

CONSIDERACIONES CLIMÁTICAS Y EDÁFICAS EN LA EXPLOTACIÓN DE ÁRBOLES FRUTALES VALLE DEL ALTO MAGDALENA

Por: Hugo E. Castro F.

INTRODUCCIÓN

Según el IGAC (11) la región del valle del alto Magdalena (Departamentos del Tolima, Huila y sur occidente de Cundinamarca), tiene una extensión aproximada de cinco millones de hectáreas. Con potencialidad agrícola, están registradas para la parte plana y cálida aproximadamente 485.625 Has (9.7% del área).

La suma de la superficie ocupada en frutales para los tres tipos de clima no supera las 12.000 hectáreas, lo que representaría menos del 1% del área potencialmente agrícola de la región.

A partir de los años ochenta ha venido teniendo figuración en el Tolima y Huila el establecimiento de huertos comerciales de mango, guanábano, limas ácidas, papaya, maracuyá, aguacate, piña, guayaba, lulo y tomate de árbol, entre otros.

La acción de Federacafé fue vital en el despegue de programas de diversificación de la producción agrícola de zonas cafeteras, mediante el fomento de especies frutícolas promisorias. Otras instituciones y gremios de productores han avanzado en el estudio y consecución de mercados de fruta en Europa y Estado Unidos.

Hacia el futuro, el incremento en el área de frutales será evidente, teniendo en cuenta que el consumo de fruta fresca está aumentando en la dieta de los colombianos y las posibilidades de mercados externos podrá despejarse a medida que se avance en el cumplimiento de normas sanitarias vigentes. Todo este proceso generará en pocos años un cambio en la demanda e industrialización de fruta de muchas especies; este cambio se debe asumir con el mejor conocimiento agronómico de las especies, variedades y medio ecológico del ambiente donde se poten-

cialice su desarrollo. En este caso, la asistencia técnica calificada en la empresa frutícola, tendrá un valioso aporte a la solución de problemáticas que ocurran con la ecofisiología de variedades, manejo del suelo y del riego, control integrado de plagas y enfermedades y tratamiento de frutas en postcosecha.

Este artículo presenta en forma resumida la influencia que tiene el clima y el manejo del suelo, en el establecimiento, desarrollo y producción de árboles frutales.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE FRUTALES

El clima, el suelo y el manejo agronómico son tres factores fundamentales que deben ser técnicamente conocidos y evaluados para asegurar el éxito y vida productiva de una plantación de frutales. Los ambientes favorables son aquellos cuyas condiciones naturales de clima y suelo se aproximan en alto grado a los requerimientos de la variedad o especie que se desee establecer. Si el ambiente no es muy favorable debe entenderse muy claramente que es difícil si no es imposible controlar la intensidad de la luz y la temperatura; sin embargo, los factores provenientes del suelo: agua, aire, nutrimentos y soporte mecánico son susceptibles a manejo y mejoramiento.

Una vez instalada la especie o variedad de un frutal en su mejor ambiente, las prácticas de cultivo subsiguientes al establecimiento deben centrarse en la maximización de la fotosíntesis (1).

La Tabla 1 muestra como los tres factores que influyen en la producción de frutales (clima, suelo y manejo agronómico), cada uno con sus componentes más importantes, deben ser calificados e inter-

FRUTAS TROPICALES

pretados integralmente por el hombre, en este caso, es el técnico o el productor experimentado, quien finalmente decidirá en el sitio la factibilidad y magnitud del proyecto y las técnicas de mejoramiento y manejo de la plantación.

CLIMA

El frutal, primero responde a factores climáticos que a factores edáficos. Los requerimientos climáticos pueden variar entre especies y entre variedades de una misma especie. Existen rangos óptimos y críticos de altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, etc., que favorecen o limitan el comportamiento de árboles frutales en condiciones locales. Algunos ejemplos en donde se ha comprobado la influencia de ciertas variables del clima en la fisiología y producción de frutales son:

- En la franja climática para cítricos se ha observado que a mayor temperatura y mayor humedad relativa, se aumenta el tamaño y peso de los frutos (6, 10, 12).
- Noches frías y días calurosos producen frutas más dulces en melón y uva. (6, 10, 12).
- Noches frías con temperaturas de 16.7 °C inducen floración en piña (6, 10, 12).
- En guanábano la humedad relativa es muy importante sobre el número de flores que cuajan a fruto pues cuando es mayor, se incrementa el porcentaje de polinización y fecundación. El éxito de las polinizaciones artificiales ha sido mayor cuanto más alta es la humedad relativa (8).
- El guanábano sufre defoliación y daños fisiológicos sobre la floración, cuando se presentan temperaturas menores a 12°C (8).
- La influencia de vientos cálidos y secos contribuye a la baja formación de frutos en guanábano (4, 8).
- La floración en mango ocurre en forma natural después de una estación seca muy marcada (superior a 60 días), caracterizada por

TABLA 1. Factores que influyen en la producción de frutales.

Clima	Suelo	Manejo agronómico
<ul style="list-style-type: none"> - Radiación solar: tasa de fotosíntesis - Precipitación: cantidad, intensidad, distribución. - Temperatura: calor, frío; floración - Humedad relativa: polinización - Evaporación: balance hídrico - Influencia de vientos: caída de flor y frutos 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitantes físicos - Limitantes químicos - Limitantes biológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de la variedad - Distancia de siembra - Dimensión y tratamiento de hoyos - Sistema de riego - drenaje - Planes de fertilización - Control de malezas - Control de plagas - Control de enfermedades - Podas - Polinización - Recolección: postcosecha



Identifica - Evalua - Decide - Controla - Mejora

temperaturas superiores a 32°C y alta luminosidad (3).

En la práctica se ha visto que la repercusión de las variables del clima son mayores que las de variables de suelo y en consecuencia muchos proyectos de frutales han fracasado por desconocimiento de la adaptación productiva de las variedades a las condiciones climáticas locales.

En la Tabla 2, se presenta un registro de los parámetros climáticos en zonas potencialmente frutícolas del Valle Cálido del Alto Magdalena.

EL SUELO

Para asegurar el éxito de una plantación futura de frutales debe caracterizarse previamente el suelo en sus componentes físicos, químicos y biológicos. La calificación integrada hacia el conocimiento y manejo de estos tres componentes, determina la calidad del sitio y su aptitud para el establecimiento, crecimiento y producción de la especie o variedad considerada. La Figura 1, representa la manera como

debe concebirse el estudio del suelo en la empresa frutícola.

Aspectos físicos

En el establecimiento de frutales las propiedades físicas tienen una mayor valoración que las propiedades químicas; ésto es lógico debido a que los árboles frutales generalmente hacen su anclaje y desarrollan sus raíces de acuerdo con el desarrollo físico del suelo, para permanecer en un mismo sitio por muchos años. De acuerdo con estas condiciones los suelos de mayor aptitud física para el crecimiento de especies frutícolas son aquellos que no presentan limitantes de profundidad, de texturas francas a moderadamente finas, friables en húmedo, con adecuado drenaje interno y retención de humedad. La materia orgánica es un acondicionador físico que mejora el comportamiento hidrodinámico del suelo, por ésto, en la mayoría de los casos, los suelos de mejor desarrollo físico se reconocen en el campo por sus colores negros o pardo oscuros y la abundancia de raíces.



FIGURA 1. El suelo en la empresa frutícola debe ser previamente analizado en sus componentes físicos, químicos y biológicos para determinar su "calidad de sitio".

TABLA 2. Parámetros climáticos medios anuales en zonas agrícolas del Valle Cálido del Alto Magdalena.

