadeghian (2022).

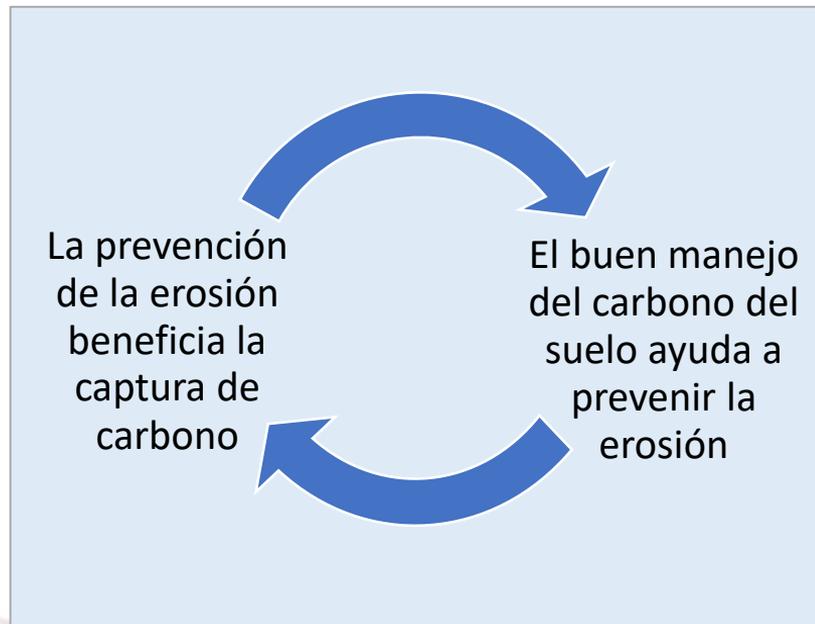
Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

4. Aporte de carbono orgánico del suelo (COS)

La erosión severa causa reducción de COS del 46,3% en los primeros 0 a 5 cm de profundidad



Hincapié y Salazar (2011); Rivera (1999); Lince *et al.* (2016)



(FAO, 2017)

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

4. Aporte de COS

- Entre 45% a 50% de la biomasa acumulada total corresponde a C.
- SAF con café aporta hojarasca al suelo, **entre 10 a 11 t ha⁻¹-año** y el sistema al sol **entre 4 a 5 t ha⁻¹ año**.
- El café puede acumular **materia seca total de 35 t ha⁻¹** (73% distribuido en hojas, tallos y ramas, y 27% en los frutos).
- Los cultivos de cobertura pueden incrementar las reservas de carbono entre **0,1 a 1,0 t ha⁻¹-año**.
- El maní forrajero en café puede aportar **18 t ha⁻¹ año** de biomasa seca después del corte. Arvenses nobles entre **8 a 10 t ha⁻¹ año**.
- Los cultivos intercalados pueden incrementar los stocks de COS entre **19% a 25% en forma global**.

(Sadeghian, 2022; Buss et al., 2021, Arango et al., 2008).

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

5. Capturar carbono

- Café.
- Árboles (cultivos, sombrío, sistema agroforestal).
- Cultivos intercalados y asociados.
- Biochar (En estudio).



- Café a libre exposición:
10 a 14 t ha⁻¹ año.
- SAF: **30 t ha⁻¹ año**

Hergoalc'h et al. (2012)

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

6. Favorecer el ciclo natural de los nutrientes

- Nutrición y manejo de la acidez del suelo, según análisis de suelos y sistema de producción.
- Fertilización orgánica y organo-mineral.
- Abonos verdes, micorrizas, mantenimiento de raíces vivas en el suelo.
- Ciclaje nutrientes.



Sadeghian (2017)

MIN: Manejo integrado de nutrientes:

Mantener o mejorar la fertilidad de los suelos con el fin de sostener o aumentar la productividad de los cultivos, al tiempo que se protege el medio ambiente para las futuras generaciones.

Manejo integrado de nutrientes - MIN

6. Favorecer el ciclo natural de los nutrientes

Estrategias de MIN

- Protección del suelo.
- Conservación y ciclaje de los nutrientes.
- Suministro de fertilizantes según análisis de suelos y foliar.
- Aumento de eficiencia y efectividad: dosis, fuente, época y sitio correctos de aplicación.
- Empleo de microorganismos.



