



Por:

Laboratorios A-L de México S.A. de C.V.

EL CULTIVO DE CAFÉ

Contenido

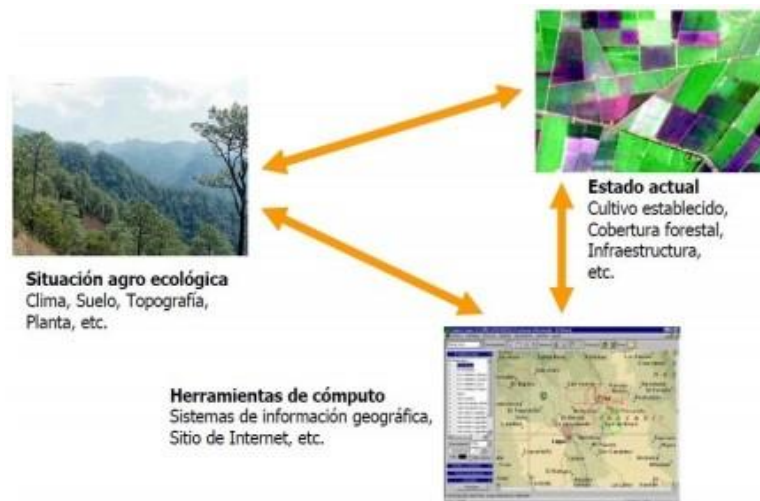


1. Introducción
2. Objetivos
3. El cultivo del café
4. El Muestreo foliar del cafeto
5. El Análisis foliar del cafeto
6. Fertilización Foliar
7. Limitaciones de la nutrición foliar
8. Síntomas de Deficiencia de Boro
9. Funciones del Boro
10. Resistencia a Enfermedades
11. Resistencia a Heladas
12. Deficiencias de Boro en Café

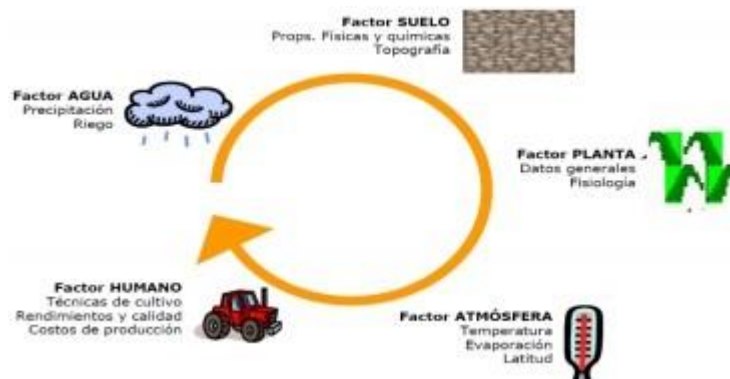
1. Características del suelo

El proceso de Desarrollo Agronómico de una zona cafetalera se apoya en diferentes herramientas analíticas y de cómputo. A partir de la obtención y procesamiento de información de cada uno de los factores que conforman el entorno agroecológico de cada sitio de producción, se generan recomendaciones agronómicas de cultivo (fertilización y acondicionamiento del suelo cafetalero) y se establecen los sistemas e control de la planta de café en sus etapas de crecimiento, mediante programas de análisis foliares. La finalidad es aumentar la eficiencia y la productividad en el cultivo de café, bajo condiciones rentables, competitivas y sustentables.

El proyecto se basa en la definición de la situación agroecológica, el conocimiento del estado actual de cada sitio geográfico y el manejo de toda esta información por medio de herramientas de cómputo adecuadas.



El estudio de la situación agroecológica de cada zona geográfica se basa en la Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera- Actividad Humana, tal como se muestra en el gráfico.



2. Objetivos

Mejorar el proceso de producción agrícola estableciendo controles de fertilidad de suelo y controles de la calidad y homogeneidad de los granos de café producidos. Así mismo establecer sistemas sencillos de información que permitan:

- Conocer a detalle, en cada momento, cada uno de los componentes del sistema de producción cafetalera: Agua, Suelo, Planta y Clima, sistemas de cultivo y resultados obtenidos, para cada zona o región bajo estudio.
- Definir la mejor estrategia de manejo de cada uno de los factores para el incremento de la producción y productividad de la zona cafetalera.
- Dar seguimiento a los procesos productivos en campo, conjuntando la información para su análisis, toma de decisiones y registro.

Toda esta información aquí brevemente descrita es base para la elaboración de los planes de desarrollo agronómico de cada zona cafetalera, así como de los aspectos necesarios para su ejecución.

3. El cultivo del café

El cafeto posee un sistema radicular poco extenso, pero con alta demanda de oxígeno por lo que exige suelos con buena estructura física, suelos con 50 cm mínimo de profundidad, con adecuada aireación, buen drenaje interno, buena capacidad de retención de humedad, etc. Esta buena condición física del suelo es tanta o más importante que la misma aplicación del fertilizante.

El cafeto se adapta mejor en suelos de reacción ácida a ligeramente ácida (pHs de 5.5 a 6.0). Puede crecer bien aún en suelo de pH más ácido, siempre y cuando el nivel de Calcio y Magnesio no sea limitante. Con cierta frecuencia se observa respuesta del cafeto al encalado en suelos con pH menores de 6.0. Es importante no incurrir en errores de sobre encalado, porque esto propicia de inmediato las deficiencias de micronutrientes como Hierro, Zinc y Boro; la presencia adecuada de este último elemento es importante en el cultivo.