Municipio	m.s.n.m.	Precipitación (mm)	Evaporación (mm)	TC	Humedad relativa (%)	Días lluviosos	Brillo solar (horas)	Radiación (Cal/cm ² -min)	Régimen de humedad
Villavieja	400	1250	2399	29	65	96	2190	0.308	Semiárida
Neiva	400	1300	2023	28	67	118	2122	0.306	Seco
Espinal	420	1355	1886	28	69	123	2193	0.306	Seco
Guamo	380	1346	1826	28	72	129	2123	0.300	Seco
Saldaña	320	1453	1812	28	72	136	2156	0.304	Seco
Purificación	340	1492	1712	28	74	141	2195	0.308	Seco
Ambalema	300	1270	1939	28	70	129	2240	0.308	Seco
Flandes	286	1177	1961	28	68	136	2209	0.308	Seco
Lerida	460	1678	1713	27	76	167	2195	0.304	Seco
Armero	390	1759	1737	28	72	152	2018	0.290	Seco
Camponogre	520	1489	1799	27	67	170	1891	0.290	Seco
Palermo Juncal	460	1273	1666	27	73	158	2097	0.304	Seco
Meseta Ibagué	750	1679	1560	25	74	176	1991	0.291	Sub-húmedo
Garzón	900	1676	1206	24	78	204	1780	0.283	Sub-húmedo
Altamira	1020	1415	1338	24	77	180	1682	0.275	Sub-húmedo
Mariquita	341	2200	1778	26	77	196	1911	0.280	Sub-húmedo
Meseta Chaparral	1040	2715	1617	24	74	182	1959	0.291	Húmedo

Fuente: HIMAT. Registros para todas las localidades entre 15 y 20 años.

FRUTAS TROPICALES

La caracterización física detallada a nivel de calicata recomendable para conocer los limitantes físicos que podrían afectar la vida útil de una plantación, es un requisito sin el cual no debería asumirse técnicamente un proyecto de frutales. A partir de este conocimiento es posible definir técnicas de ahoyado y preparación de camas artificiales, que modifiquen y mejoren las posibilidades de crecimiento y producción de árboles en medios físicamente adversos. De esta manera se estaría mejorando la aptitud física del suelo para asegurar el éxito futuro de una plantación.

En la Figura 2, se muestran los aspectos físicos que deben evaluarse detalladamente a nivel de calicata para determinar la calidad de sitio para el establecimiento de frutales.

Para facilitar un conocimiento de la aptitud física de los suelos para la explotación de frutales en el Valle Cálido del Alto Magdalena, se presenta en la

Tabla 3 las características físicas predominantes en las zonas potencialmente frutícolas de los departamentos de Tolima y Huila.

Aspectos químicos

A diferencia de las propiedades físicas, las características químicas en su mayoría son modificables mediante el uso de enmiendas y fertilizantes. También es conveniente anotar que el aprovechamiento de los nutrientes y la eficiencia de la fertilización dependen en alto grado del desarrollo físico y biológico del suelo. Los suelos con limitaciones físicas derivadas de la compactación, el mal drenaje o de la presencia de capas que ofrecen toxicidad por exceso de elementos químicos (sales, sodio, aluminio), afectan el desarrollo de las raíces y disminuyen la extracción de nutrientes esenciales. En otros casos, las limitaciones físicas del suelo pueden reducir la actividad de microorganismos aeróbicos (bacterias nitrificantes), encargados de la transformación del nitrógeno, fós-

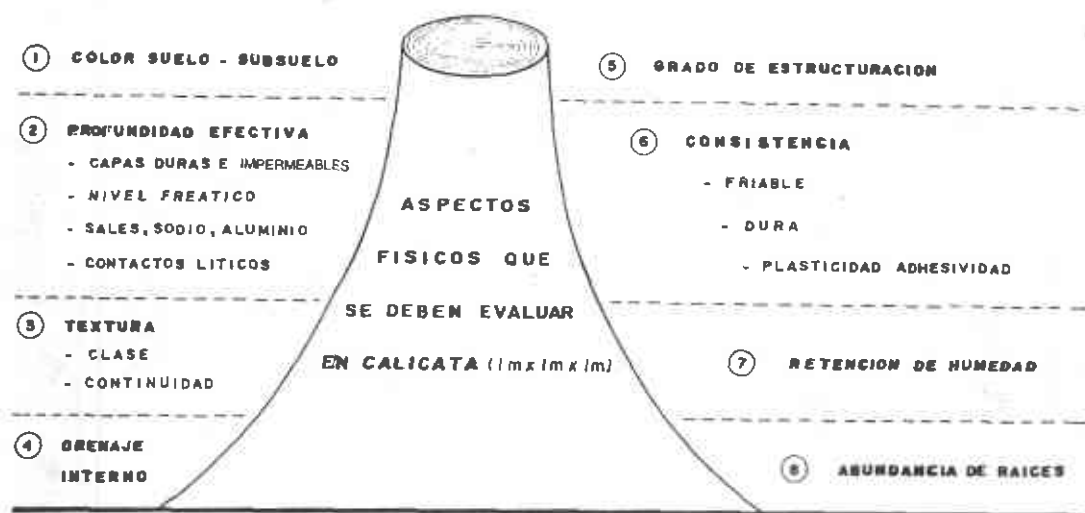


FIGURA 2. Estudio físico del suelo en profundidad y extensión para la calificación de propiedades determinantes en el desarrollo de frutales.

TABLA 3. Características físicas en suelos del valle cálido del alto Magdalena (Tolima-Huila)^{1/}

Area homogénea	Limitantes de profundidad (0-50 cm)	Estructura	Textura dominante (Horiz-A/ Horiz-B)	Drenaje interno	Retención humedad	Estabilidad de agregados al agua
Planicie aluvial Saldarña	Moderada compactación sub-superficial	Granular a migajosa	FA/FArA	Moderado	Media	Media
Valle Armero-Abanico Venadillo	Sin limitación	Bloques finos	FArA/FAr FA/FArA	Moderado	Alta	Alta
Piedemonte Campoalegre, Rivera Hobo	Textura moderadamente fina pedregosidad	Bloques finos	FArA/FAr	Moderado	Alta	Alta
Valle Guayabato Mariquita	Toba volcánica	Blocosa fina a granular	FL/ Cemento volcánico	Moderado a rápido	Alta (Debido alta materia orgánica)	Media
Planicie aluvial río Magdalena (Flandes, Ambalema, Campoalegre)	Texturas muy finas	Bloques grandes a medios	FAr/Ar	Lento	Alta	Alta
Abanico Espinal Guamo-Coello	Fragipan (Peñón)	Granular a migajosa	FA/FArA	Rápido	Baja	Baja
Meseta Ibagué y abanico Landa	Claypan (B _t) pedregosidad	Migajosa (Horiz/A) prismática (Horiz/B _t)	FA/Ar FA/FAr	Lento	Alta	Baja (A _p) Alta (B _t)

foro y azufre, de formas orgánicas no disponibles a formas inorgánicas aprovechables para las plantas. Por eso es conveniente promover artificialmente desde la instalación del huerto un adecuado desarrollo y distribución de raíces.

El análisis de suelo en primera instancia, refleja el nivel de fertilidad natural sobre el cual se debe apoyar técnicamente para recomendar los planes de fertilización que se aplicarían durante las fases de establecimiento, crecimiento y producción. Igualmente el resultado del análisis de suelos permite definir las fuentes, dosis, épocas y métodos de aplicación de los fertilizantes, de acuerdo a los requerimientos de la especie o variedad que se están manejando.

Establecido el cultivo, durante las fases de crecimiento y producción, es posible monitorear con la ayuda del análisis foliar la dinámica de extracción de nutrientes para conocer el estado nutricional de la plantación. La correlación entre los resultados del análisis de suelo y foliar, es una herramienta útil para ajustar planes de fertilización sobre la marcha del cultivo. Se debe recordar que los cambios climáticos

y fisiológicos que afectan a la especie, alteran generalmente el nivel de extracción de nutrientes.

La Figura 3, resume los aspectos que la química de suelos debe considerar en la explotación de árboles frutales.