Café intercalado con leguminosas

Como fuentes de nitrógeno, conservan y recuperan la MOS



Hongos formadores de micorrizas

Promueven la absorción de agua y nutrientes por la planta



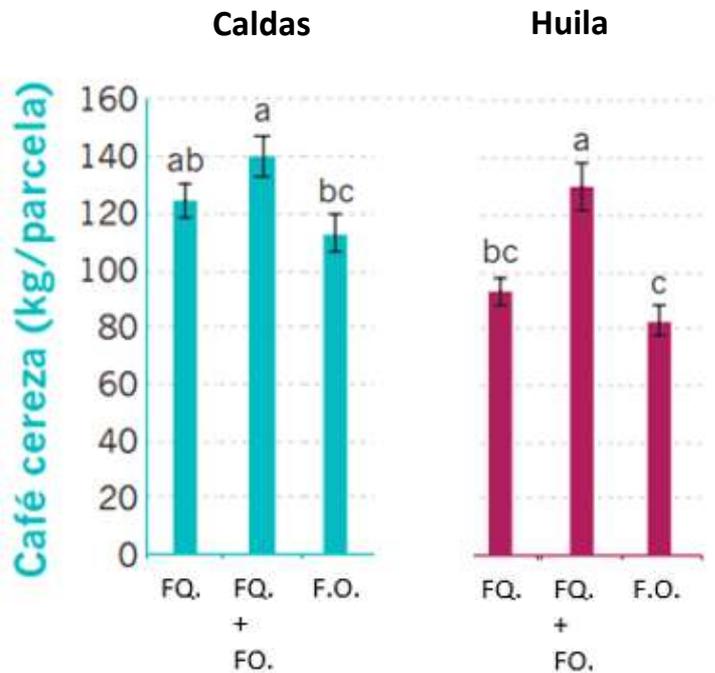
Hongos solubilizadores de fósforo

Como alternativa para el suministro del fósforo al café

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

6. Favorecer el ciclo natural de los nutrientes

Fertilización organo-mineral.



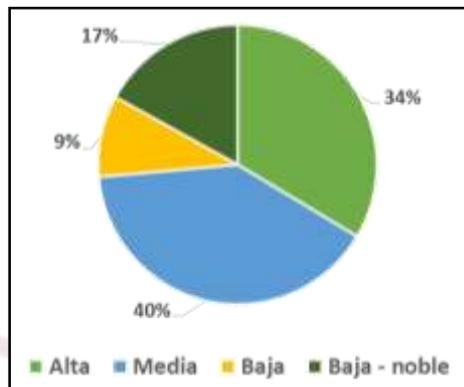
Avance Técnico 549

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

7. Fomentar la diversidad de plantas y biodiversidad en el suelo

- Sistemas agroforestales
- Cultivos intercalados y asociados
- Manejo integrado de arvenses (MIA)
- MIPE
- Fertilización con base en los análisis de suelos

265 especies de arvenses, 60 familias.



Libro: Arvenses frecuentes en el cultivo del café en Colombia (2021).

2.392 esporas de MA nativas por/100 g de suelo



Rivillas et al. (2019)

171 especies de insectos visitantes florales de las arvenses por lote cafetero



Maldonado et al. (2023)

Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

8. Reducir el uso de pesticidas

- Manejo Integrado de plagas y enfermedades (MIPE)
- MIA
- SAF
- Cultivos de cobertura
- Cultivos intercalados y asociados
- Variedades mejoradas

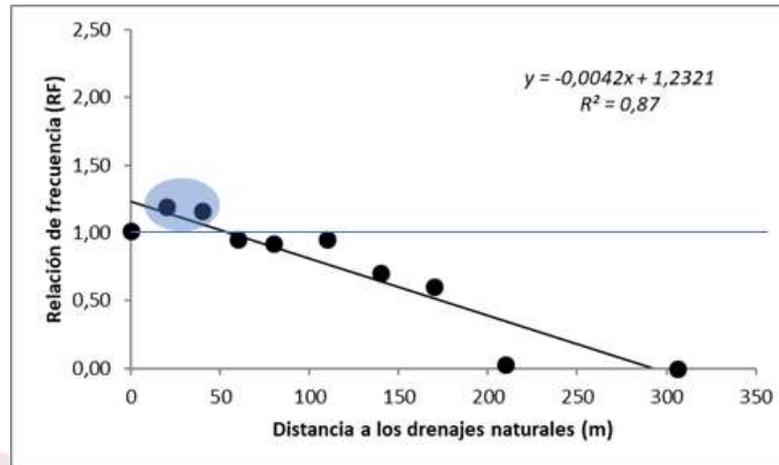
MIPE
MIA
SAF



Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

9. Fomentar el cuidado del agua al nivel de cuenca hidrográfica y finca.

- Protección de drenajes naturales
- SAF
- Manejo integrado de arvenses
- Uso eficiente del agua en el proceso de beneficio
- Filtros verdes



Avance Técnico 559

Protección de drenajes naturales



Prácticas AR recomendadas por Cenicafé

10. Rehabilitar los suelos degradados y restauración del ecosistema.

- Restauración ecológica (bioingeniería del suelo)
- Fertilización orgánica
- Fertilización con base en los análisis de suelos
- SAF
- Uso del suelo de acuerdo con su vocación