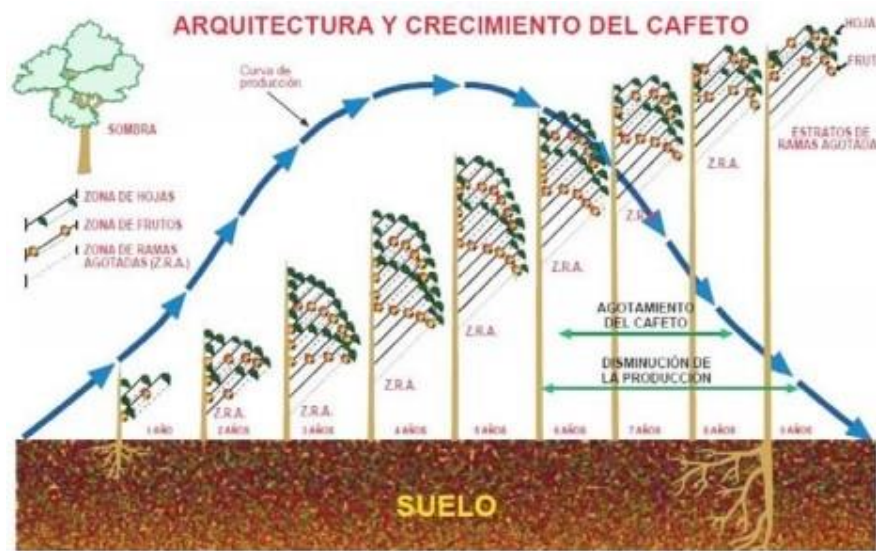
Los requerimientos de cal agrícola (usualmente carbonato de calcio) deben ser determinados previo análisis de Laboratorio. Una de las principales labores culturales en el cafeto debe estar encaminada a mantener en el suelo un buen nivel de materia orgánica. En general el contenido mínimo de M.O. de un suelo para cafeto se considera alrededor de 4-6 %, parámetro medido por la técnica de combustión. ("LOI method"). El uso de abono orgánico (compostas, biofertilizantes) resulta muy adecuado en cafeto. El contenido de nutrientes del abono orgánico puede fluctuar

ampliamente por lo que se recomienda hacer análisis previos para establecer el Índice Agrícola de la composta que se pretende aplicar.

Para obtener buenas producciones de café, es necesario que el cafeto tenga siempre ramas y crecimiento de tallos nuevos y productivos. Para lograrlo la clave es: poda de cafetos, de sombra y fertilización balanceada racional, control de roya y broca del fruto.

Una de las principales labores culturales en el cafeto debe estar encaminada a mantener en el suelo un buen nivel de materia orgánica. En general el contenido ideal de M.O. del suelo para cafeto se dice está alrededor de 10 % El uso de abono orgánico (estiércol, composta) resulta muy adecuado en cafeto.

El contenido de nutrientes del abono orgánico puede fluctuar ampliamente por lo que se recomienda hacerle un análisis.



Para obtener buenas producciones de café, es necesario que el cafeto tenga ramas crecimiento de tallos nuevos y productivos siempre. Para lograrlo la clave es: poda de cafetos, de sombra y fertilización balanceada racional, control de roya y broca del fruto.

Cuando se aplica composta al cultivo del café, las especificaciones de la composta por lo general señalan contenidos promedio de 0.8 a 2.0% de N, 0.5 a 1.5% de P₂O₅ y 0.8 a 1.8% de K₂O. El valor de la composta podrá elevarse considerablemente, si a cada tonelada de materia seca se le añaden:

- 3 a 5 kg de nitrógeno (N)
- 6 kg de fósforo (P₂O₅)
- 9 kg de potasio (K₂O)
- 30 a 40 kg de dolomita o
- 10 a 20 kg de cal agrícola + 2 a 4 kg de Sul-Po-Mag/K-Mag

Ejemplo de un Reporte de Fertilidad de Suelo para cultivo de café

ANÁLISIS DE SUELO

Compañía / Empresa		Reporte Cuenta Fecha Página A-L-Agrónomo Oscar Ruiz
Granja ID: Recepción:		Firma

Alt Campo ID: Campo ID: Muestra Firma

Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACIÓN					Capacidad Intercambio	
			Muy Baja	Baja	Medio	Óptima	Muy Alta	Reserva	Activa
pH Suelo	pH 1	5.9						29.3	meq/100g
pH Tampón								Equivalencia Calcio	
Materia orgánica	Comb.	4.3 % S.M. 143						K	2.8
Fósforo (P)	MS	25 ppm						Ca	56.0
Potasio (K)	MS	285 ppm						Mg	19.8
Calcio (Ca)	MS	3263 ppm						H	39.8
Magnesio (Mg)	MS	897 ppm						Na	4.8
Azúfre (S-SO ₄)	MS	41 ppm						K/Mg	0.13
Boro (B)	MS	1.4 ppm						Ca/Mg	2.83
Cobre (Cu)	MS	1.8 ppm							
Hierro (Fe)	MS	127 ppm							
Manganeso (Mn)	MS	43 ppm							
Zinc (Zn)	MS	6.0 ppm							
Sodio (Na)	MS	81 ppm							
Conductividad									
Nitrógeno-Nitrato									

