

Aspectos generales del cultivo de café en Cundinamarca

Yolanda Gómez Vargas
Rafael Antonio Pedraza Rute
Douglas A. Gómez Latorre
Edwin Andrés Villagrán Munar
Stephanie Johana Numa Vergel
Adriana Marcela Santos Díaz
Diego Fernando Ureña Sosa
Katherine Gómez Rodríguez

Colección Alianzas AGROSAVIA

2022



Aspectos generales del cultivo de café en Cundinamarca. / Yolanda Gómez Vargas [y otros siete]. -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2022.

27 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)
Incluye tablas, ilustraciones y referencias bibliográficas
ISBN E-book: 978-958-740-541-5

1. Café arábica 2. Factores climáticos 3. Manejo del cultivo 4. Muestreo del suelo 5. Plagas de plantas 6. Fertilidad del suelo 7. Cundinamarca (Colombia).

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación - Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA

Centro de Investigación Tibaitatá, kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera.
Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado del proyecto SADR CDCVI 003-2021 celebrado entre la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Cundinamarca (SADR) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), con el objetivo de “aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para la realización de análisis de suelos como estrategia de mitigación a la variabilidad climática e inclusión en el sistema de planificación departamental a los productores agropecuarios rurales del departamento de Cundinamarca”.

Autores

Yolanda Gómez Vargas, Rafael Antonio Pedraza, Douglas A. Gómez Latorre,
Edwin Andrés Villagrán Munar, Stephanie Johana Numa Vergel, Adriana Marcela Santos Díaz,
Diego Fernando Ureña Sosa, Katherine Gómez Rodríguez

Supervisión del proyecto SADR-CDCVI 003-2021

María Angélica Pichimata Sanabria
Jefe Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - AGROSAVIA

Gobernación de Cundinamarca

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Nicolás García Bustos
Gobernador de Cundinamarca

Sandra Lilibiana Mahecha Herrera
Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural

José Gregorio Espejo Jiménez
Jefe de Oficina Asesora - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Supervisión del proyecto SADR-CDCVI 003-2021

Eduardo Bohórquez Orrego
Profesional Universitario - Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural

Colección Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Cartilla

Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Adecuación editorial: Verónica Barreto Riveros

Diseño y diagramación: Julián Hernández - Taller de diseño

Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado

Fotografías de ambientación: Mónica Páramo y Cristian Bohórquez

ISBN-e: 978-958-740-541-5

DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7405415>

Publicado en Mosquera, Cundinamarca
Primera edición, junio de 2022

Citación sugerida: Gómez Vargas, Y., Pedraza Rute, R. A., Gómez Latorre, D. A., Villagrán Munar, E. A., Numa Vergel, S. J., Santos Díaz, A. M., Ureña Sosa, D. F., & Gómez Rodríguez, K. (2022). *Aspectos generales del cultivo de café en Cundinamarca*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones ni de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515 atencionalcliente@agrosavia.co - www.agrosavia.co

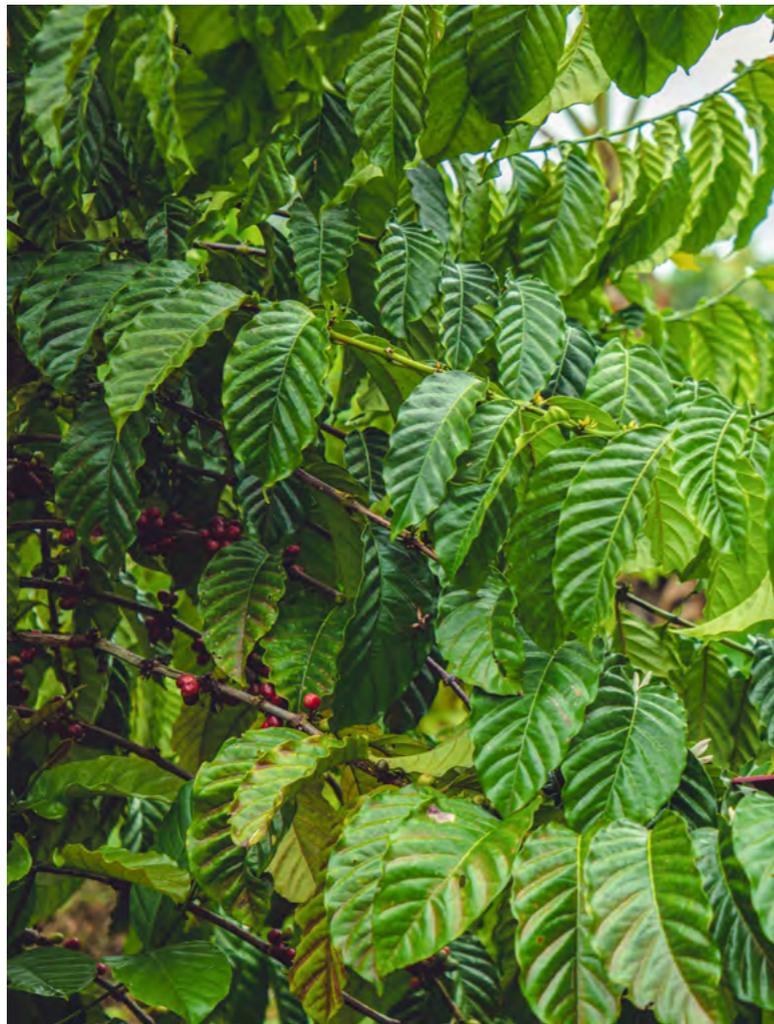


https://co.creativecommons.org/?page_id=13





Los autores



Yolanda Gómez Vargas

Investigadora Máster
Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - Sede Central
ygomez@agrosavia.co

Rafael Antonio Pedraza Rute

Coordinador de Gestión de Información
Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - Sede Central
rpedraza@agrosavia.co

Douglas A. Gómez Latorre

Investigador Máster
Centro de Investigación Tibaitatá
dagomez@agrosavia.co

Edwin Andrés Villagrán Munar

Investigador Máster Sénior
Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - Sede Central
evillagran@agrosavia.co

Stephanie Johana Numa Vergel

Investigadora Máster
Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - Sede Central
snuma@agrosavia.co

Adriana Marcela Santos Díaz

Investigadora Máster Sénior
Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios - Sede Central
asantos@agrosavia.co

Diego Fernando Ureña Sosa

Profesional de Apoyo a la Investigación
Centro de Investigación Tibaitatá
durena@agrosavia.co

Katherine Gómez Rodríguez

Profesional de Apoyo a la Investigación
Centro de Investigación Tibaitatá
kgomezr@agrosavia.co



Los autores agradecen al grupo de trabajo del proyecto SADR CDCVI 003-2021 y al Departamento de Laboratorios de Investigación y Servicios de AGROSAVIA por la gestión para la elaboración del presente documento.





Contenido



Introducción

Capítulo I

Recomendaciones para el manejo del cultivo del café ante los principales eventos climáticos extremos

Áreas de aptitud de uso para el cultivo de café arábigo

Condiciones climáticas de las áreas dedicadas a la producción de café

Exceso de lluvias y recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo del café

Déficit de agua en el suelo del cultivo del café

6 Capítulo II

Recomendaciones de fertilización

13

Importancia del análisis de suelos

18

Toma de muestra de suelo en campo para análisis químico

18

7

Elementos de especial importancia en el cultivo de café

19

8

Factores para leer e interpretar correctamente el análisis de fertilidad del suelo y la recomendación de fertilización

19

8

Capítulo III

11

Principales plagas del cultivo de Café

22

12

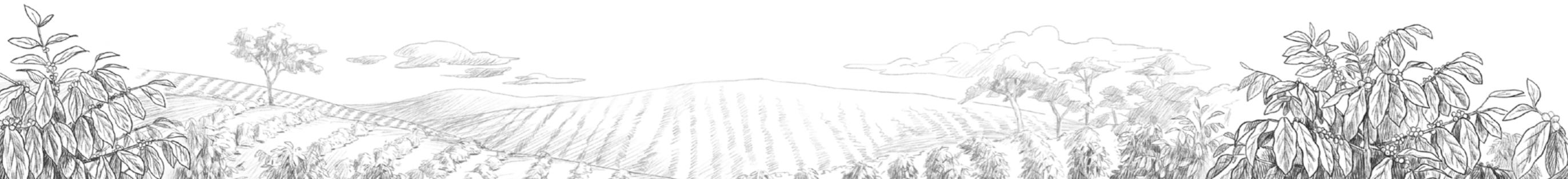
Capítulo V

Productos y servicios de AGROSAVIA

25

Referencias

27





Introducción



Los principales tipos de café sembrados en el mundo son los arábigos y los robustas. En Colombia solo se cultivan cafés arábigos, que producen una bebida suave, de mayor aceptación en el mercado mundial y de mejor precio. Las variedades predominantes en el país son Típica, Borbón, Maragogipe, Tabi, Caturra, Colombia y Castilla, que pueden ser de porte alto o de porte bajo y tienen los frutos rojos o amarillos (Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé], s. f.a). También se encuentran variedades desarrolladas por Cenicafé, como la variedad Castillo y la variedad Cenicafé 1, con resistencia duradera a la roya (Cenicafé, s. f.b).

La caficultura nacional se encuentra en rangos variados de altitud, que oscilan entre 1.000 y 2.000 m s. n. m., con temperaturas entre los 17 y los 23 °C, precipitaciones cercanas a los 2.000 mm anuales distribuidos a lo largo del año y un brillo solar promedio de 4,5 horas/día (1.688 horas/año).

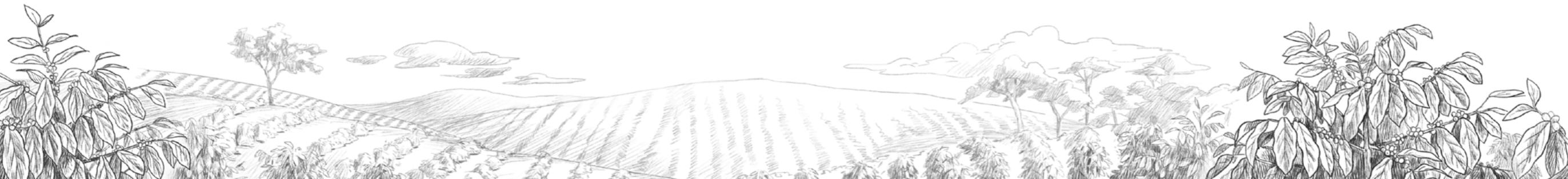
En 2019 se alcanzó un área sembrada de 853.698 hectáreas (ha), con una producción de 14,7 millones de sacos de café de 60 kg cada uno (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020), mientras que en 2021 se logró una producción de 12,6 millones de sacos de café, es decir, un 9 % menos frente a 2020 (Federación Nacional de Cafeteros, 2022). De

acuerdo con el MADR, la producción de 2019 ha sido la mejor en los últimos 25 años.