Año 2005



Después, Año 2023

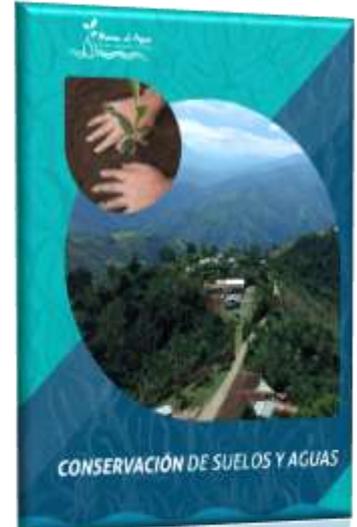
La vegetación y la materia orgánica en la estabilidad de laderas



10. Rehabilitar los suelos degradados y restauración del ecosistema.



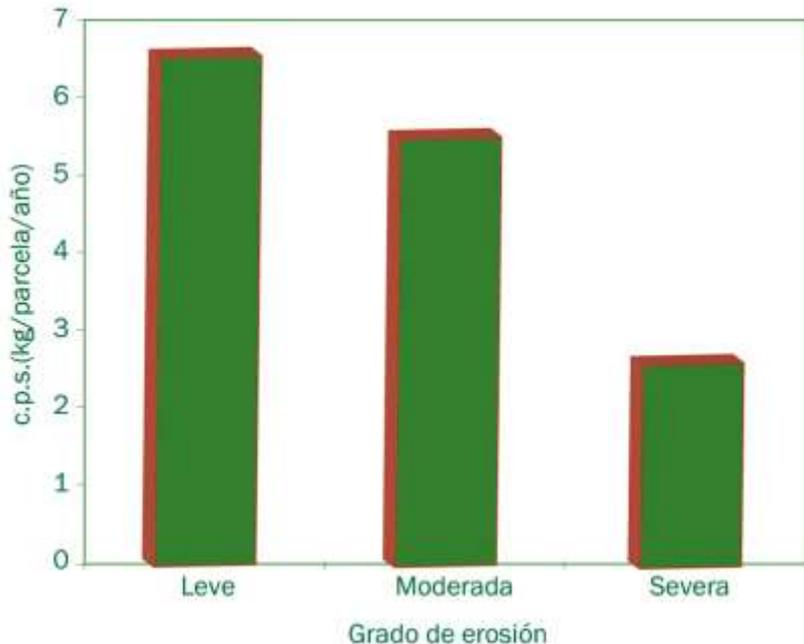
- Cohesión adicional del suelo
- Evapotranspiración
- Interceptación de la lluvia (más del 60%)
- Infiltración
- Incremento de la rugosidad de la superficie
- Disminución de la esorrentía (10%)



Lince et al. (2018)

Principio fundamental de AR: Sistemas productivos

El cuidado del suelo detiene la pérdida de productividad



Hincapié y Salazar (2011)

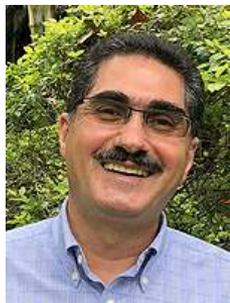
Producir más con menos recursos, mejorando la eficiencia de todos los elementos en la cadena productiva, manteniendo o mejorando la salud del suelo y conservando el medioambiente, sin afectar los ingresos del productor (Lal, 2016).

Perspectivas

- Los caficultores, cuentan con las recomendaciones provenientes de la investigación para la implementación de prácticas de AR.
- Es necesario investigar en nuevas tecnologías y una mayor aplicación y apropiación de conocimientos por parte del caficultor.
- El Servicio de Extensión es vital para transferir las prácticas de manejo recomendadas a los agricultores.



Agradecimientos: Disciplina de Suelos de Cenicafé



Siavosh Sadeghian
Ing. Agrónomo
Ph.D. En Ciencias
Agropecuarias.



Hernán González
Ing. Agrónomo
Ph.D. En
Biotecnología.



Luz Adriana Lince
Geóloga. Ing.
Agrónoma,
M.Sc. En
Desarrollo
Sostenible y
Medio Ambiente.



Vanessa Díaz
Química
M.Sc. En
Ingeniería
Ambiental.



Eliana Gómez
Tec. Química
Auxiliar de
Investigación



**Jaroliver
Cardona**
Auxiliar de
investigación



**Juan M.
Rendón**
Téc. Químico
Auxiliar de
investigación

GRACIAS



cenicafe@cafedecolombia.com

PORTALES WEB



cenicafe.org



agroclima.cenicafe.org



biblioteca.cenicafe.org

REDES OFICIALES



Cenicafé FNC



@cenicafe



cenicafé



CenicaféFNC



@cenicafefnc