RECOMENDACIÓN

Cultivo: Café-Huerto establecido Meta de Rendimiento: Óptimo Rec Unidad: KG/Ha

Year	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	B	Ca	Mn	Zn	Fe
0	120-250	100	100	0	0	0	2.0	2	0	0
Cultivo: Rec Unidad:										
Year	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	B	Ca	Mn	Zn	Fe

Comentarios:
Café-Huerto establecido
- Los rangos óptimos para los % de Saturación de Cationes son: %K (5 a 7); %Ca (70 a 80); %Mg (10 a 20); %H (<20); y %Na (<8) . El símbolo "<" significa menor a.
La relación K/Mg se considera óptima entre 0.25 y 0.50. Menor a 0.25 es baja y mayor de 0.50 es alta.
La relación Ca/Mg se considera óptima entre 6 y 7.5. Menor a 6 es baja y mayor de 7.5 es alta.

Para arbustos jóvenes (hasta 18 meses de edad que inicia la floración), aplicar 3 a 5 kg/árbol y para árboles mayores de 2 años, aplicar 5 a 10 kg. Se recomienda mezclar el suelo de las cepas con el abono orgánico y/o la enmienda, antes de la realización de su plantado. Un método muy efectivo para el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el incremento de los rendimientos se logra a través de la combinación de tratamientos de fertilizante de tipo orgánico y mineral.

La deficiencia de Nitrógeno se reconoce a través de un amarillamiento uniforme del follaje, apareciendo luego marchites de los ápices foliares si la deficiencia es más aguda.

Por otro lado, se deberá evitar el exceso de Nitrógeno, ya que ello provoca exceso de follaje a expensas de la floración. La división de la dosis total de Nitrógeno en dos

a cuatro aplicaciones con frecuencia da resultados satisfactorios: principalmente se debe suministrar una primera aplicación 3-4 semanas después de la floración, y la restante, a continuación de la recolección.

Las necesidades de Nitrógeno para el cafeto son mínimas al comienzo de la floración aumentando rápidamente con el inicio de formación de las cerezas, hasta la maduración de estas. La deficiencia fosfórica se manifiesta por primera vez cuando el desarrollo del cafeto está ya en una fase avanzada, apareciendo manchas necróticas amarillo-bronceadas en los ápices foliares, antecediéndole un color verde oscuro. Al inicio de la plantación, en los hoyos o cepas se debe colocar el fertilizante fosforado mezclado con el suelo.

La deficiencia de Potasio se manifiesta también durante los estados avanzados de crecimiento, apareciendo una necrosis amarillo-rojiza de los márgenes foliares en hojas adultas. Así mismo una deficiencia de Potasio inhibe el desarrollo radicular. Mientras que el N y el P son particularmente importantes en las primeras fases de desarrollo del arbusto, el N y el K lo son para los arbustos ya cargados. Una balanceada relación N:P:K es de trascendencia especial para la uniforme maduración de las cerezas del cafeto. La deficiencia de magnesio se presenta en las hojas correspondientes al crecimiento del año anterior, en ramas con cosecha en forma de clorosis intervenal.

El Magnesio deberá incluirse en el plan de fertilización si el análisis de suelo revela un contenido inferior a 215 ppm, o si su saturación es inferior a 10%. Así mismo se deberá considerar si la relación K:Ca:Mg no se aproxima a 1:6:2.

Resulta fácil provocar un desequilibrio en el suelo en la relación K/Mg por la adición excesiva del primero o un desequilibrio en la relación Ca/Mg por efecto de un sobre encalado. El Azufre a pesar de ser un nutriente móvil dentro de la planta, manifiesta su deficiencia con un amarillamiento de las hojas jóvenes. Su oportuna aplicación produce respuesta favorable del cafeto.

De los micronutrientes el Boro y el Zinc parecen ser frecuentemente más deficientes en cafeto, aun cuando deficiencias de Cobre, Manganeseo, Hierro y Molibdeno también han sido detectados. Para que la cafecultora sea rentable es necesario optimizar todas las fases de producción de café que va desde la selección de semilla, almácigo (vivero), trazado, transplante, densidad de plantación, fertilización de arranque, control de maleza, fertilización de producción, raleo, podas, cosecha, beneficio, venta. Es requisito indispensable establecer en los cafetales una fertilización más racional, más ecológica, más técnica y más económica.

Para calcular la dosis de fertilizante a aplicar más rentable, más razonable y más lógica se debe emplear la siguiente ecuación:

Dosis de fertilizante = Extracción de nutriente - Suministro de nutriente por el suelo.

Eficiencia del nutrimento en el fertilizante.

Las cantidades totales de los elementos nutritivos que extrae el cafeto hasta el quinto año fueron investigadas en Brasil por R.A. Catani y P. De Moraes (1958); encontraron que el requerimiento de nitrógeno y potasio aumenta rápidamente a medida que los frutos alcanzan mayor edad, mientras que la exigencia neta de fósforo es siempre menor y se mantiene más o menos constante.