Para facilitar el conocimiento de algunos limitantes químicos presentes en suelos de la región, se agrupa en la Tabla 4 tópicos importantes a tener en cuenta en el manejo de proyectos frutícolas.

Aspectos biológicos

La fertilización biológica entendida con el criterio de mejorar la fertilidad del suelo, mediante el incremento de la materia orgánica, a partir del aprovechamiento de subproductos de origen orgánico como el uso de lombricompost, estiércoles, abonos verdes, residuos de cosecha, inoculación de microorganismos, etc. viene adquiriendo inusitada importancia en la agricultura moderna, ante la pérdida de sostenibilidad del recurso suelo. Como consecuencia del fenómeno de erosión de la

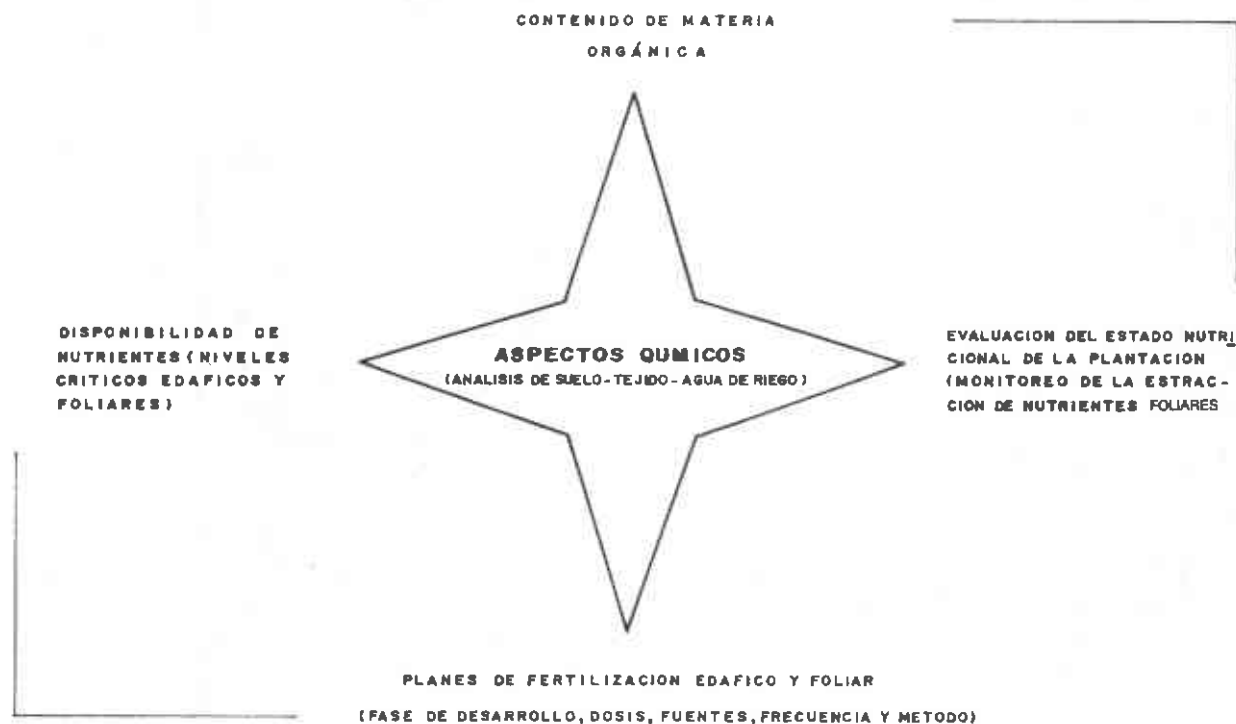


FIGURA 3. Aspectos químicos a considerar en el manejo de árboles frutales.

TABLA 4. Zonificación de limitantes químicos de acuerdo con los valores de pH mas comunes en suelos del valle cájido del alto Magdalena ^{1/}

PH	Interpretación	Zonificación	Limitantes
5.5 - 5.9	Moderadamente ácido	<ul style="list-style-type: none"> - Suelos lateríticos de Palermo - Juncal (Huila) - Valle Guayabal - Mariquita - Apice meseta de Ibagué - Meseta de Chaparral 	<p>Baja disponibilidad de fósforo.</p> <p>Baja a mediana disponibilidad de Ca, Mg, K.</p> <p>Tendencia a deficiencias de elementos menores (B, Zn, Cu), con características severas en suelos de Guayabal - Mariquita - Florida</p>
6.0 - 7.0	Ligeramente ácido a neutro	<ul style="list-style-type: none"> - Abanico de Espinal - Guamo - Coello - Abanicos de Venadillo, Lérda - La Sierra - Valle de Armero. - Planicie Saldaña - Purificación - Meseta Ibagué (Cuerpo - parte distal) - Campoalegre - Palermo, Juncal (Huila) 	<p>Deficiencias sectorizadas de Fósforo (Lérda, Saldaña, Meseta de Ibagué).</p> <p>Mediana disponibilidad elementos menores (B, Zn, Cu).</p> <p>Bajos contenidos de materia orgánica y azufre (Espinal - Guamo).</p>
7.2 - 7.5	Alcalinos calcáreos	<ul style="list-style-type: none"> - Cuerpo meseta Ibagué (Sectores Buenos Aires - Doima - Valle de San Juan) - Planicie antigua del río Magdalena (Sectores Ambalema, Natagaima, Purificación y Campoalegre). 	<p>Presencia de carbonatos y bicarbonatos libres.</p> <p>Baja disponibilidad de fósforo.</p> <p>Alta saturación de Ca y Mg</p> <p>Posibles deficiencias de K</p> <p>Complejo de deficiencias de menores (Fe, B, Zn)</p>
7.5 - 8.5	Alcalinos (Sales y/o sodio)	<ul style="list-style-type: none"> - Sectores Espinal - Guamo - Sectores Cuerpo Meseta Ibagué - Sectores Juncal (Huila) 	<p>Presencia de sales solubles</p> <p>Altas saturaciones de sodio</p> <p>Impide la explotación de la mayoría de cultivos</p>

1/: Sección suelos, C.I. Nataima.

FRUTAS TROPICALES

materia orgánica en el suelo, muchos científicos en el mundo reconocen la necesidad de entrar a la era de la agricultura biológica, como estrategia para mejorar la productividad de la tierra en el largo plazo. No se debe olvidar que este fue el sistema de manejo que en el pasado permitió el desarrollo de muchas generaciones que explotaron la tierra con sentido conservacionista.

La necesidad de reducir el excesivo uso de la fertilización mineral para asumir menores costos de producción en la explotación de cultivos, ha generado en la práctica expectativas sobre la importancia que representa la biología del suelo en muchos procesos relacionados con la transformación y disponibilidad de elementos nutrientes, que en forma natural y a bajo costo energético son aprovechados en la nutrición vegetal.

En la explotación de especies semiperennes y perennes de tipo leñoso, dentro de las cuales se ubican algunos frutales y especies arbóreas forestales, lo más común es el empleo de hongos micorríticos que favorecen la absorción de nutrientes y agua del suelo. El incremento en la absorción de nutrientes

para plantas micorrizadas se ha comprobado mediante isotopos para N, P, K, Ca, S, Fe, Zn y Na. Se ha encontrado que la absorción de nutrientes tiene aumentos con respecto a las plantas no micorrizadas así: N:86%, P:234% y K:75%. Esta técnica ha mostrado igualmente aumentos sobre los productos cosechados (9).

Existen otras posibilidades para el manejo biológico de suelos frutícolas como son el uso de camas artificiales en el hoyo, enriquecidas con abonos orgánicos (gallinaza y humus pulverizado y seco), que actuarían como acondicionadores físicos y activadores de microorganismos a nivel de la rizosfera. A diferencia de la fertilización mineral, el efecto de estos abonos orgánicos es latente y residual, porque entregan progresivamente los nutrientes requeridos por la planta a partir de un proceso de mineralización continuada de la materia orgánica contenida en estos subproductos.