En Cundinamarca, el cultivo del café se encuentra principalmente sobre las vertientes de la cordillera Oriental, en alturas que van desde los 900 hasta los 2.200 m s. n. m. Cabe resaltar que se siembra café en 69 de los 116 municipios que conforman el departamento, en un área de 30.142 ha (MADR, 2020), y aproximadamente 28.600 familias dependen de la actividad cafetera en 32.027 fincas.

El cultivo de café en esta zona presenta diferentes grados de tecnificación: de las 30.142 ha sembradas, 21.650 ha (72 %) están en grado tecnificado joven, 6.800 ha (20 %) pertenecen a tecnificado envejecido y 1.692 ha (12 %) son de café tradicional. Adicionalmente, el 93 % del área corresponde a pequeños caficultores, el 4 % a medianos y el 3 % a grandes productores (Comité de Cafeteros de Cundinamarca, s. f.).

Esta cartilla brinda al productor aspectos que tienen un importante impacto en el cultivo de café, haciendo énfasis en el clima, el uso del suelo, los insectos, ácaros y demás microorganismos patógenos, con el fin de ofrecer conocimiento actualizado que le permita mejorar las prácticas en su actividad productiva.





CAPÍTULO I

Recomendaciones para el manejo del cultivo del café ante los principales eventos climáticos extremos



La especie de café predominante en Colombia es el arábigo (*Coffea arabica*) y todas las variedades cultivadas de café en Cundinamarca pertenecen a esta especie (Peña et al., 2012), con unas condiciones agroclimáticas diferenciales, propias de latitudes ecuatoriales.

En Cundinamarca, usualmente se opta por el sistema productivo de ladera y se encuentra en asocio con plátano, yuca y algunos cítricos, además de cultivos transitorios como arveja y frijol. Este sistema carece de riego, por lo que su manejo debe ser acorde a la climatología de la zona.

El presente capítulo tiene como objetivo familiarizar al lector con las condiciones agroclimáticas de las zonas productivas, teniendo en cuenta la identificación de las áreas aptas para la producción de café (*Coffea arabica*), así como hacer una mención tangencial de los principales efectos adversos al cultivo derivados de eventos climáticos extremos. Finalmente, se realizarán algunas recomendaciones enfocadas en la gestión del recurso hídrico.



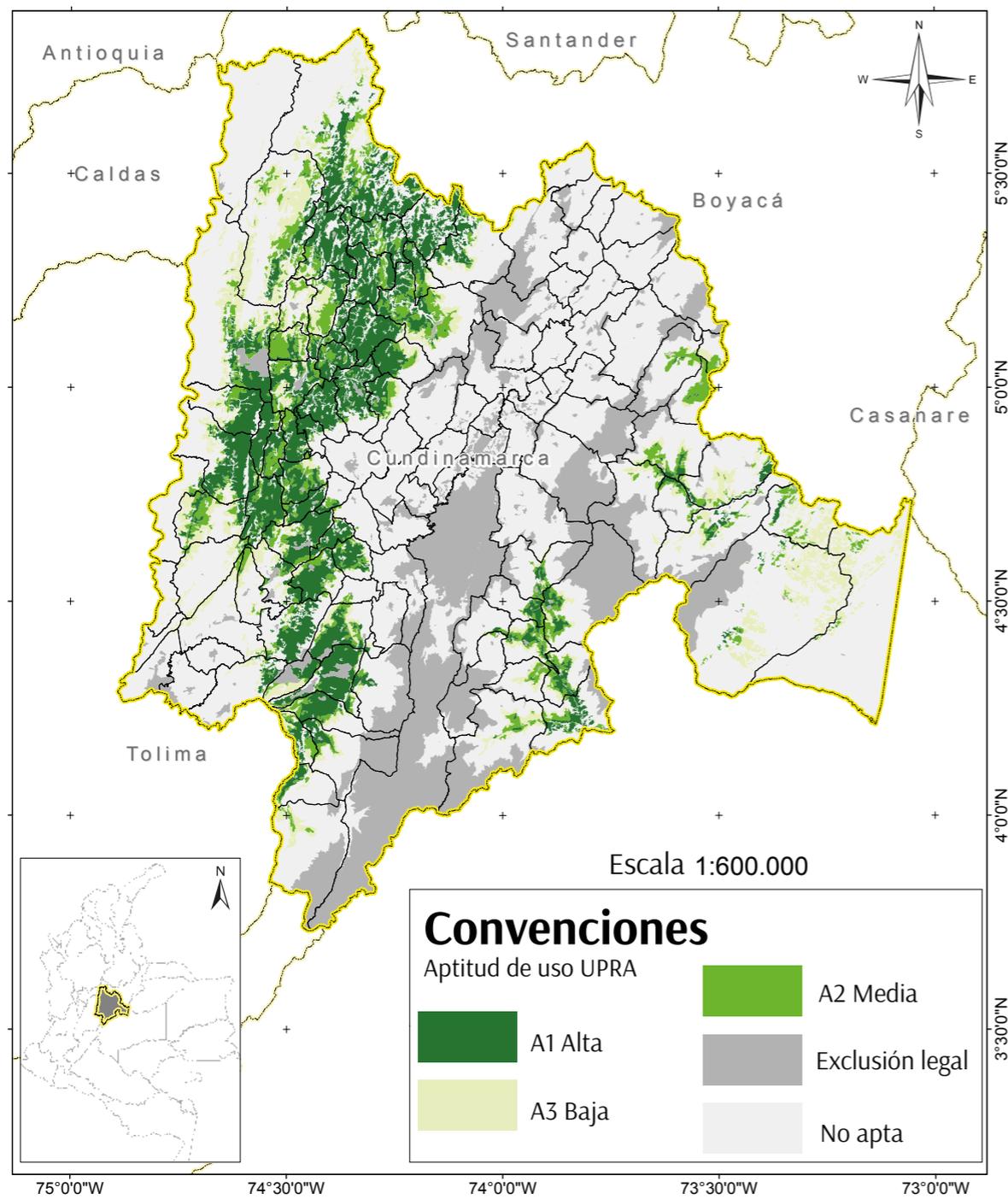


Figura 1. Mapa del departamento de Cundinamarca que muestra la aptitud de uso para el cultivo de café.

Fuente: UPRA (2020)

Áreas de aptitud de uso para el cultivo de café arábigo

El término *aptitud de uso de la tierra* hace referencia a la clasificación que se da a una zona específica de acuerdo con la calificación de sus condiciones físicas, ambientales y socioeconómicas (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2013). En el departamento de Cundinamarca existen 581.654 ha que pueden ser usadas para el cultivo de café, de las cuales 282.007 ha presentan condiciones de alta aptitud (A1), 142.026 ha tienen restricciones moderadas y se clasifican en zonas de media aptitud (A2), y 157.621 ha se encuentran en regiones de baja aptitud (A3) (figura 1). Las regiones catalogadas como A1 y A2 se ubican en los municipios de las provincias de Tequendama, Gualivá, Rionegro y Oriente; esta última presenta un régimen de lluvias diferente.

Condiciones climáticas de las áreas dedicadas a la producción de café

El café como sistema productivo lleva más de 150 años en el país, debido a que la especie arábica tiene una gran adaptabilidad a variadas condiciones agroclimáticas, que en Cundinamarca se identifican en dos zonas con patrones de precipitación diferenciados. La primera abarca la vertiente occidental de la



En Cundinamarca existen 581.654 ha que pueden ser usadas para el cultivo de café, de las cuales 282.007 ha presentan condiciones de alta aptitud.





Monitoree su cultivo en los periodos de sequía, pues estos aumentan la supervivencia de la broca del café.



cordillera Oriental, una zona influenciada por la gran cuenca del río Magdalena (Mag), cuya precipitación (PPT) tiene un régimen bimodal que alterna temporadas de abundantes y escasas lluvias, con volúmenes promedios máximos en abril (241 mm), mayo (229 mm) y octubre (250 mm), y promedios mínimos en enero (83 mm) y julio (106 mm). Al oriente del departamento (Or) sobresale un área con un régimen de precipitación unimodal, donde se presenta una larga temporada de abundantes lluvias entre abril y octubre, con un máximo promedio de 242 mm en junio, y una temporada con bajo volumen de lluvias entre noviembre y marzo, con un mínimo promedio de 33 mm en enero (figura 2).

La temperatura es una variable de suma importancia para el cultivo de café, que influye en la duración de los estados fenológicos y, por ende, en la cosecha, la cual está regulada por la acumulación de un mínimo/máximo de grados día, que en ambos casos impacta directamente en la floración del cultivo, teniendo como resultado mayor o menor rendimiento. Asimismo, la temperatura impacta el ciclo de vida de la broca del café, ya que la supervivencia puede aumentar dependiendo de los registros diarios, lo que se traduce en una mayor incidencia sobre las plantas.

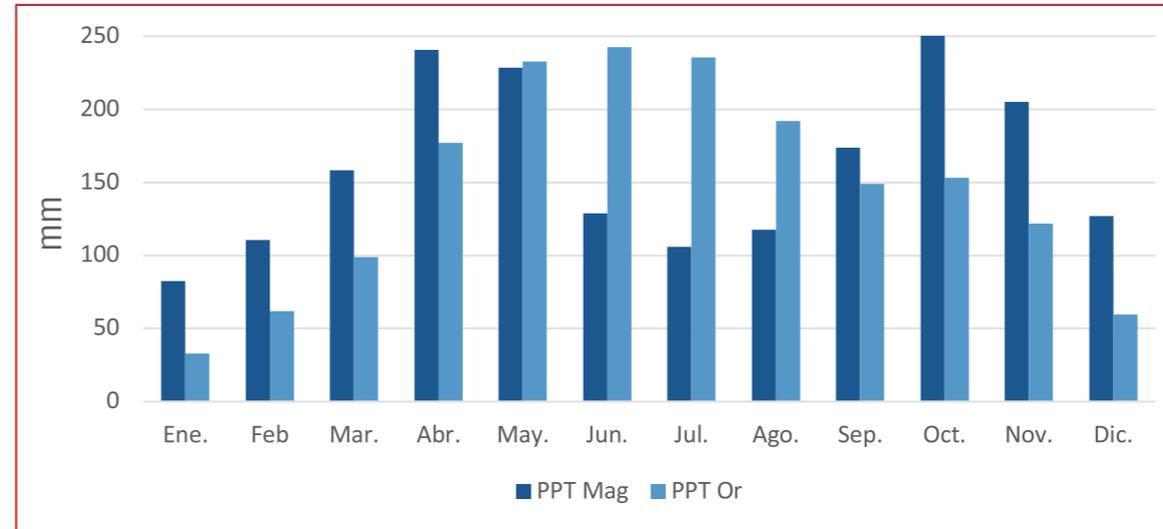


Figura 2. Distribución de la precipitación (PPT) en las zonas aptas para el cultivo de café.