Extracción de nutrimentos (Kg/Ha) por cafetos de 3 años (C. Arabica), considerando una densidad de plantación de 1345 arbustos/Ha y una producción estimada de 1255 kg de café limpio.

PARTE DE LA PLANTA	N	P	K	Ca	Mg	S
Órganos hipogeos + tallo	19.3	2.8	32.9	11.8	2.8	2.8
Ramas	17.9	2.5	23.9	7.5	4.2	1.5
Follaje	66.4	12.6	56.8	23.6	8.5	3.5
Frutos maduros	37.0	3.3	43.3	4.1	4.2	3.1
TOTAL	140.6	14.2	156.9	47.0	19.7	10.9

La eficiencia del nutrimento Nitrógeno aplicado está entre 0.4 - 0.5 (ó inferior si hay exceso de lluvia); para el Fósforo de 0.25 0.30 (a pH alto se forman fosfatos de Ca insolubles y a pH bajo se forman fosfatos de Fe y Al, insolubles); para el potasio de .5 a 0.6 (según CJC); para el Calcio y Magnesio de 0.8 - 0.9 (según CJC).

En base a los resultados del análisis de suelo y/o foliares, a la meta de rendimiento esperado, y edad del cafetal se recomendará la cantidad de fertilizante y/o enmienda aplicar:

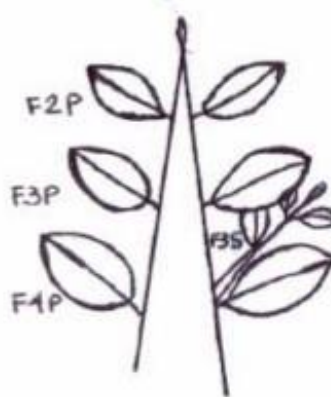
a) Árboles jóvenes, en etapa de crecimiento acelerado (hasta 18 meses de edad, que inicia la floración); aplicando la primera fertilización un mes después del trasplante en el campo y luego cada cuatro meses, para un total de cinco aplicaciones en esta fase.

b) Cafetal en producción: se aplicará el fertilizante a los dos años en el campo, en dos aplicaciones. Por ejemplo, en una región donde las cosechas se presentan entre abril y mayo y entre octubre y noviembre, las fertilizaciones se harán en febrero y agosto.

El fertilizante deberá ser aplicado bajo la proyección de la copa o área de goteo del árbol en la zona comprendida a 30 cm del tronco y los 90 cm. En esta zona abunda más del 80% de raíces absorbentes. El fertilizante debe ser esparcido superficialmente al voleo que es la forma que requiere menos mano de obra y no difiere en producción con otras formas de aplicación ensayadas (corona, media luna, en banda, tapado). La abundante hojarasca que predomina en los suelos cafetaleros permite almacenar humedad en la superficie, propiciando gran cantidad de raíces absorbentes a poca profundidad de suelo.

4. El muestreo foliar del café

Se recomienda hacer el análisis foliar antes de la cosecha principal. Se deben muestrear unas 40 plantas, elegidas al azar, tomando de dos a cuatro hojas por planta. Se recomienda tomar el cuarto par distal (de la punta de la rama hacia el tallo) "F4P" de hojas de una planta productiva.



F2P = Hojas del rango dos de las ramas principales.

F3P = Hojas del rango tres de las ramas principales.

F4P = Hojas del rango cuatro de las ramas principales.

F3S = Hojas del rango tres de las ramas secundarias.

Las instrucciones de muestreo son muy específicas en cuanto a la parte de la planta y la etapa de crecimiento ya que, para poder interpretar correctamente el resultado de una prueba, es necesario compararla contra rangos de valores normales o "estándar". Estos rangos críticos los establece el Laboratorio. La regla general es la de seleccionar hojas recientemente maduras fisiológicamente. Para que una muestra pueda ser considerada válida, es importante seguir el siguiente procedimiento:

A. Muestrear preferentemente las plantaciones que se encuentren en fase de plena producción, y/o aquellas que sean sospechosas de tener problemas nutricionales, para intentar corregirlos.

B. La toma de muestras se hace cuando el contenido de elementos dentro de la hoja es prácticamente constante, y siempre en la misma época. Para facilitar la fecha, debido a que climatológicamente todos los años son diferentes, parece interesante hacer referencia a algún estado fenológico, con lo cual ya no existirá la posible influencia debida al clima. La elección de la fecha, en función del estado fenológico, permite hacer comparaciones de los resultados que se obtienen en años diferentes.

C. Las hojas a muestrear se sacan de la zona media de las ramas del año. Esta rama, que es un brote, tiene que ser de vigor medio, sin dardos, ni anticipadas. Los brotes de los que se toman las muestras tienen que encontrarse en diversas direcciones.