Los aspectos biológicos que deberían tenerse en cuenta dentro de la factibilidad de un proyecto frutícola se registran en la Figura 4.

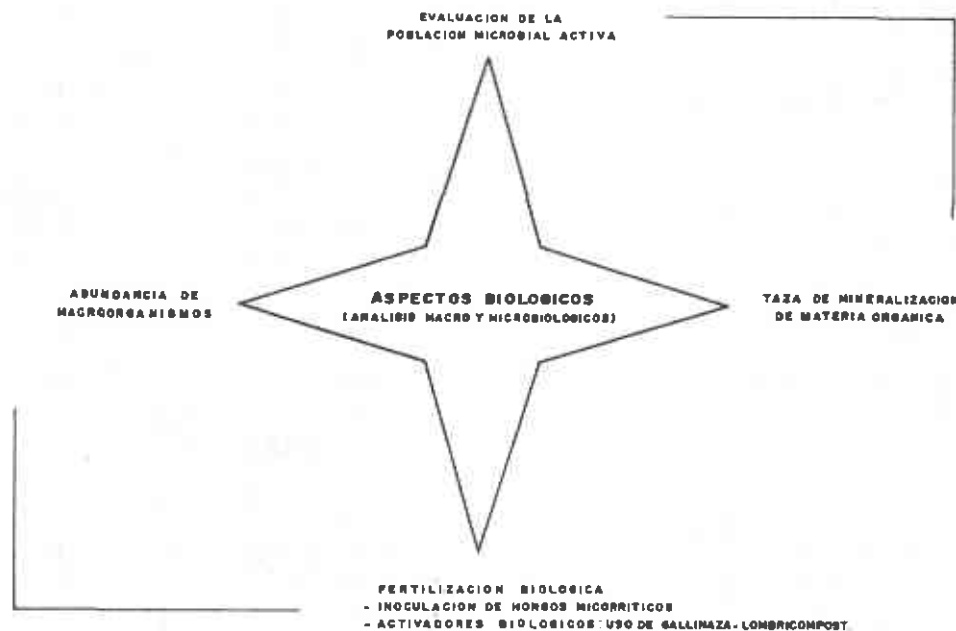


FIGURA 4. Aspectos de la biología del suelo a considerar en el manejo de árboles frutales.

FRUTAS TROPICALES

REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS DE ALGUNAS ESPECIES FRUTALES

Para constituirse en agroecosistemas productivos, los frutales como cualquier otro vegetal, necesitan de ambientes favorables climática y edafológicamente. En el trópico las variaciones climáticas y de relieve, ofrecen la posibilidad de cultivar en diferentes pisos térmicos gran variedad de frutas, cuya adaptabilidad generalmente muestra un amplio rango de condiciones, desde lo marginal hasta lo óptimo.

En este capítulo se ha hecho una revisión pormenorizada de las condiciones que rigen el mejor comportamiento agronómico de las especies más comúnmente cultivadas en los climas frío moderado, transicional templado-cálido y cálido. Esta información se consigna en las Tablas 5, 6 y 7 y es el resultado de los rangos en parámetros de clima y suelos evaluados por el programa de frutales del ICA (10).

MANEJO DEL SUELO PARA LA PLANTACIÓN DE FRUTALES

SELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL SITIO PARA LA SIEMBRA

Según la última publicación del programa de Suelos del ICA "Fertilización en diversos cultivos, Quinta Aproximación" (9), el éxito de una plantación de frutales depende del acierto con que se analicen y comprendan los factores del clima, de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y de la toma acertada de decisiones para solucionar cualquier factor limitante, siempre y cuando el potencial genético del frutal sea de óptima calidad. Un error en la selección del sitio sólo se refleja después de 2 o más años de establecimiento, cuando generalmente ya no es posible corregir limitantes de la producción que deberían haberse controlado en un principio. Por otro lado, los errores cometidos en este aspecto conducen a la pérdida de tiempo, de inversión y a la desmoralización del fruticultor.

La selección del sitio debe incluir un estudio detallado de los factores de clima referidos en la Tabla 1 y de los aspectos físicos, químicos y biológicos diagramados respectivamente en las Figuras 2, 3 y 4.

Las evaluaciones físico químicas deben ser efectuadas por un profesional capacitado conjuntamente con el agricultor interesado. La metodología que más comúnmente se recomienda en este tipo de estudios es la siguiente:

- Dividir el área del proyecto de acuerdo con los cambios que se presenten en relieve, color y uso del suelo.
- En cada lote homogéneo en estas características, se procede a elegir un sitio modal o representativo donde se construirá una calicata de 1m x 1m x 1m, para evaluar en detalle cada uno de los horizontes o capas que componen el perfil del suelo. La homogeneidad en profundidad y extensión se comprobará en el resto del lote, mediante chequeos de barrero a manera de transectos.
- La toma de muestras para análisis físicos y químicos se realizará para cada uno de los horizontes del perfil, hasta la profundidad de 1 metro. Después de comprobada la homogeneidad del lote, la muestra final de cada capa, puede corresponder a la sumatoria de varias submuestras. El tamaño de la muestra debe ser de 2 kg de suelo por capa, de los cuales 1 kg va al laboratorio para análisis químico completo y el otro queda como contra-muestra en la finca.
- Suelos de lotes con perfiles similares deberán recibir similar tratamiento desde el ahoyado, mientras que si los perfiles cambian a través del lote, igualmente tendrán manejos diferentes.

La interpretación de los análisis químicos del suelo en profundidad, permite, conjuntamente con la evaluación física, determinar las dimensiones de los hoyos y la aplicación correcta de enmiendas y fertilizantes mayores, secundarios y menores, para asegurar una buena producción y hacerla sostenible a través del tiempo.

TABLA 5. Requerimientos agroclimáticos frutales clima frío moderado

Cultivo	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación (mm/año)	T _x C Anual	Luminosidad horas/año	Humedad relativa (%)	Características del suelo				
						PH	Profundidad efectiva (cm)	Textura	Drenaje	% Materia orgánica
Lulo	1900 - 2300	1500 - 2500	16 - 22	1400	>75	5.5 - 6.5	>60	FA-FAr	B*	>5
Granadilla	1600 - 2200	1500 - 2000	16 - 24	1400	>75	6 - 6.5	>60	FA-FAr	B	>5
Tomate de árbol	1900 - 2200	1500 - 1600	16 - 22	1400	>75	5 - 5	>80	F-FArA	B	>5
Curuba	2000 - 3000	800 - 1200	8 - 16	1400	>75	5.5 - 6	>60	FA	B	>8

Fuente: Programa de frutales, ICA

* Bien drenado

TABLA 6. Requerimientos agroclimáticos frutales transición cálido - templado

Cultivo	Altitud m.s.n.m.	Precipitación (m/m año)	T° C X anual	Luminosidad horas/año	Humedad relativa (%)	Características del suelo				
						PH	Profundidad efectiva (cm)	Textura	Drenaje	Materia orgánica %
Naranja Val.	0 - 1200	1100 - 1300	24 - 30	1500	70 - 75	5.5 - 6.5	>150	FA - Far	B*	2 - 4
Naranja Wash.	1100 - 2100	1100 - 1300	20 - 24	1500	70 - 80	5.5 - 6.5	>150	FA - Far	B	2 - 4
Mandarina	800 - 1600	1100 - 1300	24 - 28	1500	70 - 80	5.5 - 6.5	>150	FA - Far	B	2 - 4
Aguacate	500 - 2000	1000 - 2000	18 - 24	1500	70 - 80	5.5 - 6.5	>150	FA - Far	B	2 - 4
Papayo	0 - 1600	1500 - 2000	25 - 28	1800	70 - 75	5 - 7	>80	FA - FAvA	B	2 - 4
Guayabo	0 - 1800	1000 - 2000	18 - 28	1500 - 1800	70 - 80	5 - 6	>120	FA - Ar	B	2 - 4

Fuente: Programa de frutales, ICA

* Bien drenado

TABLA 7. Requerimientos agroclimáticos de frutales de clima cálido

Cultivo	Altitud m.s.n.m.	Precipitación (mm/año)	$\bar{T}^{\circ}\text{C}$ anual	Luminosidad horas/año	Humedad relativa (%)	Características del suelo				
						PH	Prof. efect (cm)	Textura	Drenaje	Materia orgánica (%)
Mango	0 - 1200	900 - 1200	25 - 30	2000	60 - 70	5.5 - 6.5	> 120	FA - FAR	B*	> 2
Guanábano	500 - 1200	1000 - 1300	24 - 28	2000	70 - 80	6 - 6.5	> 120	FA - FAR	B	> 2
Limón	0 - 1800	900 - 1200	18 - 25	1500	65 - 75	5.5 - 6.5	> 120	FA - FAR	B	> 2

Fuente: Programa de frutales, ICA.