Fuente: Corpoica (2015)



La figura 3 muestra la distribución anual de la temperatura del aire en las zonas aptas para el cultivo de café en Cundinamarca. La variación del promedio anual de la temperatura no es muy alta en la región Mag, pues la temperatura máxima en promedio es de 30 °C, la media es de 25 °C y la mínima oscila alrededor de los 18 °C.

En la figura 4 se muestra la distribución anual de la humedad relativa versus el brillo solar en las zonas aptas para el cultivo de café. El comportamiento de dichas variables influye sobre el rendimiento del cultivo, ya que los cambios en la cantidad de brillo

solar inciden sobre la productividad en función del área foliar y el periodo de floración, mientras la humedad relativa debe variar a lo largo del día. Las dos regiones identificadas con aptitud para el cultivo de café presentan diferencias notables en los valores de humedad relativa y brillo solar, destacando el periodo entre marzo y octubre, que en agosto muestra un valor promedio de 75 % para Mag (el menor en el año), mientras en Or se presenta el segundo más alto, con 85 %. En el caso del brillo solar, en julio se presenta la mayor diferencia entre las zonas, ya que en Or no sobrepasa las 90 hrs, mientras que en Mag puede elevarse hasta las 180 hrs.

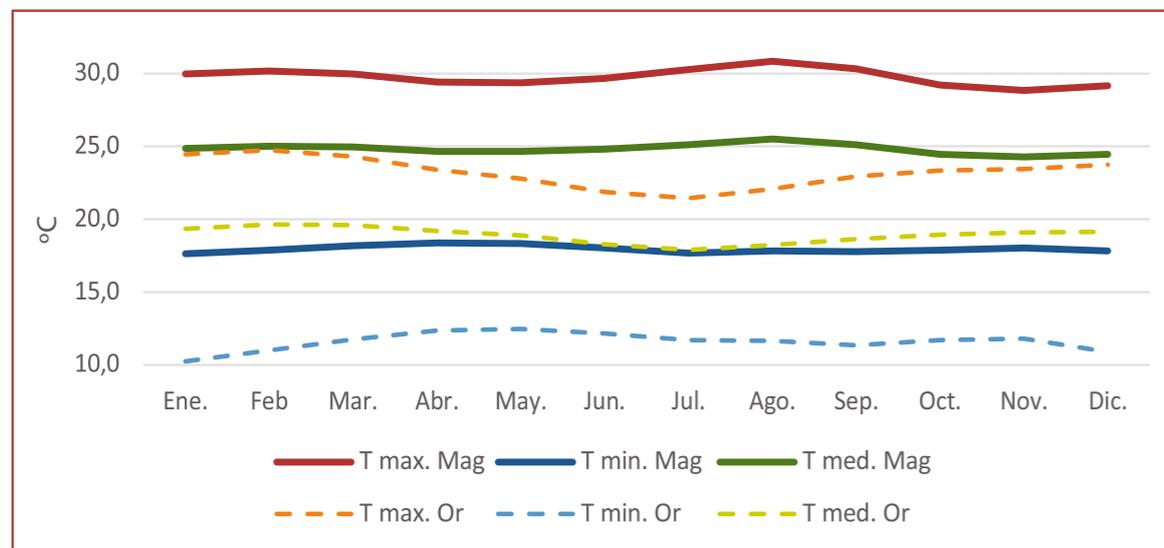


Figura 3. Distribución de la temperatura (máxima, media y mínima) en las zonas aptas para el cultivo de café.

Fuente: Corpoica (2015)

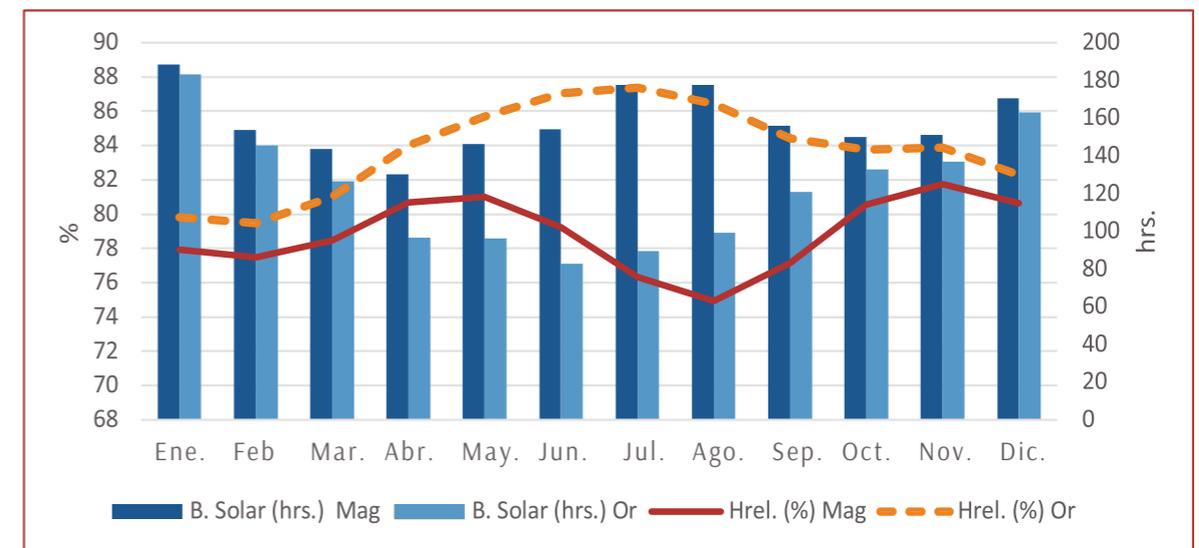
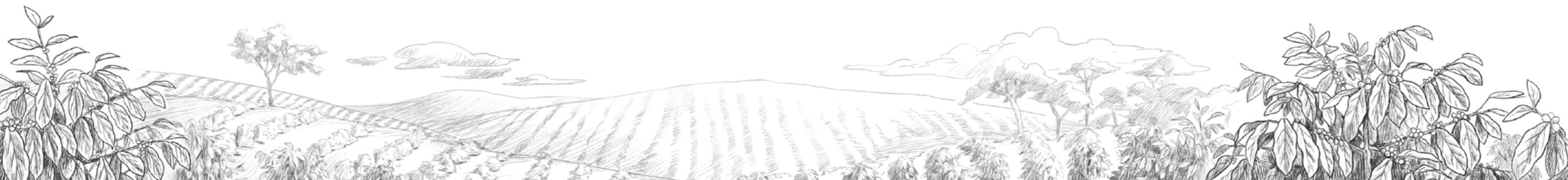


Figura 4. Distribución de la humedad relativa vs. brillo solar en las zonas aptas para el cultivo de café.

Fuente: Corpoica (2015)



Teniendo en cuenta las anteriores características climáticas, así como la distribución espacial y temporal de las lluvias, es posible que en Cundinamarca se presenten los siguientes eventos climáticos adversos, los cuales podrían producir algún tipo de afectación sobre el cultivo de café (tabla 1).

Exceso de lluvias y recomendaciones técnicas para el manejo del cultivo del café

Los excesos de lluvia suelen generar inconvenientes en el desarrollo de las plantas de café, y si estos eventos ocurren en los periodos de floración, pueden presentarse floraciones dispersas, anomalías florales y secamiento de los cominos, lo cual limitaría la productividad del cultivo (Gaitán et al., 2016). Bajo estas condiciones, se sugiere aplicar las prácticas de manejo mencionadas en la tabla 2.

Tabla 1. Eventos climáticos adversos para el cultivo de café

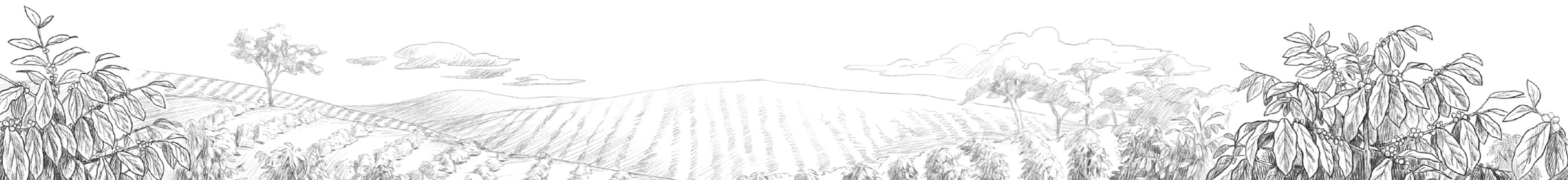
Evento	Afectación
Exceso de lluvias	Los periodos prolongados de lluvias sobresaturan el suelo y con ello se limita el desarrollo de las raíces en la planta. Esto puede generar deficiencias nutricionales, manchas de hierro en hojas y frutos, así como baja calidad del grano (Peña et al., 2012; Gaitán et al., 2016).
Deficiencia de agua en el suelo	A pesar de que el déficit de lluvias es necesario antes de iniciar los periodos de floración y antes de la inducción floral (antesis), la prolongación de días sin lluvia puede ocasionar granos flotantes o pasillas, granos parcialmente formados, grano negro y pequeños granos. Además, los periodos secos contribuyen a una mayor incidencia de la broca (Gaitán et al., 2016).