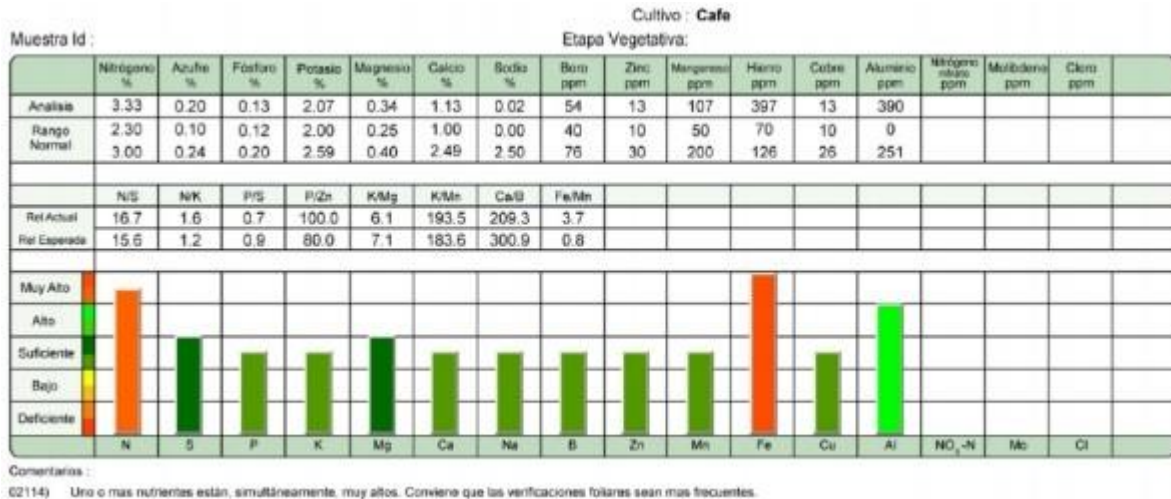
D. La muestra debe tener un total de 50 hojas, una por planta, de ramas sin fruto. Los estudios del cafeto en Brasil e Indonesia indican que el número de plantas y el número de hojas individuales a colectar tienen una influencia directa en la variabilidad de los resultados.

Antes de tomar la muestra de tejidos vegetales, asegúrese que la época y localización de la muestra tomada es la adecuada. Recuerde que la comparación de muestras que provenientes de "áreas buenas", contra las de "áreas malas" ayuda a determinar acciones correctivas.

5. El análisis foliar del cafeto

Uno de los factores que más afectan el rendimiento y la calidad del cultivo de café es su estado nutricional en cada etapa de desarrollo de la planta. Esta determinación requiere análisis muy precisos, ya que el estado nutricional es una característica "oculta" cuyos síntomas visibles aparecen cuando existe ya un balance inadecuado entre los nutrientes. Los análisis foliares o de tejidos vegetales son el complemento indispensable a los análisis de fertilidad del suelo. Ambos son necesarios para lograr un buen diagnóstico. Conforme avanzan los conocimientos sobre nutrición de la planta y sus requisitos nutrimentales en las diferentes etapas de crecimiento, el análisis foliar se ha convertido en una herramienta indispensable para lograr una producción de calidad homogénea y altos rendimientos.

Ejemplo de un Reporte de Foliar para cultivo de café



La determinación del estado nutricional de una planta, o del flujo de nutrientes hacia la parte aérea durante la etapa de crecimiento, requiere del análisis preciso en el laboratorio de los 11 elementos esenciales más importantes para el desarrollo del cafeto, así como de dos elementos no esenciales pero que pueden ser tóxicos para la planta: el Sodio y el Aluminio.

El análisis de tejido que proporciona nuestro Laboratorio, sirve principalmente para detectar el "hambre oculta" de la planta y confirmar los síntomas visuales de deficiencia. Los niveles tóxicos de sodio y aluminio son también detectados. Aunque los análisis foliares comúnmente se utilizan como herramienta de diagnóstico para futuras correcciones de nutrientes por fertilización foliar, un análisis temprano del tejido vegetal de la planta joven permite hacer a tiempo correcciones de fertilización durante el ciclo de crecimiento.

En resumen, los análisis foliares se utilizan para:

- Confirmar un diagnóstico a partir de síntomas visibles.
- Identificar carencias ocultas que aún no producen síntomas.
- Ubicar áreas de suelo con deficiencias de nutrientes.
- Determinar que nutrientes ha absorbido la planta y en qué medida.
- Aprender sobre interacciones entre nutrientes
- Establecer programas complementarios de fertilización foliar.

Son muchas las diferencias entre las dos grandes variedades de café que existen comercialmente: el café Robusta (*Coffea Canéphora*) y el café Arábica (*Coffea Arábica*). El café Robusta tiene aproximadamente el doble de cafeína que el Arábica.

Es un tipo de variedad originaria de África Central que, al crecer en zonas secas, es poco digestivo, tiene un gusto final amargo, con mucho cuerpo y es poco perfumado. Su cultivo representa el 43% de la producción mundial y es un café más económico que la variedad Arábica.

La otra variedad, la más cara y apreciada de todas es el Café Arábica. Se trata de una especie originaria de Etiopia, a pesar de que puede crecer en otros países que se encuentren entre los 500 y 2.400 metros de altura. Esta variedad representa el 56% de la producción mundial y posee una concentración de cafeína de un 1,7% como máximo. Como resultado, el café Arábica crea una bebida más aromática y suave al paladar, y también es más digestiva. Las subespecies más apreciadas de café Arábica son el Moka, Maragogype, Bourbon, Mondo Novo, Leroy, Caturra, Icatu, Catuay o Marella, entre otros.