* Bien Drenado.

FRUTAS TROPICALES

ADECUACIÓN DE TERRENOS "MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE SITIO"

Toda preparación de tierras destinada al cultivo de frutales debe iniciarse con antelación, con labores que pueden variar dependiendo de los requerimientos de la especie a plantar en cuanto a condiciones físicas, químicas y topográficas del suelo. Cuando no se cumplen en su totalidad estos requerimientos, pueden mejorarse mediante medidas específicas a cada caso.

El aspecto más importante para tener en cuenta es la profundidad efectiva del suelo, determinada por la presencia o ausencia de capas endurecidas y por la localización del nivel freático en el perfil del suelo.

LABRANZA PREVIA PARA TRAZADO DEL HUERTO

Inicialmente se debe limpiar el terreno de árboles, arbustos y malezas. Posteriormente y aunque no en todos los casos, más que todo para tierras planas en barbecho y susceptibles de nivelación, se dejó a consideración del asistente técnico, la realización de una labranza convencional (2 pases de rastra y 1 pase de pulidor), con el objeto de facilitar la nivelación y trazado posterior del huerto.

En suelos profundos, bien estructurados, con altos contenidos de materia orgánica, texturas medias (franca a franco arcillo arenosa), bien drenados y alta capacidad de retención de humedad, la preparación debe limitarse solamente a la construcción de los hoyos para la siembra.

Los suelos con limitaciones físicas en profundidad por la presencia de capas duras e impermeables (fragipan, clay-pan, hard-pan) o con pisos de arado y/o rastra, deben recibir antes de la plantación un tratamiento de mecanización profunda, preferiblemente usando arado de cincel rígido o subsolador, con el fin de romper la compactación y airear subsuperficialmente el suelo para mejorar el crecimiento y distribución de raíces en todas las direcciones. Estas labores cuando no se programan con cruzadas de-

ben orientarse en dirección contraria a los drenajes naturales.

En terrenos inclinados debe efectuarse una adecuación con sentido conservacionista, mecanizando solo aquellas áreas cuya pendiente no sea superior al 20%. La construcción de terrazas continuas o individuales en sentido contrario a la pendiente, es una técnica aplicable y sostenible para el establecimiento y manejo de huertos de frutales en zonas de ladera.

AHOYADO

Una de las prácticas que podría repercutir positiva o negativamente en el futuro de la plantación tiene que ver con la técnica de ahoyado. Las dimensiones del hoyo dependen de los limitantes físicos que en profundidad presente el suelo del sitio donde se va a transplantar. En suelos profundos, friables y permeables podrá practicarse con más facilidad el hoyo por no haber necesidad de profundizarlo más allá de 50 a 60 cm y de ampliarla no más de 70 centímetros de ancho x 70 centímetros de largo. Las dimensiones del hoyo en sitios donde el suelo presente impedimentos físicos (capas duras e impermeables), debe ser mayor para garantizar que las raíces en las etapas iniciales penetren sin dificultad, mientras adquieren por sí solas, la consistencia y grosor requeridos para afrontar condiciones físicas adversas. Para mejorar la distribución de raíces, se recomienda en estos casos construir un hoyo de forma prismática cuyas dimensiones en la parte superior sea de un metro y en el nivel inferior de 60 a 80 centímetros. La profundidad no debe ser inferior a un metro.

Para simplificar la mano de obra en la plantación y facilitar el ahoyado puede utilizarse en condiciones de suelo húmedo una zanjadora para hacer un rayado lo más profundo posible sobre las líneas de siembra. De esta manera la apertura de hoyos resultará más fácil, y además, al abrirse con antelación, las tierras quedarán por más tiempo expuestas al humedecimiento y aireación.

Después de demarcar con estacas los sitios donde deben quedar definitivamente las plantas se pro-

cede al ahoyado con el objeto de preparar física y químicamente el área de planteo donde posteriormente se desarrollarán las raíces del frutal.

Las recomendaciones para el ahoyado son las siguientes:

- La construcción de los hoyos debe hacerse con ayuda de herramientas preferiblemente manuales. No es recomendable en lo posible abrir estos hoyos mecánicamente por medio de la perforadora o barreno acoplado al tractor, por presionarse lateralmente las paredes y dificultar la expansión radicular en el comienzo del desarrollo. En algunos casos para agilizar el ahoyado en terrenos compactados y pedregosos se ha utilizado con éxito la retroexcavadora de pala pequeña. A las capas de suelo extraídas debe retirárseles la piedra y gravilla más gruesa y proceder al arreglo del hoyo según forma y dimensiones preestablecidas.
- Los hoyos deben abrirse con un mes de antelación a la fecha de establecimiento de los árboles con el fin de airear las capas removi-

das. En tal caso se abren los hoyos de un metro de profundidad y anchura, separando la tierra de la capa arable con las levantadas del subsuelo, como lo indica la Figura 5.

- Dependiendo del contenido de materia orgánica de la capa arable y del subsuelo, se recomienda tratar independientemente estas dos capas con gallinaza seca y pulverizada, previamente mezclada con cascarilla de arroz o maní en una proporción cascarilla: gallinaza 4:1. Cada capa debe recibir de tres a cuatro paladas de esta mezcla, adicionando cal dolomítica en espolvoreo para neutralizar el efecto residual de la gallinaza. Posteriormente debe homogenizarse suelo y subsuelo enriquecido con gallinaza para proceder al llenado del hoyo. Con la cantidad de mezcla indicada por capa estaríamos proporcionando en hoyos de un metro de ancho x un metro de profundidad, aproximadamente 1.9 kg de gallinaza y 2.1 kg de cascarilla. Si las dimensiones del hoyo son menores, debe disminuirse a dos o tres paladas de mezcla el tratamiento por capa.