Fuente: Elaboración propia con base en Peña et al. (2012)

Tabla 2. Recomendaciones de manejo en el cultivo de café para periodos de altas concentraciones de precipitación

Recomendación	Descripción
Fertilizar de forma fraccionada	Aplicar las dosis de fertilización de forma fraccionada, con el fin de limitar la pérdida de fertilizantes por efectos de la lixiviación a través del exceso de agua en el terreno.
Mejorar el drenaje natural del suelo	Realizar nuevos canales de drenaje para evacuar el agua y hacer mantenimiento a los drenajes naturales existentes. Se aconseja realizar prácticas de manejo de estos drenajes para evitar la erosión hídrica, principalmente en zonas de suelos de ladera.
Establecer prácticas de manejo de conservación de suelos	Realizar manejo de las aguas de drenaje y mantener coberturas verdes sobre el terreno, a fin de limitar la erosión hídrica.
Hacer manejo del sombrío	Se debe realizar un manejo o podas del sombrío, buscando una mayor aireación para disminuir la humedad al nivel del dosel vegetal de la planta de café.

Fuente: Elaboración propia



Déficit de agua en el suelo del cultivo del café

En épocas de bajas precipitaciones que reduzcan la disponibilidad de agua para el cultivo de café, se pueden esperar afectaciones de procesos fisiológicos de la planta, como la transpiración y el transporte de nutrientes desde la raíz hasta los demás órganos. Lo anterior incide en los procesos de formación de fruto, entre ellos la generación de frutos de menor tamaño y frutos de baja calidad organoléptica (Schulz, 2019). Además, estas condiciones de estrés hídrico perjudican el crecimiento y desarrollo del cultivo, limitando la formación de hojas en la planta y provocando la

degradación de la clorofila de las hojas existentes (Cherono et al., 2021).

En términos fitosanitarios, es importante mencionar que los periodos de sequía propician un aumento de enfermedades causadas por ácaros y otros artrópodos presentes en este sistema productivo (Schulz, 2019).

De acuerdo con dichas problemáticas, si pretende tecnificar su cultivo mediante la implementación de algún sistema de riego, pese a que no es una característica común del sistema productivo de

café en Cundinamarca, se hace necesario revisar las recomendaciones definidas en la tabla 3. Aunque esta alternativa de tecnificación ha sido poco explorada en el país, se ha demostrado en otras latitudes que mediante una adecuada programación del riego es posible mejorar la calidad y producción de la planta de café (Cisneros et al., 2006).

Como recomendación final, es importante hacer una correcta planificación del riego, puesto que aún con este nivel de tecnificación es necesario generar periodos de estrés hídricos cortos que permitan inducir la floración en el cafeto (Ramírez et al., 2013).

Tabla 3. Recomendaciones de manejo en periodos de escasa precipitación

Recomendación	Descripción
Definir el diseño y el sistema de riego a implementar	Dada la predominancia de fincas establecidas en zonas de ladera, se aconseja seleccionar un sistema de riego de tipo localizado y autocompensado, como el riego por goteo. Este permite aplicar dosis equitativas de agua a cada planta, sin presentar variaciones por los cambios de presión asociados a la topografía del terreno, mediante un diseño hidráulico adecuado generalmente compuesto de tuberías laterales cortas que no dejan sobrepasar los rangos de presión de funcionamiento de los goteros autocompensados. Asimismo, permite la aplicación de caudales controlados que no generarán problemas de erosión hídrica ni lixiviación de nutrientes en el suelo.
Determinar cuánto regar	Para determinar el requerimiento hídrico diario del cultivo, es importante considerar factores meteorológicos como la evapotranspiración potencial de la región donde está establecido su cultivo, además de factores de cultivo como la densidad de siembra y el coeficiente del cultivo, que depende del estado fenológico de la planta (Ramírez et al., 2013). También se debe tener presente las características edáficas (del suelo) para determinar la capacidad de almacenamiento del suelo y los principios hidráulicos del sistema de riego como la eficiencia de aplicación. En conjunto, todo lo anterior permitirá establecer las dosis diarias de agua que deben ser aplicadas a través de la actividad de riego.
Definir cuándo regar	Al estar en condición de campo abierto, para este tipo de cultivo es recomendable realizar monitoreos de la humedad del suelo, así como balances hídricos diarios cuando haya presencia de tasa de precipitación, con el fin de restar este valor del volumen de aplicación de riego diario. En cuanto al momento específico de aplicación de riego, se sugiere dividir el volumen de agua y aplicar en tres pulsos de riego entre las 8:00 am y las 2:00 pm, ya que estas horas coinciden con los momentos de mayor nivel de radiación y, por ende, en la atmósfera hay un mayor poder evaporativo del agua.

Fuente: Elaboración propia



Aunque en Colombia no es común usar sistemas de riego para este cultivo, la experiencia de otros países ha demostrado que se puede mejorar la calidad y producción de la planta de café mediante una adecuada programación del riego.





CAPÍTULO II Recomendaciones de fertilización

Los análisis de suelo permiten tomar decisiones sobre las fuentes y la cantidad de fertilizantes a emplear, al igual que el análisis de hojas en plantas, el cual determina directamente el balance nutricional en la planta. Actualmente también existen herramientas como el Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS, por sus siglas en inglés), que integra tanto el análisis de suelo como el de hojas en la planta, y el análisis de savia, entre otras técnicas. Estas permiten diagnosticar adecuadamente las condiciones de la planta para estipular la mejor estrategia a implementar en el plan de fertilización o abonado.

es el más usado como herramienta para el diagnóstico de la fertilidad del suelo, dado que es rápido y puede realizarse antes de siembra.

Una vez la muestra llega al laboratorio, comienza el pretratamiento, que consiste en secar la muestra de suelo y luego pasarla por un molino para disminuir el tamaño de los agregados del suelo (terrones) y por un tamiz (malla) para tamizar el suelo y tomar la porción más fina, con la cual inicia el proceso de extracción, que consiste en poner el suelo en contacto con sustancias que extraen el nutriente del suelo y que, al filtrarlo, se obtiene un líquido que contiene el nutriente (llamado alícuota), que pasa a ser evaluado mediante instrumentos de medición capaces de cuantificar el elemento nutriente (figura 5).

Figura 5. Proceso de análisis de suelo en AGROSAVIA.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Mónica Páramo

1

Secado

Temperatura no mayor a 40 °C



2

Molienda y tamizaje

Molino de martillos y tamizaje a 2 mm



3

Extracción

Adición de solución extractora para cada parámetro químico



4

Cuantificación

Potenciómetro, conducímetro, absorción atómica, espectrofotómetro



El análisis químico de suelos permite conocer qué elementos (nutrientes) presentan deficiencia o están en niveles que podrían causar toxicidad, y si existen problemas por acidez, salinidad o sodicidad. Sin embargo, no es suficiente con conocer los aspectos químicos para realizar un plan de fertilización adecuado; también es importante tener en cuenta la física del suelo y la microbiología del suelo, ya que estos tres factores influyen directamente en la absorción de los nutrientes. Una buena absorción depende de la cantidad adecuada de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn), zinc (Zn), boro (B), molibdeno (Mo) y otros benéficos en la solución del suelo (agua del suelo), es decir que el suelo debe tener la capacidad de retener agua y que esta pueda ser tomada fácilmente por la planta. También se requiere suficiente aireación, debido a que las raíces respiran y requieren oxígeno para favorecer su crecimiento (figura 6). En otras palabras, puede que no se evidencie una respuesta positiva a la aplicación de fertilizantes al suelo, debido a que este presenta compactación, que afecta la disponibilidad de agua y oxígeno para las raíces, o se encuentra muy degradado y se comporta como una “harina” en donde no entra el agua, ya que es baja su disponibilidad de oxígeno.

Asimismo, la mayoría de los nutrientes requieren interactuar con microorganismos que facilitan su liberación al agua del suelo para que las plantas los puedan tomar. Algunos de ellos son los hongos llamados micorrizas, que hacen simbiosis con la planta y le ayudan a explorar el suelo para tomar nutrientes; como intercambio, la planta provee azúcares y otras

sustancias para la supervivencia del hongo. De igual forma, existen bacterias que facilitan la liberación del fósforo de los minerales y los pasan al agua del suelo para que la planta pueda absorberlo, o bacterias capaces de fijar nitrógeno para disponerlo a la planta, lo que en últimas favorece la salud microbiológica del suelo y, por ende, la nutrición del cultivo (figura 6).

Figura 6. Absorción de nutrientes por una planta.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado





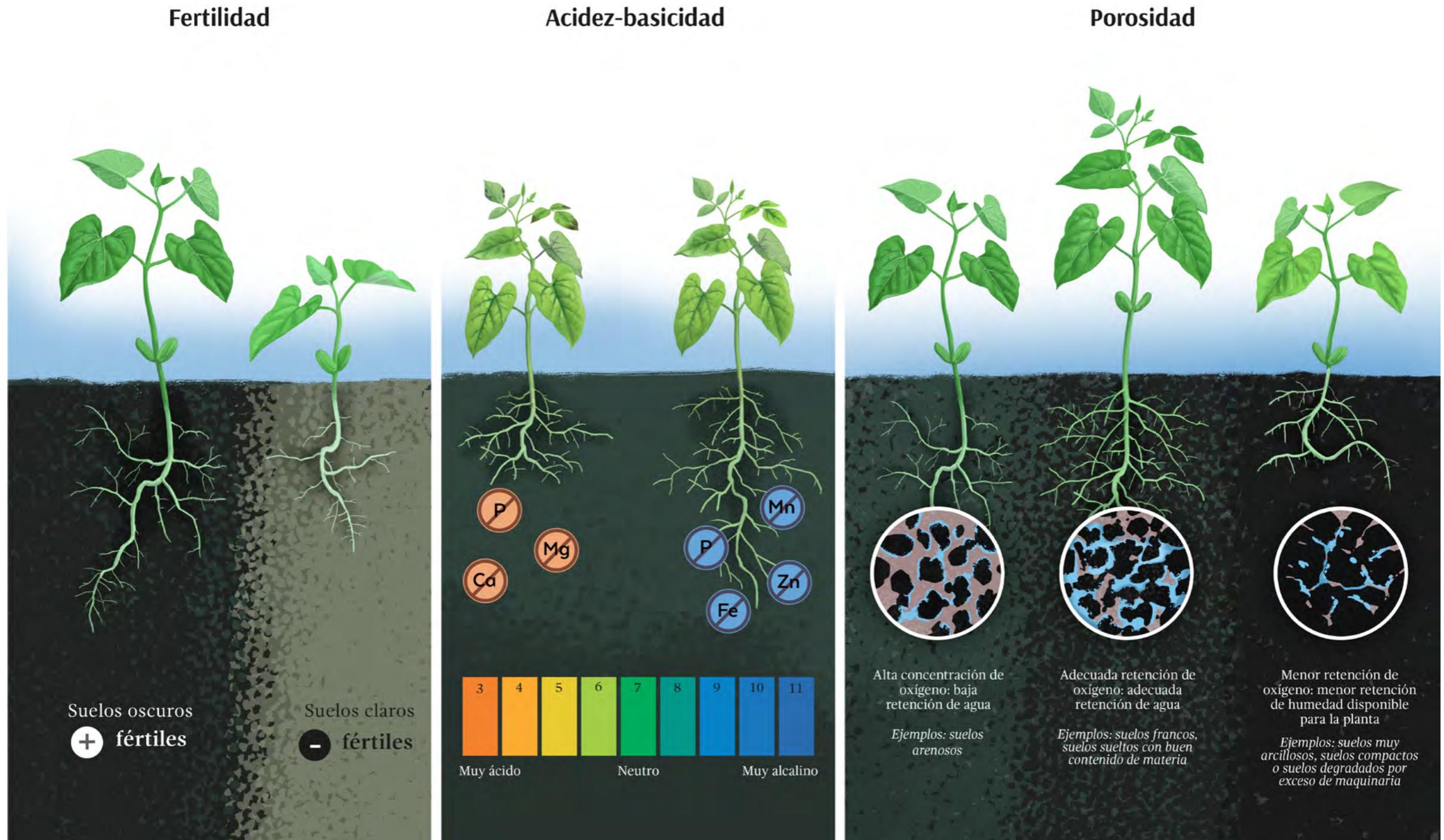
Los parámetros que normalmente mide un análisis de química del suelo son: 1) el pH, que permite identificar si un suelo es ácido, neutro o básico; 2) la conductividad eléctrica, parámetro indirecto para conocer si un suelo tiene problemas por sales (figura 7); 3) la capacidad de intercambio catiónico, que mide la capacidad de almacenamiento de nutrientes del suelo; 4) la acidez del suelo, que determina si existen niveles tóxicos de aluminio que restrinjan el crecimiento de las plantas, y 5) la materia orgánica, que es una medida indirecta de aporte de nitrógeno y los elementos nutrientes como fósforo, azufre, calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre y boro en sus formas disponibles.