RANGOS PARA EL CONTROL FOLIAR DEL CAFETO, REGISTRADOS EN ALGUNAS ZONAS DE BRASIL E INDONESIA (EN % Y PPM)

Nombre Científico:		Coffea arábica								
Nombre Usual:		Café Arábica								
RANGOS DE CONTROL MÍNIMO Y MÁXIMO										
% De Macronutrientes						Ppm Micronutrientes				
%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	Feppm	Mnppm	Bppm	Cuppm	Znppm
2.30	0.12	2.00	1.00	0.25	0.10	70	50	40	10	12
3.00	0.20	2.50	2.50	0.40	0.20	125	200	75	25	30

Nombre Científico:		Coffea canéphora								
Nombre Usual:		Café Robusta								
RANGOS DE CONTROL MÍNIMO Y MÁXIMO										
% De Macronutrientes						Ppm Micronutrientes				
%N	%P	%K	%Ca	%Mg	%S	Feppm	Mnppm	Bppm	Cuppm	Znppm
2.50	0.12	1.50	1.00	0.30	0.15	50	50	40	10	12
3.50	0.15	2.50	2.50	0.40	0.25	200	150	75	40	30

6. Fertilización Foliar

La alimentación de la planta por vía foliar es un método confiable y apropiado que complementa las aplicaciones convencionales de fertilización al suelo, siempre y cuando estas aplicaciones no son suficientes para lograr el desarrollo de todo el potencial de la planta de café. Es sin embargo indudable que, bajo ciertas condiciones, la fertilización foliar tiene una ventaja sobre la aplicación de fertilizantes directamente al suelo.

Se recomienda la fertilización foliar cuando las condiciones ambientales limitan la absorción de nutrientes por las raíces. Tales condiciones pueden incluir pH de suelo alto o bajo, estrés por temperatura, humedad de suelo demasiada baja o alta, existencia de enfermedades radiculares, presencia de plagas que afectan a la absorción de nutrientes, desequilibrios de nutrientes en el suelo, etc. Por ejemplo, en un pH alto de suelo, la disponibilidad de micronutrientes se reduce considerablemente. Bajo tales condiciones, la aplicación foliar de micronutrientes podría ser la forma más eficiente para suministrar dichos micronutrientes al café.

Una de las ventajas de la fertilización foliar es la rápida respuesta de la planta a la aplicación de nutrientes. La eficiencia de la absorción de nutrientes se considera que es de 8 a 9 veces mayor cuando se aplican nutrientes a las hojas, en comparación a los nutrientes aplicados al suelo. Por consiguiente, cuando se presenta un síntoma de deficiencia, una solución rápida pero temporal, sería la aplicación de los nutrientes deficientes a través de la aplicación foliar.

Las plantas requieren diferentes cantidades de nutrientes en diferentes etapas de crecimiento. A veces es muy difícil controlar el balance de nutrientes en el suelo. En estos casos, las aplicaciones foliares de nutrientes esenciales en etapas claves puede mejorar el rendimiento y la calidad de la planta. Mediante la aplicación foliar se superan las limitaciones de la fertilización del suelo tales como la lixiviación, la precipitación de fertilizantes insolubles, el antagonismo entre determinados nutrientes, la presencia de suelos heterogéneos que sean inadecuados para dosis bajas, así como las reacciones de fijación y/o de absorción como sería el caso del fósforo y el potasio. La fertilización foliar puede ser utilizada para superar problemas existentes en las raíces cuando éstas manifiestan una actividad muy limitada debido a temperaturas o muy bajas ($<10^{\circ}\text{C}$) o muy altas ($>40^{\circ}\text{C}$); la falta de oxígeno en campos inundados, al ataque de nematodos que dañan el sistema radicular, y una reducción en la actividad de la raíz durante las etapas reproductivas.

La nutrición foliar ha probado ser la forma más rápida para curar las deficiencias de nutrientes y acelerar los rendimientos de las plantas en determinadas etapas fisiológicas. Además, cuando los cultivos están compitiendo por nutrientes con las malezas, la pulverización foliar focaliza los nutrientes sólo en aquellas plantas seleccionadas como destino.

7. Limitaciones de la nutrición foliar

A pesar de que la nutrición foliar se describe como un método de aplicación que podría sortear una serie de problemas que se encuentren en las aplicaciones edáficas, no es perfecta y tiene sus limitaciones, que es necesario que las conozcan los técnicos y productores cafetaleros.

- Tasas de penetración relativamente bajas.
- Se escurre en superficies hidrofóbicas.
- Se lava con la lluvia.
- Rápido secado de las soluciones de rociado lo cual dificulta la penetración.
- Tasas limitadas de traslado de ciertos nutrientes minerales.
- Cantidades limitadas de macronutrientes que pueden ser suministrados.
- Posible daño de la hoja (necrosis y quemado).
- Obliga a costos y tiempos extras cuando son necesarias varias aplicaciones.
- Pérdida de rociado en sitios no seleccionados como objetivos.
- Limitada superficie efectiva disponible de la hoja.
- La efectividad de la fertilización foliar puede estar sujeta a diversos factores.
- Estos factores pueden dividirse en cinco grupos principales:
- Control de la fitotoxicidad.
- Uso de surfactantes.
- Momento de aplicación.
- Tamaño de las gotas.
- Volumen de la solución de aspersión.