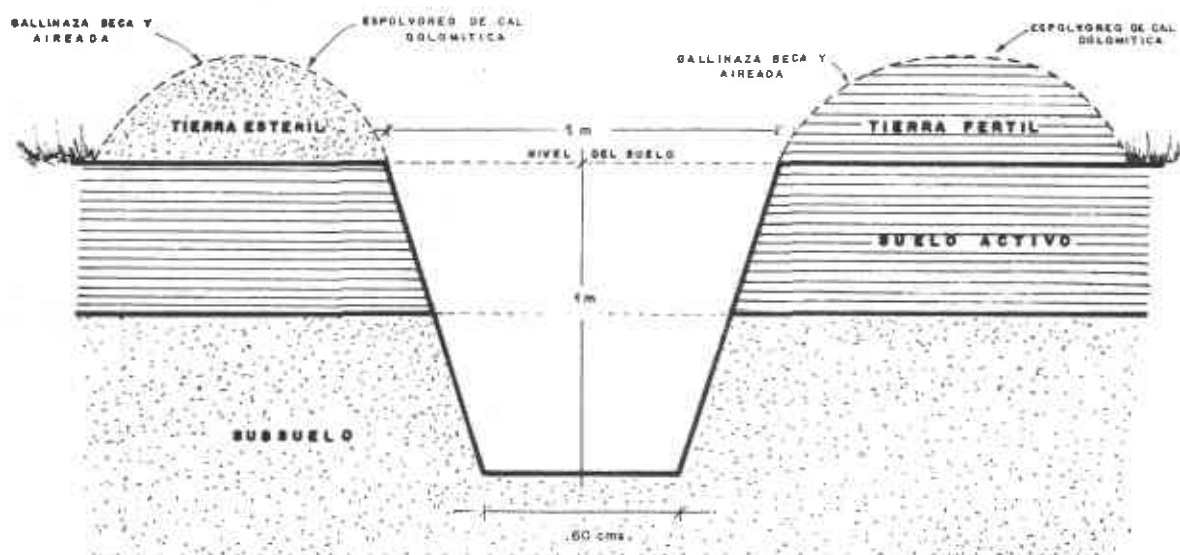


FIGURA 5. Sistema de plantación frutales perennes "Mejoramiento de la calidad de sitio"

Nota: Para facilitar el ahoyado y disminuir mano de obra se recomienda utilizar zanjadora para hacer un rayado profundo sobre las líneas de plantación.

FRUTAS TROPICALES

- Llenado el hoyo con la mezcla propuesta es necesario dejar que se fermente y meteorice durante 2 a 4 semanas, al cabo de las cuales se revuelve y se procede a la plantación. En el momento de la plantación se debe apisonar la tierra, completar el llenado del hoyo y aplicar a continuación un riego para asegurar la cohesión de la tierra alrededor de las raíces y el prendimiento del árbol. La época más aconsejable para la plantación es a mediados o a finales de la estación lluviosa.
- No es recomendable la aplicación de fertilizantes químicos en el momento de la plantación; éstos deben suministrarse dos o tres meses después, cuando el árbol haya asegurado su enraizamiento en el hoyo.
- Las formas de ahoyado más comunes son la rectangular o de cajuela y la prismática. La forma de hoyo prismática donde el ancho disminuye con la profundidad, es más recomendable para especies arbóreas por favorecer una distribución más uniforme de raíces en los primeros 50 centímetros. Con la forma

rectangular las raíces manifiestan mayor atrofiamiento lateral.

FERTILIZACIÓN

La fertilización constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta la posibilidad de expresar su potencial genético de producir abundantes frutos y de excelente calidad.

Hasta el momento en el país se carece para la mayoría de las especies frutales de una información básica referente a requerimientos nutricionales. Esto ha hecho que los planes de fertilización se dirijan sobre aproximaciones subjetivas en dosis que en ocasiones no traducen las respuestas esperadas. En este sentido hay un campo muy amplio de la investigación que debe ser explorado suficientemente para mejorar el manejo agronómico de estas especies.

Los planes de fertilización deben aplicarse de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentra el frutal. Las necesidades de nutrición se incrementan a medida que el árbol llega a producción (Figura 6).

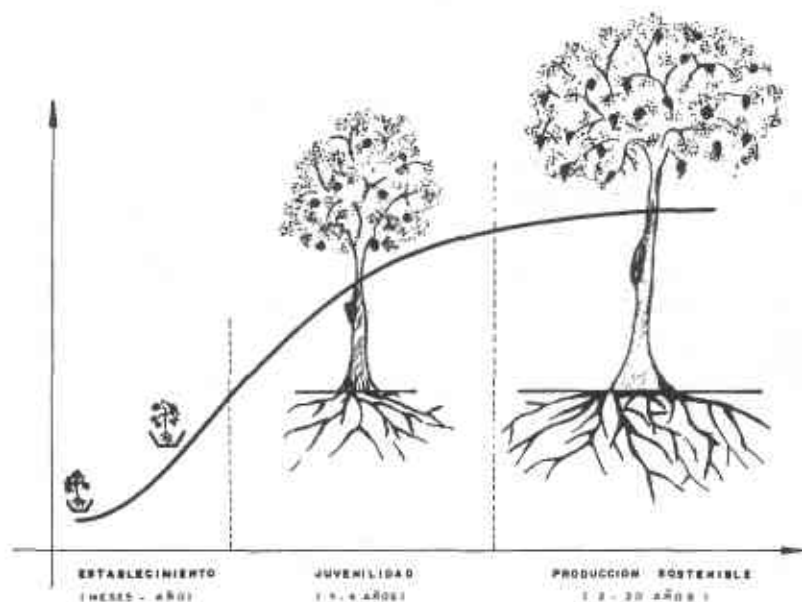


FIGURA 6. Etapas de desarrollo que se deben considerar en la fertilización de árboles frutales (bianuales - perennes).

FRUTAS TROPICALES

Es importante señalar que el análisis de suelo y foliar es la única herramienta con la que actualmente cuenta el fruticultor para el manejo eficiente y económico de la fertilización. De acuerdo con su interpretación y la aproximación que se tenga sobre los requerimientos de la especie tratada, es posible restituir al suelo los elementos más deficitarios que podrían afectar el crecimiento y desarrollo del huerto. El análisis de suelo y foliar es aplicable en cualquiera de los estados de desarrollo de la plantación.

Para tener una idea general del grado de extracción de nutrientes en cítricos, aguacate, guanábano y mango se presenta a consideración la Tabla 8, obtenida a partir de la información revisada de Federacafé, ICA, COLJAP y Southern Agricultural Laboratories.

sada de Federacafé, ICA, COLJAP y Southern Agricultural Laboratories.

TABLAS GUÍAS PARA LA FERTILIZACIÓN DE FRUTALES ARBÓREOS.

RECOMENDACIONES GENERALES

En este capítulo se presenta una revisión completa de las sugerencias de fertilización hechas por varias instituciones que han participado en la investigación y fomento de frutales en el país. Desde luego muchas de estas tablas presentan niveles críticos de nutrientes en suelo, hojas y frutos reportados por investigadores extranjeros.



















NIVEL DE EXTRACCION					
	N	K	Ca	P	Mg
ALTO					 
MEDIO		 			
BAJO	 			 	

TABLA 8. Extracción de nutrientes de acuerdo con su grado de concentración en hojas secas. Etapa de crecimiento.

FRUTAS TROPICALES

La información consignada en las Tablas 9 a la 20, debe ser tomada por parte del técnico, como una guía que mejore su conocimiento en el momento de tomar decisiones en el manejo de planes de fertilización y corrección de trastornos nutricionales.

MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN FRUTALES

Las raíces funcionales de los frutales arbóreos se localizan generalmente en los primeros 40 o 50 centímetros de profundidad. El mayor poder de absorción en esta área lo tienen las raíces finas con diámetro inferior a un milímetro. Lateralmente la mayor concentración y mejor distribución de raíces activas nutricionalmente, se encuentran en la zona ubicada entre el nivel de proyección de la copa y la parte media de la misma. Aunque esta abundancia y distribución de raíces puede variar dependiendo del contenido de materia orgánica y textura del suelo (mayor en suelos de texturas medias con alto contenido de materia orgánica), se recomienda concentrar la aplicación de fertilizantes a esta zona siempre y cuando existan condiciones adecuadas de humedad en el suelo.

En huertos establecidos donde se comprueba atrofia en el crecimiento lateral de raíces, es conveniente ampliar el área de plateo a medida que crece el árbol para buscar un mejor aprovechamiento del agua y los

fertilizantes. En estos casos se recomienda que a continuación de la línea que proyecta la gotera de los árboles, se haga un rayado lo más profundo posible con arado de cincel, para mejorar en profundidad y extensión el crecimiento y distribución de raíces.