Por otro lado, los parámetros físicos para identificar problemas en este aspecto son: 1) la densidad aparente y la densidad real, que indirectamente permiten inferir si un suelo tiene problemas de compactación y conocer, junto con el parámetro de curva de retención de humedad, qué tanta agua retiene un suelo, lo cual es muy útil para entender si el suelo tiene condiciones adecuadas para nutrir la planta y también sirve como herramienta para establecer programas de riego; 2) la textura, que clasifica las partículas del suelo menores a 2 milímetros en limo arcilla y arena y determina qué tan arcilloso o arenoso es, y 3) la estabilidad de agregados, que permite conocer qué tan degradado está un suelo. Vale decir que el uso intensivo de maquinaria agrícola mal manejada degrada el suelo, lo que dificulta la retención de humedad y la toma de nutrientes.



Figura 7. Efecto de algunas características físicas y químicas del suelo en un cultivo.

Fuente: Elaboración propia **Ilustración:** Juan Felipe Martínez Tirado





La salud microbiológica del suelo se puede favorecer con prácticas como la rotación de cultivos o el uso de productos orgánicos compostados.



A nivel microbiológico se pueden determinar poblaciones de microorganismos benéficos como bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fósforo, así como definir, por ejemplo, el porcentaje de colonización de micorrizas en raíces, lo que permitiría inferir la salud del suelo en términos microbiológicos. Aunque estos análisis no son de uso común por parte de los agricultores, con manejos adecuados como rotación de cultivos, uso de productos orgánicos compostados, entre otros, favorecen la salud microbiológica y mejoran este indicador biológico.

De igual forma, se consiguen en los almacenes agrícolas bioproductos con enfoque a la nutrición de cultivos, que se pueden aplicar al suelo para favorecer la nutrición nitrogenada, como es el caso del uso de fijadores biológicos de nitrógeno como *Rhizobium* (figura 8), *Azotobacter* y fosfórica, con el uso de bacterias u hongos solubilizadores de fósforo.



Figura 8. Microorganismo *Azotobacter* spp. promotor de crecimiento.

Foto: Ivonn Gelvez



Importancia del análisis de suelos

El análisis de suelos se puede realizar antes del establecimiento del cultivo, con lo cual es posible conocer sus características y, si es necesario, tomar acciones para adecuarlo antes de sembrar. Ello constituye una ganancia importante, ya que el cultivo iniciará con las mejores condiciones posibles al realizar un programa de fertilización anticipadamente. En el cultivo de café, si el suelo tiene problemas de acidez, se puede mezclar cal con el suelo que se saca del hoyo para sembrar y usarlo para cubrir las raíces de las plantas.

Toma de muestra de suelo en campo para análisis químico

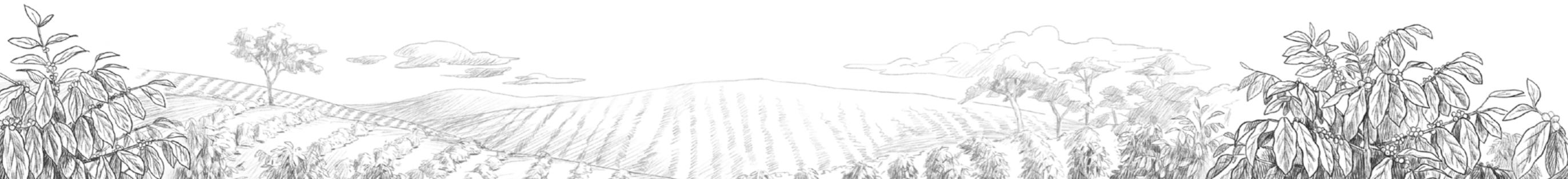
La toma de la muestra en campo para evaluar las propiedades químicas y físicas del suelo es uno de los factores más críticos, ya que se pueden presentar errores asociados a baja representatividad del terreno, tomas de pocas submuestras, contaminación por uso de implementos sucios u oxidados y toma de submuestras en sitios no adecuados.

Un error en la toma de muestra, aunque parezca pequeño, tiene grandes repercusiones en la interpretación del análisis, pues normalmente se lleva al laboratorio un kilogramo de suelo que representa un lote que puede medir media fanegada hasta varias hectáreas. Después del pretratamiento en el laboratorio, de ese kilo de la muestra se toman unos pocos gramos para cuantificar los nutrientes o características del suelo, por lo que si se contamina la muestra con un gramo de cal, por ejemplo, el resultado indicará un aumento en términos de toneladas por hectárea y se interpretará como un suelo con calcio suficiente, cuando posiblemente sea deficiente y requiera su aplicación.

Por lo anterior, es preciso usar siempre implementos limpios, emplear la bolsa indicada para la toma de muestras (preferiblemente nueva), mantener las manos limpias, no fumar mientras se realiza la actividad y seguir los pasos que se detallan en la figura 9.

Figura 9. Proceso de toma de muestras de suelo.

Fuente: Elaboración propia **Fotos:** Rafael Antonio Pedraza y Mario Pedraza



Elementos de especial importancia en el cultivo de café

Se deben realizar aplicaciones de los minerales en el suelo para la adecuada nutrición del cultivo, lo cual va a depender del análisis de suelo. Por tanto, es de especial importancia para el cultivo de café tener en cuenta el plan de fertilización, debido a las implicaciones de la falta de estos elementos. La figura 10 muestra los beneficios y consecuencias de la presencia o deficiencia de nitrógeno, potasio, fósforo y magnesio.

Factores para leer e interpretar correctamente el análisis de fertilidad del suelo y la recomendación de fertilización

La correcta interpretación de los análisis de suelos debe tener como prioridad, entre otros datos, los niveles críticos de interpretación y los requerimientos del cultivo. En la tabla 4 se clasifica de forma general el elemento según sus niveles (bajo y alto).

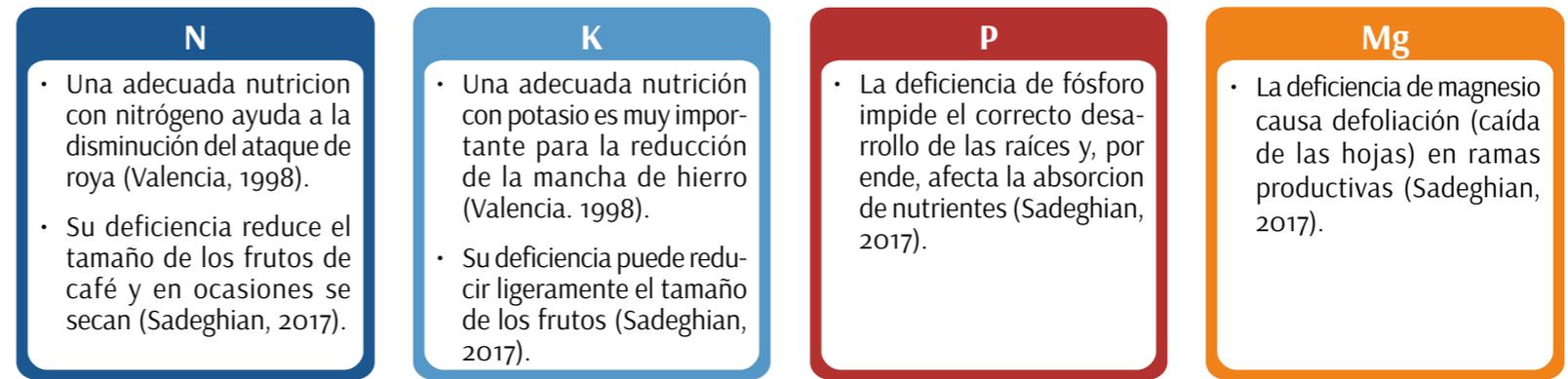


Figura 10. Elementos de especial importancia para el café.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Probabilidad de respuesta según el nivel de los elementos químicos en el suelo

Nivel bajo del elemento en el suelo	Indica una alta probabilidad de respuesta a la aplicación con ese elemento.
Nivel alto del elemento en el suelo	Indica baja probabilidad de respuesta a la aplicación del nutriente. Se debe tener en cuenta qué elemento es y cuál es su importancia específica para el cultivo, con el fin de determinar: <ol style="list-style-type: none"> 1. La aplicación de mantenimiento (aplicación de cantidades bajas que mantengan los niveles del elemento en el suelo). 2. La no aplicación. 3. La aplicación moderada (busca garantizar la productividad del cultivo).