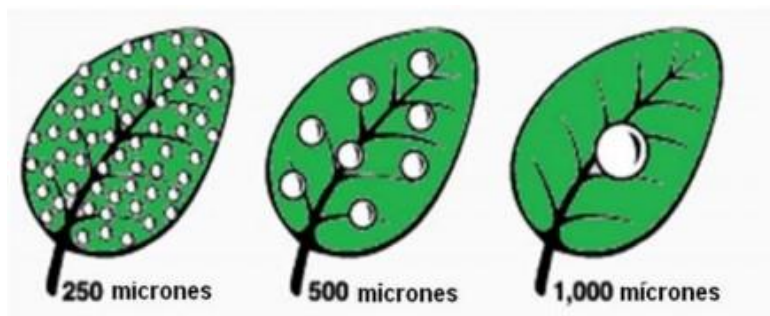
Control de la fitotoxicidad – Aplicando altas concentraciones de nutrientes por aspersión foliar podría resultar en quemaduras en las hojas debido a que el agua se evapora y las sales permanecen en las hojas. Por lo tanto, se debe aplicar menores cantidades de nutrientes en mayor frecuencia. Sin embargo, las aplicaciones frecuentes en concentraciones bajas son muy costosas y no operativas. Las plantas pueden mostrar síntomas de fitotoxicidad aun cuando la concentración de la solución esté en el nivel correcto o estén fisiológicamente estresadas, ya sea por agua, ataque de insectos, o por aparición de enfermedades.

Uso de surfactantes – Como previamente mencionado, los surfactantes aumentan la retención de la solución de aspersión mediante la reducción de la tensión superficial de las gotas. Por lo tanto, contribuyen a una cobertura más uniforme del follaje.



Momento de aplicación - El mejor momento para aplicación foliar es temprano en la mañana o al atardecer cuando los estomas están abiertos. La fertilización foliar no es recomendable cuando la temperatura supera los 25° C.

Tamaño de las gotas - Gotas pequeñas cubren un área más grande y aumentan la eficiencia de las aplicaciones foliares. Sin embargo, cuando las gotas son demasiado pequeñas (menos de 100 micrones), podría ocurrir una desviación.



Gotas más grandes pueden resistir la pérdida, pero disminuyen la penetración a través del follaje (canopia) de la planta.

Volumen de la solución - El volumen aplicado de la solución tiene un efecto significativo sobre la eficacia de absorción de nutrientes. El volumen de la solución debe ser tal, que sea suficiente para cubrir completamente el follaje de la planta, pero no demasiado alto para que se escurra de las hojas.

8. Síntomas de Deficiencia de Boro

Aunque algunos cultivos extraen del suelo cantidades relativamente pequeñas de boro (a veces, como máximo, unos pocos gramos por hectárea), son muchos los suelos que no pueden proporcionar el boro suficiente para asegurar un desarrollo satisfactorio de las plantas. Para producir calidad y obtener altos rendimientos resulta vital que los cultivos reciban un suministro adecuado de todos los nutrientes y, el boro es uno de los más importantes dentro de los micronutrientes esenciales.

La aparición de síntomas de deficiencia en boro nos muestra que hay un suministro inadecuado de este elemento para las exigencias del cultivo en cuestión, pero además puede ser la explicación del bajo rendimiento de éste. En 1920 se demostró que el boro era un nutriente esencial, y en menos de diez años se hallaron los primeros síntomas de deficiencia en el campo (en remolacha azucarera en Alemania). Desde entonces se han descrito los síntomas de deficiencia en boro de una larga lista de cultivos y ha quedado demostrado que la deficiencia en boro no sólo perjudica al rendimiento, sino que además reduce la calidad de los cultivos. Conociendo los síntomas de la carencia, las pérdidas en las cosechas debidas a una nutrición deficiente en boro se podrían prevenir fácilmente suministrando este elemento.

El boro, a diferencia de otros micronutrientes, se puede administrar fácilmente tanto a través del suelo como por vía foliar, ya sea solo o mezclado con otros fertilizantes. La disponibilidad del boro en el suelo dependerá sobre todo de su contenido en calcio y de su textura. La elección final del método a utilizar para la prevención o corrección de una deficiencia en boro se decidirá teniendo en cuenta el tipo de suelo, la fisiología de la planta y la conveniencia del agricultor.

9. Funciones del Boro

Aunque el papel primordial del boro todavía no ha sido establecido, se sabe que uno de los primeros efectos de la escasez de boro es que la membrana externa del citoplasma de las células de la raíz, el plasmalema, se altera de tal forma que se reduce la absorción de fósforo, cloruros y rubidio (utilizado para mimetizar al potasio). Estos efectos, que tienen lugar en ausencia de cambios morfológicos obvios, pueden ser de gran importancia no solamente en relación con el uso de fósforo y potasio, sino también con la regulación del transporte de muchas otras actividades enzimáticas asociadas al plasmalema como, por ejemplo, la síntesis de los polímeros de la glucosa tan importante para el crecimiento de las paredes de las células del tubo polínico.