Como lo ilustra la Figura 7, existen tres métodos para suministrar fertilizantes sólidos. El método al voleo después de remover ligeramente la hojarasca o mulch en superficie y sin picar el suelo, es el más recomendado porque propicia la extensión de raíces superficiales en toda el área de influencia de la fertilización. Este método es protector y conservacionista puesto que el tapado se efectúa con la misma hojarasca removida.

En los hoyos pequeños la distribución del fertilizante es muy puntual y generalmente aquí solo se propicia el crecimiento de raicillas en profundidad en el sitio tratado.

La fertilización líquida es mucho más especializada, requiere de mayor control y su costo es superior por la infraestructura y especificaciones que ésta demanda. Su eficiencia es superior debido a que los nutrientes son transportados en solución, lo cual asegura su aprovechamiento inmediato. Los métodos más conocidos son la fertirrigación, goteo, microaspersión y manguera.

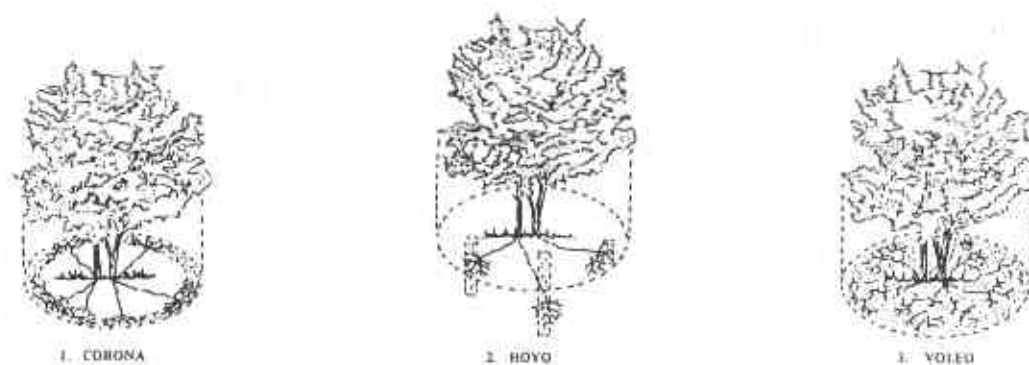


FIGURA 7. Métodos de localización de fertilizantes sólidos en frutales arbóreos.

TABLA 9. Recomendaciones para la fertilización de frutales arbóreos (Establecimiento)

Región	Análisis de Suelos				Fertilizantes recomendados			
	M. O (%)	P (ppm)	K (mc/100 g)	N (g/planta)	P ₂ O ₅ (g/planta)	K ₂ O (g/planta)		
Clima frío	<15	<0.20	60 - 90	60 - 90	60 - 90	60 - 90		
	15 - 30	0.20 - 0.40	30 - 60	30 - 60	30 - 60	30 - 60		
	>30	>0.40	0 - 30	0 - 30	0 - 30	0 - 30		
Clima medio	<3	<0.20	45 - 75	45 - 75	45 - 75	45 - 75		
	3 - 6	0.20 - 0.40	30 - 45	30 - 45	30 - 45	30 - 45		
	>6	>0.40	0 - 30	0 - 30	0 - 30	0 - 30		
Clima cálido	<2	<0.20	45 - 75	45 - 75	45 - 75	45 - 75		
	2 - 4	0.20 - 0.40	30 - 45	30 - 45	30 - 45	30 - 45		
	>4	>0.40	0 - 30	0 - 30	0 - 30	0 - 30		

Fuente: ICA, Sección suelos. 1992

TABLA 10. Sugerencia de fertilización tomando en consideración la edad y el nivel de producción de la planta de mango

Edad Años	Producción (kg/planta)	g / Planta					
		Elementos			Fuentes		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Urea	SFT*n	KCl
2	4	20 - 25	10 - 12	25 - 30	50	26	50
4	56	230 - 350	115 - 175	225 - 420	500 - 700	250 - 300	375 - 700
6	80	330 - 500	165 - 250	395 - 600	700 - 1100	360 - 543	660 - 1000
8	160	660 - 995	330 - 490	790 - 1195	1400 - 2200	720 - 1100	1300 - 2000
10	220	908 - 1360	450 - 680	1090 - 1630	2000 - 3000	1000 - 1500	1800 - 2700
12	320	1322 - 1980	660 - 990	1580 - 2370	2900 - 4300	1400 - 2100	2600 - 4000

* SFT= Superfosfato triple
 Relación N: P: K → 1:0.5:1.2
 Fuente: Avilan, 1988

FRUTAS TROPICALES

TABLA 11. Fertilización en la etapa de crecimiento para la variedad de mango SUFAIDA ICA - 1.

Aplicación 1/	Gramos por planta por año								
	Primer año			Segundo año			Tercer año		
	N	P ₂ O ₅	K ₂	N	P ₂ O ₅	K ₂	N	P ₂ O ₅	K ₂
Primera	40	100	-	50	150	-	70	200	100
Segunda	40	-	50	50	-	70	70	-	100
Tercera	20	-	50	50	-	80	80	-	100
Total	100	100	100	150	150	150	220	200	300

1/: Aplicación cada cuatro meses a partir del cuarto de trasplante.

Fuente: Programa de suelos, ICA - Nataima.

TABLA 12. Contenido de elementos en las hojas para determinar la fertilización en mango.

Elemento(%)	Deficiente (Menos de)	Adecuado	Exceso (más de)
N	0.9	1.0 - 1.5	2.2
P	0.07	0.08 - 0.18	0.26
K	0.30	0.80 - 1.20	1.80
SC	0.07	0.10 - 0.20	0.30
Ca	1.00	2.00 - 5.0	6.0
Mg	0.10	0.15 - 0.40	0.48
Fe (ppm)	50	80 - 200	400
Mn (ppm)	40	60 - 100	500
Cu (ppm)	5.0	10.0 - 15.0	25.0
B (ppm)	40	50 - 100	200
Zn (ppm)	20	30 - 150	200

Fuente: FEDERACAFÉ - COLJAP. Avance técnico No. 130.

TABLA 13. Contenido de elementos en las hojas para determinar la fertilización en cítricos.

Elemento (%)	Deficiente (Menos de)	Adecuado	Exceso (más de)
N	2.2	2.4 - 2.6	2.8
P	0.09	0.11 - 0.16	0.3
K	0.40	0.70 - 1.10	2.3
S	0.14	0.20 - 0.30	0.50
Ca	1.60	2.90 - 5.5	6.9
Mg	0.16	0.25 - 0.6	1.10
Fe (ppm)	36	60 - 120	200
Mn (ppm)	16	24 - 200	500
Cu (ppm)	4	5 - 16	22
B (ppm)	20	30 - 100	260
Zn (ppm)	16	24 - 100	200

Fuente: E. Malavolta, 1987.

FRUTAS TROPICALES

TABLA 14. Guía para la fertilización de guanábano en valles intermedios según análisis de suelos y edad del cultivo. Unidad: gramos del elemento por árbol por año.

Elemento		Edad del cultivo en años		
		1 - 3	3 - 6	> 6
Materia orgánica %	< 3	60 - 80 N	90 - 120	120 - 140
	3 - 5	45 - 60 N	60 - 80	80 - 110
	> 5	30 - 45 N	45 - 60	60 - 90
Fósforo ppm	< 20	45 - 60 P ₂ O ₅	60 - 110	180 - 240
	20 - 40	20 - 45 P ₂ O ₅	30 - 60	120 - 180
	> 40	0 - 20 P ₂ O ₅	0 - 30	60 - 120
Potasio (me/100g)	< 0.20	40 - 60 K ₂ O	60 - 90	90 - 130
	0.2 - 0.4	20 - 40 K ₂ O	40 - 60	60 - 90
	> 0.40	0 - 20 K ₂ O	0 - 40	0 - 60

Fuente: Programa de suelos y frutales, ICA, 1988.