Fuente: Elaboración propia



El informe que entrega AGROSAVIA presenta (para los elementos nutrientes) la clasificación en términos de alto, medio y bajo y muestra una gráfica de barras para mayor facilidad de entendimiento del nivel de los nutrientes (figura 11), lo que permite identificar rápidamente los elementos en los cuales se debe enfocar el plan de fertilización.

Aunque el informe contiene la interpretación de resultados, AGROSAVIA entrega un plan de fertilización

que orienta la decisión de abonado, el cual se presenta con un diagnóstico de fertilidad y detalla lo encontrado en el análisis de suelo.

La primera parte, que describe el diagnóstico de los resultados e indica el estado del suelo en términos de fertilidad, se centra en los elementos a aportar y si es necesario realizar un proceso de acondicionamiento del suelo para optimizar la nutrición del cultivo (figura 12).

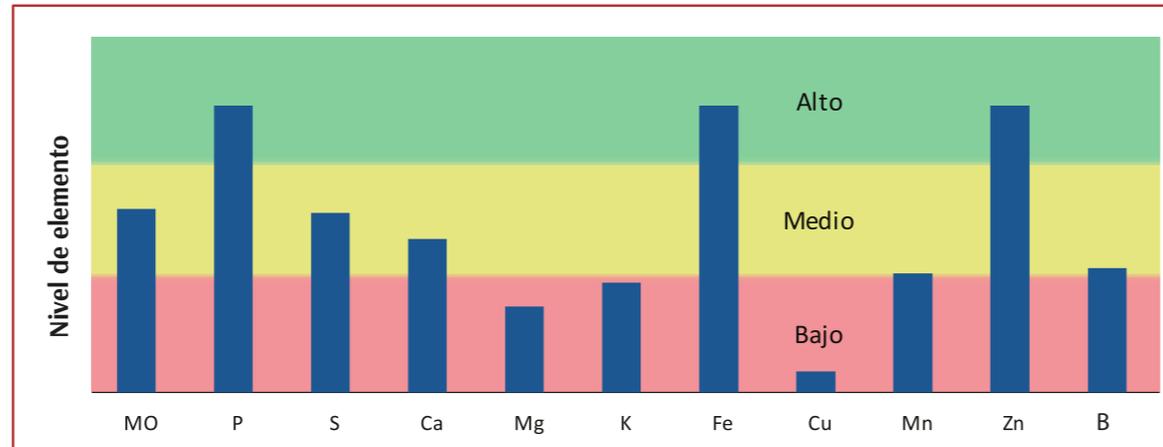


Figura 11. Gráfica de interpretación del análisis de fertilidad de suelos entregado por AGROSAVIA.

Fuente: Elaboración propia

DIAGNÓSTICO DE LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SUELO

Suelo con reacción muy fuertemente ácida, con saturación alta de Aluminio; por lo tanto, se recomienda la aplicación de enmiendas calcáreas para manejar acidez y mejorar la disponibilidad de nutrientes. Disponibilidad moderada de Nitrógeno considerando el porcentaje medio de materia orgánica, se recomienda la aplicación de Nitrógeno. Para el Fósforo no se recomienda su aplicación actualmente, para Azufre se recomienda su aplicación debido a su moderado contenido en el suelo. Para las bases de cambio Calcio, Potasio y Magnesio se recomienda su aplicación debido a sus moderados a bajos niveles edáficos. En cuanto a los micronutrientes se aconseja añadir Boro dadas sus moderadas concentraciones nativas, para Hierro, Manganeso y Zinc no se sugiere aportarlos.

Figura 12. Ejemplo del diagnóstico de análisis de suelo reportado en el plan de fertilización que entrega AGROSAVIA.

Fuente: Elaboración propia



- La gráfica de interpretación de resultados del análisis entregado por AGROSAVIA permite identificar rápidamente los elementos en los cuales se debe enfocar el plan de fertilización.



La segunda parte del plan de fertilización es la definición de la cantidad de nutrientes (figura 13), que se realiza con base en los niveles del análisis de suelos y estudios de fertilización y nutrición del cultivo de café que han sido principalmente desarrollados por Cenicafé. La cantidad recomendada de nutrientes puede ser ajustada de acuerdo con las particularidades que se encuentren en la finca.



CANTIDAD DE NUTRIENTES APORTADOS EN EL PLAN DE FERTILIZACIÓN

NITRÓGENO	FÓSFORO	POTASIO	CALCIO	MAGNESIO	AZUFRE	HIERRO	MANGANESO	ZINC	BORO
Kg/ha									
150.0	0.0	69.0	26.0	19.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.5

Figura 13. Ejemplo de informe en el cual se indica la cantidad de nutrientes aportados a partir de la interpretación de un análisis de suelo.

Fuente: Elaboración propia

DOSIS DE FERTILIZANTE Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

Primera abonada (1 mes después de siembra)

• Yeso Agrícola	18.0 kg/ha	3.0 gramos por planta
• Urea	40.0 kg/ha	7.0 gramos por planta
• KCl	30.0 kg/ha	5.0 gramos por planta
• Bórax	2.5 kg/ha	0.4 gramos por planta

Segunda abonada (5 meses después de siembra)

• Yeso Agrícola	18.0 kg/ha	3.0 gramos por planta
• Urea	50.0 kg/ha	9.0 gramos por planta
• Sulfato de Magnesio	31.0 kg/ha	6.0 gramos por planta

Tercera abonada (9 meses después de siembra)

• Yeso Agrícola	18.0 kg/ha	3.0 gramos por planta
• Urea	65.0 kg/ha	12.0 gramos por planta
• KCl	40.0 kg/ha	7.0 gramos por planta
• Bórax	2.5 kg/ha	0.4 gramos por planta
• Sulfato de Magnesio	31.0 kg/ha	6.0 gramos por planta

Cuarta abonada (13 meses después de siembra)

• Yeso Agrícola	18.0 kg/ha	3.0 gramos por planta
• Urea	80.0 kg/ha	15.0 gramos por planta
• Sulfato de Magnesio	31.0 kg/ha	6.0 gramos por planta

Quinta abonada (17 meses después de siembra)

• Yeso Agrícola	18.0 kg/ha	3.0 gramos por planta
• Urea	90.0 kg/ha	17.0 gramos por planta
• KCl	45.0 kg/ha	8.0 gramos por planta
• Sulfato de Magnesio	31.0 kg/ha	6.0 gramos por planta

Figura 14. Ejemplo de dosis y épocas de aplicación en una muestra de suelo para el cultivo de café.

Fuente: Elaboración propia



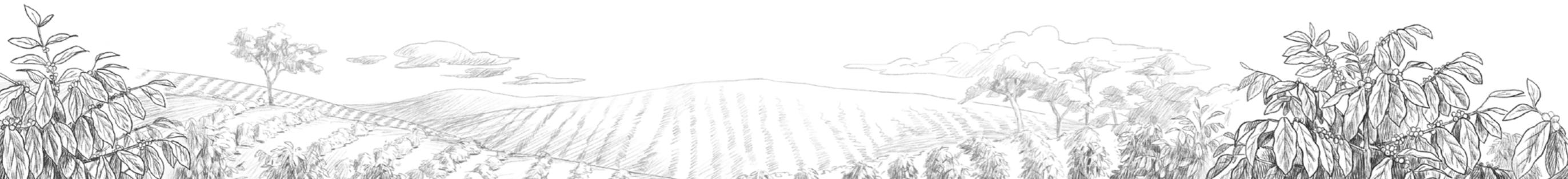
Para el café se establece la aplicación de fertilizantes fosfóricos y menores al momento de siembra, y cuando el cultivo se encuentra establecido, se recomienda la aplicación una vez al año.



A partir de los nutrientes definidos, se establecen las fuentes fertilizantes con las cuales se aporta la cantidad de nutrientes recomendados. Aunque estas fuentes se pueden adquirir en los almacenes agrícolas, no siempre se encuentran los fertilizantes en todas las regiones; por tanto, es posible ajustar a otra fuente fertilizante con miras a aportar el nutriente.

La aplicación de los fertilizantes se organiza en diferentes épocas según el cultivo. Para el café se establece la aplicación de fertilizantes fosfóricos y menores al momento de siembra, y cuando el cultivo se encuentra establecido, se recomienda la aplicación una vez al año. Para elementos móviles o con fuentes solubles, se establece su aplicación antes de las cosechas mitaca y principal (figura 14), con el objetivo de aportar en los momentos críticos para la producción, aunque puede ser ajustada o fraccionarse de acuerdo al manejo de su cultivo.

Recuerde que el uso del análisis de química de suelos es una valiosa herramienta para tomar la mejor decisión de abonado, con miras al aumento de la producción y reducción de costos.





CAPÍTULO III

Principales plagas del cultivo de Café

Este capítulo presenta los principales insectos y ácaros (tabla 5), así como los principales microorganismos patógenos (tabla 6) que tienen un impacto económico en el cultivo de café (figura 15).



Roya del café: *Hemileia vastatrix*

Foto: Cristian Bohórquez

Figura 15. Principales insectos, ácaros y demás microorganismos patógenos que afectan el cultivo de café.