Otros autores creen que el papel primordial del boro es controlar el nivel de fenoles en las células y así impedir los efectos perjudiciales de la acumulación de fenol, característica común de la deficiencia de boro. Sin embargo, resulta difícil relacionar todos los efectos de la deficiencia en boro con el metabolismo del fenol, especialmente los efectos a corto plazo y cuando los niveles de fenol no varían. Sea cual sea el papel primordial del boro, los efectos secundarios siguen siendo de una relevancia considerable especialmente en relación con las manifestaciones de los síntomas de deficiencia que se están dando actualmente en muchos cultivos.

10. Resistencia a enfermedades

Muchos informes hacen referencia al aumento de resistencia a enfermedades tras la aplicación de boro. Algunos efectos observados, tales como la reducción del cornezuelo en la cebada han sido comprobados, pero la mayoría son simplemente observaciones aisladas realizadas dentro de investigaciones que en un principio no estaban dirigidas al estudio de la influencia de la nutrición sobre las enfermedades.

Otros informes afirman que la resistencia del cultivo al ataque de hongos después de un tratamiento de boro se debe al aumento de las actividades del polifenol oxidasa y peroxidasa, las cuales están influenciadas por este elemento. Sólo cuando se observan todos los informes conjuntamente se da uno cuenta que el tema merece ser investigado detalladamente. Por ejemplo, se desconoce la efectividad de los resultados de las aplicaciones de boro en ausencia de síntomas de deficiencia.

11. Resistencia a heladas

De vez en cuando se ha señalado el bajo nivel de boro como un factor agravante del daño producido por las heladas, concretamente en los estudios sobre viña y manzano. Sin embargo, la prueba más evidente la presenta el eucalipto del cual no hay duda de que la aplicación de boro puede aumentar considerablemente su resistencia a las heladas. También se ha asociado el boro con la tolerancia a heladas del *Pinus radiata*. La influencia del boro en las membranas celulares y sobre el movimiento de solutos podría ser una explicación a este efecto, pero todavía falta mucho por conocer sobre este tema.

12. Deficiencia de Boro en café

La deficiencia en boro causa la muerte de los puntos de crecimiento principales; el crecimiento tardío de ramas secundarias (a veces incluso hasta siete en un mismo nudo) por debajo del brote terminal muerto ofrece el clásico síntoma de la escoba de bruja. En casas agudos, las ramas secundarias mueren rápidamente debido a que se secan los extremos de los nuevos brotes.

Este tipo de secado se puede distinguir por el producido por enfermedades, mediante los síntomas asociados que presentan las hojas y si es necesario mediante un análisis de las hojas más jóvenes.

Las hojas están típicamente -malformadas y reducidas en tamaño; a menudo son estrechas y enrolladas con bordes irregulares y textura coriácea. Los entrenudos son cortos. Los bordes de las hojas pueden desarrollarse mal y el extremo se puede volver de un color verde oliva pálido muy característico. En contraste, la parte basal de la hoja se mantiene de un vivo verde oscuro.

Se ha sugerido que esta clorosis apical es debida a una deficiencia local en calcio que puede ser el resultado a su vez de una deficiencia en boro que reduce la traslocación del calcio. Se puede producir una defoliación. El envés del nervio central, tanto de las hojas cloróticas como de las sanas más viejas, puede suberificarse.

La producción se verá seriamente reducida debido a la pobre formación de frutos. Se ha demostrado en estudios de soluciones nutritivas que la deficiencia en boro no parece afectar la floración pero que, en contraste, la fructificación se reduce marcadamente. En los experimentos controlados no se produjo ningún fruto aunque la floración fue regular. Esto está en consonancia con los trabajos que demuestran que el café tiene una demanda punta de boro (Y de calcio) justo después de la floración y al desarrollarse los granos.

Los primeros signos que indican que el café sufre deficiencia en boro son el crecimiento de hojas arrugadas y los brotes secos al final de un período de sequía y al principio de la estación lluviosa (debido a la absorción reducida de boro en las capas superiores del suelo que están secas). Los síntomas son particularmente perceptibles durante la floración y después de abonar con cal (Debido a la disponibilidad reducida de boro en el suelo). En el café normalmente se utiliza el boro para prevenir síntomas de deficiencia puntuales más que para corregir las deficiencias severas que tienen como resultado el secado de las ramas.



Café - Típico efecto de escoba de bruja causado por el crecimiento de ramas axilares después de la muerte del punto de crecimiento apical. También es evidente alguna deformación en las hojas más pequeñas. Prof. Dr. Henrique Paulo Haag, S.P. Brasil.



LABORATORIOS A-L DE MÉXICO S.A. DE C.V.

Calle Esmeralda # 2847. Colonia Verde Valle.

www.laboratoriosaldemexico.com.mx

44550 Guadalajara, Jalisco.

Tel. 33 3123 1823 y 33 3121 7925.

Información adicional: kcalderon@allabs.com. WhatsApp 33 28 03 79 60.

Laboratorios de Agroecología con una visión social y solidaria

VALORAMOS LA LIBERTAD DE INFORMACIÓN.

ESTE ARTÍCULO ES GRATUITO Y PUEDE SER REPRODUCIDO SIN NINGUNA LIMITANTE.