TABLA 15. Contenido de elementos en el fruto con base en materia seca para determinar la fertilización en guanábano.

Parte del fruto	%						
	N	P	K	Ca	Mg	B	Zn
Corteza	1.29	0.221	1.12	0.46	0.07	9	39
Pulpa	1.36	0.213	1.42	0.48	0.06	10	40
Semilla	1.41	0.298	0.92	1.41	0.09	5	56
Estimación promedio.	1.35	0.244	1.15	0.45	0.07	8	45

Fuente: Avilan; Programa de frutales, ICA

TABLA 16. Contenido de elementos en las hojas para determinar la fertilización en guanábano.

Elemento (%)	Deficiente	Adecuado
N	< 1.1	1.75
P	< 0.11	0.29
K	< 1.26	2.60
Ca	< 1.08	1.76
Mg	< 0.08	0.20
S	< 0.14	0.2 - 0.3
Fe (ppm)	< 35	60 - 120
Mn (ppm)	< 16	24 - 200
B (ppm)	< 20	35 - 100
Cu (ppm)	< 4	5 - 12
Zn (ppm)	< 16	25 - 50

Fuente: A & L Southern agricultural laboratories; ICA Palmira.

FRUTAS TROPICALES

TABLA 17. Programa de fertilización en aguacate.

Edad árbol (años)	15 - 15 Año/árbol g	No. aplicaciones/árbol	Fertilizante aplicación/año g
1	1000	4	250
2	2000	4	500
3	3000	2	1500
4	4000	2	2000
5	5000	2	2500
6	6000	2	3000
7	7000	2	3500
8	8000	2	4000

Fuente: Federacafé, 1985.

TABLA 18. Contenido de elementos en las hojas para determinar la fertilización en aguacate.

Elemento (%)	Deficiente (Menos de)	Adecuado	Exceso (más de)
N	1.2	1.6 - 2.00	2.8
P	0.08	0.12 - 0.25	0.30
K	1.00	1.50 - 2.00	3.00
Ca	0.8	1.0 - 3.0	4.00
Mg	0.15	0.30 - 0.80	1.00
S	0.10	0.20 - 0.40	0.80
Fe (ppm)	50	80 - 200	400
Mn (ppm)	40	60 - 500	750
Cu (ppm)	5	10 - 15	25
B (ppm)	40	50 - 100	200
Zn (ppm)	20	30 - 150	200

Fuente: Federacafé, Coljap, Avance técnico No. 130.

TABLA 19. Soluciones usadas en la fertilización de frutales.

Elemento	Fuente	Concentración (%)
N	Urea	0.5 - 1
K	KNO ₃	0.5 - 3
K	K ₂ SO ₄	1.0
K	KCl	0.25
P	MAP	0.5 - 5
Ca	Cl ₂ Ca	0.6
Mg	MgSO ₄ H ₂ O	1.0
Fe	Edta - Fe (9%)	0.5 - 1
Mn	Edta - Mn (9%)	0.3 - 0.6
Zn	Edta - Zn (9%)	0.3 - 0.6
Cu	Edta - Cu (9%)	0.3 - 0.5
B	Ácido Borico	0.15 - 0.3
B	Borax	0.2
B	Solubor	0.1
Mo	(NH ₄) ₆ MO ₇ O ₂₄ · 7H ₂ O	0.01

Fuente: Malavolta, E. 1988; Programa de suelos ICA.

FRUTAS TROPICALES

TABLA 20. Recomendaciones generales anuales, dependientes según el estado de desarrollo del frutal.

Elemento-producto	Gramos por planta
Cal	500 - 3000
Nitrógeno	100 - 200
Fósforo	100 - 200
Potasio	150 - 300
Magnesio	20 - 30
Sulfato de Zinc*	5 - 25
Sulfato de Cobre*	5 - 10
Sulfato de Magnesio*	10 - 20
Sulfato de Hierro*	20 - 50
Borax	5 - 20

* Igualmente puede emplear el equivalente en quelatos

Fuente: Programa de suelos ICA. 1992

RESUMEN

El valle del alto Magdalena en los departamentos de Tolima, Huila y Suroccidente de Cundinamarca ofrece ventajas competitivas y comparativas para la explotación comercial de frutales en sus tres pisos térmicos: cálido, templado y frío. Sin embargo la superficie ocupada en estas especies representa menos del 1% del área con vocación agrícola de la región.

A partir de los años ochenta adquiere la mayor importancia el desarrollo de especies como mango, aguacate, guanábana y limas ácidas. Aunque existen importantes avances en el conocimiento ecofisiológico de estas especies, es necesario evaluar nuestras propias condiciones para concluir sobre aspectos de adaptación de variedades, potencialidad en rendimiento, calidad de frutos y técnicas de manejo agronómico.

A nivel local la tecnología aplicable al manejo del suelo en proyectos frutícolas es limitada. Se ha detectado igualmente que la tendencia del fruticultor es a elegir la especie y/o variedad, su distribución en el lote, tipo de poda o la instalación de riego; el suelo lo considera en la mayoría de los casos solamente en sus aspectos topográficos y deja en un segundo plano lo relacionado con la estructura física y la composición química y biológica del suelo.

Por la importancia que representa el conocimiento del suelo en la selección de áreas aptas para frutales y en la definición de planes de manejo del huerto, éste artículo reúne la información básica que sobre aspectos físicos, químicos y biológicos se deben tener en cuenta para asegurar el éxito de una plantación. Se introduce el término "calidad de sitio" como criterio técnico para evaluar la aptitud del suelo de acuerdo con el grado de limitación existente.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Amezquita, E.** Algunas consideraciones agroclimáticas y edáficas para el uso y manejo integral de suelos. (Mimeografiado). 1988.
2. **Avilán L.** Criterios para la fertilización del mango. Quinto Congreso de Cultivadores de Mango, FEDEMANGO. Girardot, 1992. pag. 30 - 38.
3. **Cartagena, J.R.; Vega, D.** Fruticultura Colombiana, El Mango. Manual de Asistencia Técnica No. 43. Produmedios, Santafé de Bogotá. 1992.
4. **Castro, H.** Bases técnicas para el conocimiento y manejo de los suelos del Valle Cálido del Alto Magdalena. 80 p. (Mecanografiado en proceso de publicación). 1993.

5. _____ **Simmonds, R.** Estudio de la aptitud de los suelos para el establecimiento de huertos de guanábano, mango y limas ácidas. Granja Yulima - Hda. Santa Bárbara - Hda. Brasília. Espinal (Tolima). 1990.
6. **Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.** Programa de Desarrollo y Diversificación de zonas cafeteras. El Cultivo del aguacate, cítricos y mango. Bogotá. 1985
7. **García, A.** Los Suelos en la Empresa Frutícola. p. 168 - 180. 1988. In: Curso Nacional sobre Frutales de Clima Cálido. Centro Nacional de Investigaciones, Palmira.
8. **Guzmán, F.** La Guanábana revisión bibliográfica, material docente: Frutales. Universidad del Tolima, Ibagué, 1982. 31p. (Mimeografiado)
9. **Instituto Colombiano Agropecuario.** Sección Recursos Naturales. 1992. Fertilización en diversos cultivos quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica No. 25. Producciones, Santafé de Bogotá.
10. _____ Programa Nacional de Frutales. 1988. Memorias Tercer Curso Nacional de Frutales de Clima Cálido y Primer Curso Nacional de Frutales de Clima Frio. C.I. Palmira. 1:1-167.
11. **Instituto Geográfico Agustín Codazzi,** Subdirección Agrológica. 1982. Los suelos del Valle del Magdalena. Sectores Alto y Medio. Santafé de Bogotá.
12. **Juscafresa, B.** 1986. Árboles frutales, cultivo y explotación comercial. 8a. ed. Editorial Aedos, Barcelona.