Fuente: Elaboración propia

Ilustración: Juan Felipe Martínez Tirado

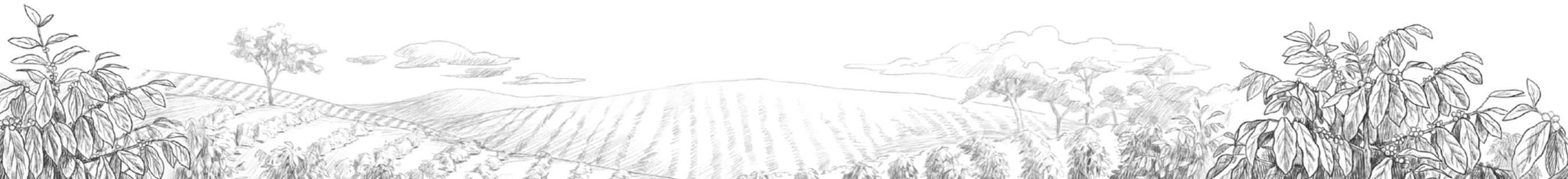
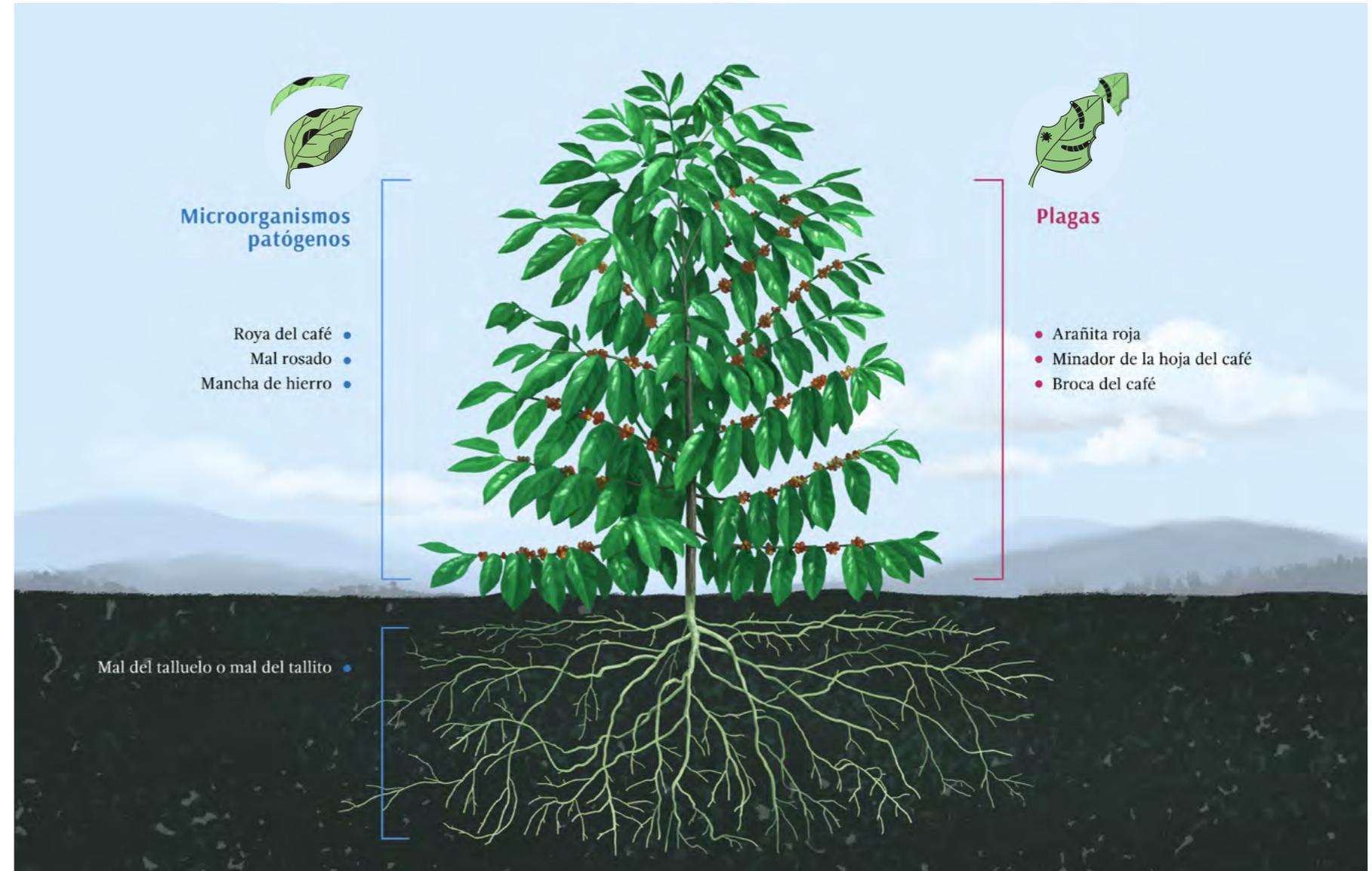




Tabla 5. Principales insectos y ácaros limitantes en el cultivo de café

Nombre común	Nombre científico (Orden: Familia)	Síntomas	Tipos de manejo
Arañita roja	<i>Oligonychus yothersi</i> (McGregor) (Acari: Tetranychidae)	Puntos amarillos en la superficie de las hojas, que reducen la capacidad fotosintética. En poblaciones altas del ácaro, se observan hojas de color bronce que caen prematuramente.	Liberación de insectos parasitoides y ácaros depredadores y aplicación de bioproductos a base de hongos entomopatógenos. Aplicación de insecticidas de síntesis química.
Minador de la hoja del café	<i>Leucoptera coffeella</i> (Guérin-Méneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae)	Presencia de galerías o minas en hojas, que reducen la capacidad fotosintética, generan la caída de hojas y, por ende, disminuyen la producción.	Liberación de insectos parasitoides. Aplicación de insecticidas de síntesis química.
Broca del café	<i>Hypothenemus hampei</i> (Ferrari)	La hembra adulta taladra el fruto del café, haciendo galerías en el endosperma del grano de café, para reproducirse y alimentarse, lo que afecta la calidad del producto final y favorece el ingreso de microorganismos patógenos y otros artrópodos plaga. Finalmente, se presenta la caída prematura de granos, pues al no tener granos maduros los adultos de la broca perforan y dañan frutos verdes.	Trampas con cebos atrayentes para la realización de monitoreo y estimación de umbrales de daño. Realizar el control Re-Re (recolección oportuna y repases), cosechando oportunamente los frutos maduros y con repase en cada cosecha. Liberación de hormigas depredadoras, parasitoides, y aplicación de bioinsumos a base de hongos entomopatógenos. Aplicaciones de insecticidas de síntesis química.

Fuente: Elaboración propia

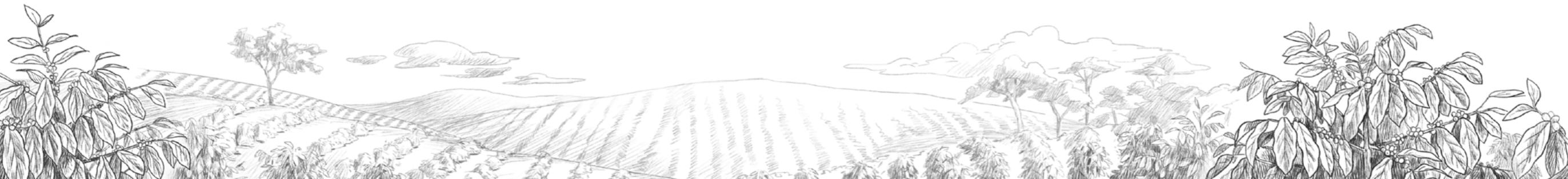
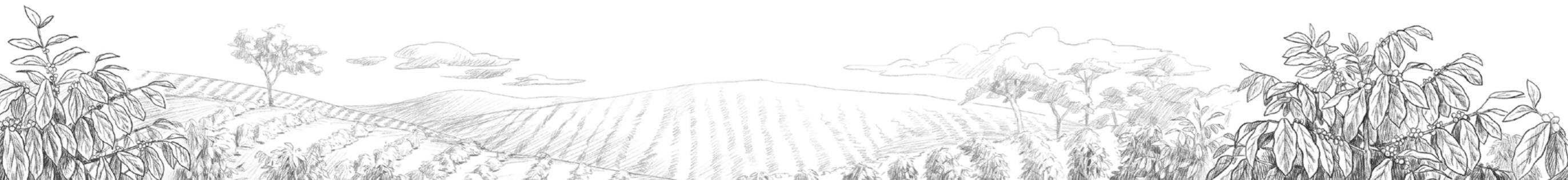


Tabla 6. Microorganismos patógenos limitantes en el cultivo de café

Nombre común	Nombre científico	Síntomas	Tipos de manejo	Nombre común	Nombre científico	Síntomas	Tipos de manejo
Roya del café	<i>Hemileia vastatrix</i>	La enfermedad afecta a las plantas de café mediante la caída prematura de las hojas infectadas. Esto puede ocasionar una disminución en el rendimiento del 50 %.	La renovación de cafetales con materiales resistentes a la roya es la opción de manejo más eficiente y sostenible económica y ambientalmente.	Mal del talluelo o mal del tallito	Complejo de patógenos habitantes naturales del suelo	La enfermedad se caracteriza por presentar una lesión de color pardo oscura o negra en la parte media del tallo, lo que provoca marchitamiento y volcamiento de las plántulas o el <i>damping off</i> .	Se recomienda su control mediante el uso de microorganismos biocontroladores como <i>Trichoderma</i> sp.
	Berkeley y Broome	Los síntomas corresponden a lesiones cloróticas, con decoloración de áreas de la hoja, gran presencia de urediniosporas del hongo, que se reconoce como el polvillo amarillo o naranja ubicado por el envés de la hoja afectada. A mayor número de hojas enfermas, mayor es el impacto de la producción.	Se recomienda un manejo adecuado del cultivo mediante herramientas como el control biológico, cultural y químico.				
Mal rosado	<i>Corticium salmonicolor</i>	Este hongo afecta sitios húmedos como tallos, ramas, hojas y frutos. Se caracteriza por un crecimiento micelial blanco en forma de telaraña y posteriormente forma esclerocios en forma de motas de algodón. Las plantas afectadas presentan follaje amarillento, marchitez y defoliación.	El control se debe realizar a través del mantenimiento del sombrío del cultivo y la eliminación de plantas afectadas. También se puede utilizar el control químico biológico.	Virus	Caulimovirus	Los síntomas están asociados con clorosis, manchas anulares, mosaico, deformación de las hojas, necrosis y defoliación de las plantas. La transmisión se produce en baja proporción por medios mecánicos en condiciones de campo. La severidad de los síntomas depende de la variedad de café que afecta el virus: Caturra, Típica y Colombia. Las hojas se observan amarillentas, con aumento de nervaduras, manchas necróticas y hojas con bajo brillo. De igual forma, deformación en la lámina foliar por sobrecrecimiento, luego se presenta necrosis de la hoja y, por consiguiente, su caída; el tamaño de las plantas es menor. Los síntomas se observan tanto en plantas adultas como jóvenes.	Se recomienda realizar la desinfección de la maquinaria o elementos empleados en el manejo del cultivo. Se reporta la transmisión a través de injerto de plantas contaminadas y a través de áfidos; por lo tanto, se debe realizar el manejo integrado de plagas.
Mancha de hierro	<i>Cercospora coffeicola</i>	Esta enfermedad se presenta a cualquier edad del cultivo, afectando especialmente a cultivos que se encuentran a libre exposición solar o con bajo porcentaje de sombrío, nutrición deficiente y altos porcentajes de humedad en el suelo. Afecta el follaje y los frutos, los cuales presentan necrosis en forma de círculos de color pardo claro o marrón rojizo, causando retraso del crecimiento y desarrollo de la planta, defoliación, caída de frutos, y afectando negativamente la calidad del grano.	El control se debe realizar a través del mantenimiento del sombrío del cultivo y la eliminación de plantas afectadas. También se puede utilizar el control químico.	Virus de los anillos cloróticos del café	Coffe ringspot virus Género: <i>Nucleorhabdovirus</i> Familia: <i>Rhabdoviridae</i> CoRSV	Los síntomas se pueden manifestar en el fruto, en las ramas y principalmente en las hojas, en donde se manifiestan por la pérdida de brillo, defoliación, deformación de la nervadura, presencia de clorosis foliar y moteado distribuido uniformemente sobre la hoja. El virus es transmitido por ácaros y predispone al ataque secundario por microorganismos oportunistas como los hongos. El virus ocasiona pérdida de productividad, pero las cifras no han sido determinadas y son subestimadas.	No se tiene un tratamiento para las enfermedades ocasionadas por virus; se debe enfocar en el control preventivo. Se sugiere el uso de variedades resistentes. Se debe realizar un control de los insectos que transmiten el virus.

Fuente: Elaboración propia





CAPÍTULO V

Productos y servicios de AGROSAVIA



AGROSAVIA cuenta con diferentes desarrollos de ofertas tecnológicas (OT), las cuales se definen como los productos o procesos generados y validados a partir de los resultados de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación), que tienen gran utilidad y valor para de los sistemas agropecuarios colombianos. Se clasifican en oferta de tecnología y productos y servicios, y se encuentran al servicio del productor agropecuario y demás actores.

En la tabla 7 se definen algunos productos y servicios aplicables a los cultivos de café.

Tabla 7. Productos y servicios de AGROSAVIA para el cultivo del café

Servicio		Descripción
Análisis de fertilidad completo en muestras de suelo		Para tomar la mejor decisión de abonado en el cultivo de café, es recomendable el análisis de fertilidad de suelos. AGROSAVIA ofrece un paquete con la determinación de pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico, acidez y aluminio intercambiable, fósforo, azufre disponible, calcio, magnesio, potasio y sodio intercambiables, y los menores hierro, manganeso, zinc y boro.
Análisis completo de material vegetal		Comprende el análisis de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, hierro, manganeso, zinc y boro. Es de utilidad realizar el análisis en café antes de las cosechas, con el fin de establecer si es necesario ajustar y complementar la fertilización edáfica (en suelo).
Análisis de curva de retención de humedad		Es de gran utilidad para el establecimiento del programa de riego en los cultivos.
Análisis microbiológico de suelo		Evalúa el recuento de bacterias presuntivas fijadoras de nitrógeno, recuento de bacterias presuntivas solubilizadoras de fósforo, recuento de bacterias mesófilas aerobias, hongos totales y actinomicetos.

Fuente: Elaboración propia

Fotos: Mónica Páramo



	<p>Consulte el portafolio de servicios para el agro colombiano en: https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/servicios-de-laboratorio</p>
	<p>Adquiera los productos y servicios de AGROSAVIA ingresando directamente a la tienda virtual en: https://agrosavia.vendty.com</p>
	<p>En la comunidad de extensionistas y asistentes técnicos de Colombia de AGROSAVIA, Linkata (https://www.linkata.co/), se pueden intercambiar experiencias, conocimientos y establecer diálogos en los foros y blogs con temáticas especializadas y estratégicas para el agro.</p>

Para facilitar el acceso al servicio de análisis de suelos en todo el país, la alianza entre AGROSAVIA y Efecty - Servientrega le permite acercarse a un punto de entrega y realizar el proceso de compra y envío de las muestras. Siga las instrucciones descritas en la figura 16. Con la bolsa de colecta se entrega un plegable que contiene las indicaciones para la toma de muestras, un proceso fundamental para el éxito de las pruebas.

Conozca los puntos habilitados y autorizados para el trámite de las muestras en https://www.agrosavia.co/media/3799/puntos-agrosavia-efecty-servientrega_2019.pdf

Para mayor información, escríbanos a atencionalcliente@agrosavia.co

Figura 16. Paso a paso para solicitar el proceso de análisis de suelo.

Fuente: Elaboración propia

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Realice su Análisis de suelos

Paso 1
Acérquese a un centro de soluciones Servientrega-Efecty habilitado y realice el pago por concepto de análisis de fertilidad de suelos AGROSAVIA

Paso 2
Una vez cancelado el análisis de suelos recibirá un instructivo y bolsa de seguridad para recolectar la muestra

Paso 3
Tome la muestra en terreno y diligencie el formato de la bolsa de acuerdo con las recomendaciones del instructivo

Paso 4
Diríjase al Centro de Soluciones Servientrega más cercano, realice el envío al Centro de Investigación Tibaitatá, Km 14 vía Mosquera y cancele el valor del envío

Paso 5
15 días hábiles después, se enviará el resultado del análisis al correo electrónico indicado por el solicitante. Si requiere el reporte de resultados en físico, enviar solicitud con la dirección de residencia para el envío

Recuerde conservar su **tirilla de pago** de Efecty y Servientrega para cualquier solicitud o reclamo

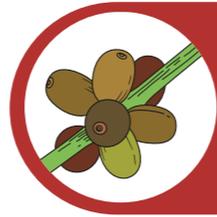
Recuerde que los puntos habilitados los encuentra en nuestra página web www.agrosavia.co

IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DEL SUELO:

El análisis de suelo es una herramienta de decisión que establece los niveles de nutrientes del suelo de su finca, y teniendo en cuenta los requerimientos y respuesta del cultivo a la fertilización, permite generar planes balanceados de fertilización en busca de una mayor producción de su cultivo.

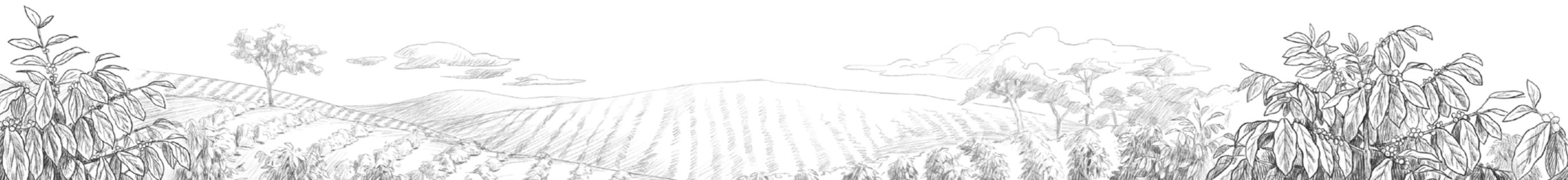
Más información:
Página Web: www.agrosavia.co
Correo electrónico: suelos@agrosavia.co
Línea de atención: (1) 4227300 Extensión 1369


El campo es de todos
Minagricultura



Referencias

- Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. (s. f.a). *Cartilla cafetera 1*. <https://www.cenicafe.org/es/publications/C1.pdf>
- Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé]. (s. f.b). *Sembrar variedades mejoradas con resistencia durable a la roya*. Consultado abril 21, 2022, en https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/variedades_mejoradas
- Cisneros, E., Rey, R., Zamora, E., & González, F. (2006). Influencia del manejo del riego en el rendimiento del cafeto. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(2), 42-46
- Cherono, S., Ntini, C., Wassie, M., Mollah, M. D., Belal, M. A., Ogutu, C., & Han, Y. (2021). Exogenous application of melatonin improves drought tolerance in coffee by regulating photosynthetic efficiency and oxidative damage. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 146(1), 24-32.
- Comité de Cafeteros de Cundinamarca. (s. f.). *Café de Cundinamarca*. Consultado abril 21, 2022, en <https://cundinamarca.federaciondefcafeteros.org/cafe-de-cauca/>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica]. (2015). *Sistema de apoyo para la toma de decisiones agroclimáticamente inteligente SE-MAPA*. <http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/SEMapa/>
- Cortina, H. A., Moncada, M. P., & Herrera, J. C. (2012). Variedad Castillo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 426, 1-12. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avto4261.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros. (2022, 12 de enero). Producción de Café en Colombia cierra 2021 con 12,6 millones de sacos. Consultado abril 21, 2022, en <https://federaciondefcafeteros.org/wp/listado-noticias/produccion-de-cafe-de-colombia-cierra-2021-en-126-millones-de-sacos/>
- Gaitán, A., Flórez, C., García, J., Benavides, P., Gil, Z., Sadeghian, S., Lince, L. A., Salazar, L. F., Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Ramírez, C. A., Peñuela, A. E., Rodríguez, N., Quintero, L. V., & López, J. (2016). Evento de La Niña en Colombia: recomendaciones para la caficultura. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé). <https://www.cenicafe.org/es/publications/AVTo467.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2020). *Cadena de Café. Dirección de Cadenas y Forestales. Primer trimestre 2020*. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Cafe/Documentos/2020-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>
- Peña, A. J., Ramírez, V. H., Valencia, J. A., & Jaramillo, Á. (2012). La lluvia como factor de amenaza para el cultivo del café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, 415, 1-8. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avto415.pdf>
- Ramírez, V. H., Jaramillo, A., & Arcila, J. (2013). Rangos adecuados de lluvia para el cultivo de café en Colombia. *Avances Técnicos Cenicafé*, 395, 1-8. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avto395.pdf>
- Sadeghian, S. (2017). Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café. Diagnóstico y manejo. *Avances Técnicos Cenicafé*, 478, 1-12. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avto478.pdf>
- Schulz, C. J. (2019). *Análisis sobre vulnerabilidad y capacidad adaptativa al cambio climático de fincas cafetaleras de Guatemala* [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. Repositorio Catie. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9211/Analisis_sobre_vulnerabilidad_y_capacidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional, escala 1:100.000*. UPRA; Universidad Nacional de Colombia. <https://upra.gov.co/web/guest/uso-y-adequacion-de-tierras/evaluacion-de-tierras/metodologias-upra>
- Valencia, G. (1998). *Manual de nutrición y fertilización del Café*. Instituto de la Potasa y el Fósforo (Inpofos).



Distribución gratuita
Prohibida su venta

Esta cartilla hace parte de una colección de cinco sistemas productivos presentes en el trópico alto colombiano con recomendaciones generales para el manejo del cultivo. Acceda a las demás cartillas de papa, pastos, caña de azúcar para la producción panelera y fríjol:

