



Grupo de Optimización Agrícola

Programas de Fertilización Foliar Fosfo-Activa de Alta Frecuencia

Son manejos sencillos de realizar, que bajan los costos de producción, elevan los rendimientos del cultivo, la calidad de las cosechas y limitan la contaminación ambiental

Los Programas de Fertilización Foliar Fosfo-Activa de Alta Frecuencia ¹ representan una revolucionaria y eficiente forma de fertilizar, en cuyo diseño se aplicaron descubrimientos científicos recientes en el área de la fisiología de la nutrición vegetal y una nueva generación de abonos foliares denominados fosfo-activos. Estos fertilizantes y las técnicas de aplicación, garantizan la incorporación al cultivo de todos y cada uno de los nutrientes minerales que requieren la células vegetales para mantener un óptimo funcionamiento. Los Programas consisten en la aplicación al follaje, durante todo el ciclo del cultivo, de varios tipos y dosis de Fertilizantes Foliares Fosfo-Activos (FFFA) y de recomendaciones de fertilización radical y de riego acordes con el clima, tipo del suelo y el cultivo. Pocos litros de FFFA por Hectárea logran elevar la calidad de las cosechas, el vigor y el rendimiento de los cultivos. En Hortalizas se han obtenido incrementos de rendimientos superiores al 96 % y en maíz incrementos de un 106 % (véanse resultados en las páginas 11,12,13,14)

La sencillez y alta eficiencia de los manejos de Fertilización Foliar Fosfo-Activa, su bajo costo y la inmediata y extraordinaria respuesta de los cultivos a su aplicación, hacen de la masificación de este tipo de programas de fertilización, una posibilidad real para elevar la diversidad, rendimiento, rentabilidad y sustentabilidad de la actividad agrícola en Venezuela.

¹ Los FFFA son los únicos fertilizantes foliares líquidos del mercado que presentan en solución todos y cada uno de los nutrientes vegetales y dosis adecuadas de calcio, magnesio y hierro junto a fósforo y azufre, sin que reaccionen entre sí y precipiten. Además, garantizan y facilitan la absorción de estos elementos por las células foliares.

Los manejos de Fertilización Foliar Fosfo-Activa de Alta Frecuencia, disminuyen la contaminación ambiental por agroquímicos, bajan los costos de producción (fertilizantes, agua y biocidas), elevan la productividad económica, el rendimiento, precocidad y vigor del cultivo, así como la calidad de sus cosechas. Todas estas ventajas se obtienen gracias a que la fertilización foliar garantiza a las plantas:

1. El suministro adecuado al follaje de tres especies químicas que suelen estar en cantidades deficientes en los cultivos: El calcio, fósforo y el hierro
2. El suministro de la totalidad de sus requerimientos nutricionales ² (sólo el potasio y nitrógeno deben ser suplementados vía radical)
3. Otorga una mayor eficiencia fotosintética a las plantas y con ello se favorece la capacidad del sistema radical para absorber el agua y los nutrientes existentes en el suelo y bombearlos al follaje.
4. Eleva la eficiencia de uso de agua (aumenta captura y control de pérdidas de agua por transpiración)
5. Compensa las deficiencias nutricionales causadas por:
 - a. las carencias de nutrientes en el suelo
 - b. baja calidad del suelo
 - c. exceso de temperaturas del suelo
 - d. sequías o riego deficitario
 - e. saturación hídrica del suelo (aguachinamiento)
 - f. bloqueos de transporte de nutriente y agua al follaje causados por enfermedades de la raíz y el tallo

La diferencia con otros manejos de fertilización y la alta eficiencia que muestran estos Planes de Fertilización Foliar Fosfo-Activa fertilización (FFFA) se debe a los siguientes elementos:

1. La formulación química, los componentes y los procesos usados en la preparación de los FFFA generan polimerizaciones ³ que garantizan una alta estabilidad a sus soluciones y la incorporación, al follaje, de todos y cada uno de los nutrientes minerales que requieren las células vegetales
2. La aplicación de este tipo de fertilizante garantiza al cultivo el suministro de calcio, hierro y el fósforo, nutrientes éstos que por su alta reactividad química, suelen fijarse irreversiblemente en el suelo o en la propia planta, razón por la cual los cultivos generalmente presentan signos de deficiencias nutricionales. Estos nutrientes garantizan resistencia a plagas y enfermedades y la eficiencia de los sistemas de conversión y transporte de energía en las células y tejidos

² Este suministro adecuado se logra por dos vías: La absorción foliar de nutriente aplicado con el fertilizante foliar y por el aumento de la eficiencia de la absorción radical que induce la elevación de la tasa de fotosíntesis generada por la aplicación del fertilizante foliar.

³ Eliminan las reacciones y precipitaciones entre los sulfatos y fosfatos el calcio, hierro, magnesio y otros iones polivalentes en solución y dentro de la planta. Factor éste, causante de la baja eficiencia de los fertilizantes foliares que existen en el mercado

3. La aplicación del fertilizante foliar no se concibe como un “tratamiento médico” para corregir una deficiencia, sino como un manejo de **fertilización permanente** que debe suministrarse durante todo el ciclo del cultivo, en dosis y frecuencia adecuadas.
4. En la formulación del plan y en la aplicación de los FFFA se consideran múltiples factores que inciden en la absorción y eficiencia de uso de nutrientes por las hojas, tales como: Tipo, edad y estado fenológico, fitosanitario y fisiológico del cultivo, clima, calidad del agua y del suelo, equipos y formas de aplicación, manejos de fertilización radical y de riego.

¿Qué son y cómo actúan los Abonos Foliare Fosfo-Activos?

Son abonos líquidos que poseen en solución cantidades y formas adecuadas de todos y cada uno de los macro y micronutrientes necesarios para que la maquinaria fotosintética y el metabolismo celular de las plantas trabajen eficientemente. Son, además, los únicos abonos foliares donde los sulfatos, fosfatos, el calcio y el hierro que lo conforman, son acomplejados en moléculas que facilitan su absorción por las hojas y bloquean su reactividad química (extracelular) con el fin de impedir la generación de deficiencias nutricionales inducidas por la oxidación del hierro y la precipitación de fosfatos y sulfatos insolubles de calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y cobalto. Ello asegura que los nutrientes minerales, que conforman el abono, sean absorbidos por las células foliares en las proporciones y cantidades aplicadas. Estas características del fertilizante junto a la elevada eficiencia de absorción de agua y nutrientes minerales que muestra el follaje de las plantas, garantizan notables aumentos en la producción, precocidad y vigor de los cultivos y en la calidad de sus cosechas.

Este tipo de fertilización debe su éxito a que en la formulación, preparación y aplicación de los abonos líquidos, se toman en cuenta conocimientos científicos recientes y tecnologías surgidas en las áreas de fisio-ecología, fisiología de la nutrición vegetal, biología celular y en la química de polímeros y fertilizantes, a saber:

- 1) El manejo integral, que conforma los planes de abonado foliar, asume la veracidad de hipótesis científicas recientemente verificadas:
 - a. El follaje de las plantas terrestres puede, al igual que el de las acuáticas, jugar un rol primario en la nutrición e hidratación de los cultivos. La importancia de este papel dependerá de la especie y de las condiciones micro-ambientales a las cuales estén expuestas las hojas, en especial de aquellas que determinan la presencia o no de una película de agua sobre la superficie foliar (rocío, lluvia, neblina, vientos, temperatura, % de humedad relativa del aire, etc.).
 - b. La presencia de altas concentraciones de sulfatos y fosfatos solubles en el suelo, genera “Deficiencias Nutricionales Fosfato o Sulfato Inducidas” en el cultivo, al reaccionar estos

aniones, con cationes polivalentes (iones positivos de más de una valencia como el calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc y cobalto) y formar sales insolubles en el suelo o dentro de la propia planta.

- c. Los requerimientos de nutrimentos minerales de las plantas son mucho menores que los reportados (se determinan por análisis químicos foliares)⁴, ya que de la biomasa mineral existente en sus tejidos (determinada por análisis químico masivo), sólo una pequeña fracción, la protoplasmática, es fisiológicamente activa.
- 2) Los abonos líquidos usados son preparados y formulados, química y físico-químicamente, para mantener la estabilidad de sus componentes (evitar su degradación o reacciones químicas fuera de las células) y para suplir todos y cada uno de los requerimientos minerales de las células del tejido foliar, en la proporción y formas requeridas a lo largo del desarrollo del cultivo.
 - 3) En la aplicación de los abonos foliares, además de tomar en cuenta la fórmula, dosis, dilución, frecuencia y momento de aplicación del abono, se estudian aquellos factores ambientales que incrementan el tiempo de contacto, entre la película hidratada del abono y la superficie foliar (precipitación, temperatura, % de humedad relativa, grado de hidratación del cultivo, tasas de evaporación, tensión superficial y el tamaño de las gotas de la solución del fertilizante que sale de la boquilla del aspersor).

⁴ *Más del 90% del volumen de las plantas terrestres está conformado por tejido muerto o no activo, constituido principalmente de polisacáridos (celulosa, lignina), que no requiere de nutrientes minerales para su conformación y mantenimiento. Del volumen de tejido vivo restante, una elevada fracción es ocupado por espacios intercelulares y paredes celulares. Por otro lado, los avances de la microscopía electrónica han permitido determinar que el interior de las células vegetales, suele albergar, en más de sus 2/3 partes, vacuolas (sacos membranosos) cuyo papel principal es regular la composición química del protoplasma y almacenar en ellas (en concentraciones miles de veces superiores a las existentes en el protoplasma) los nutrientes minerales que son absorbidos en exceso por las células. En otras palabras podemos decir que de la biomasa mineral de una planta viva (a excepción de la potásica, necesaria para el transporte floemático), apenas una mínima fracción (la existente en el protoplasma celular) es necesaria para su funcionamiento y estructuración.*

¿ A qué se debe la eficiencia de los Fertilizantes Foliare Fosfo-Activos?

Se ha determinado que bajo condiciones ambientales similares, en especial de humedad y temperatura, la velocidad de absorción de agua y nutrientes minerales por unidad de superficie del follaje, es decenas de veces superior a la que presentan las raíces.

La adecuada aplicación de una solución de Abono Foliar Fosfo-Activo sobre la superficie de las hojas pone a disposición del metabolismo celular y de su aparato fotosintético, en apenas unos segundos, todos los nutrientes que estos procesos requieren. Ello permite obtener respuestas fisiológicas casi instantáneas.

En el proceso de producción de los Fertilizantes Foliare Fosfo-Activos se induce la generación de estructuras moleculares que impiden la precipitación del hierro y la reacción de los sulfatos y fosfatos con los cationes polivalentes (calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, cobalto y níquel) que conforman el pool de nutrientes del fertilizante. Ello impide la formación de sales insolubles en las soluciones del fertilizante, en la película hidratada de abonos que se forma en la superficie de las hojas tratadas y en el trayecto hacia el interior de las células foliares.

La aplicación de Abonos Foliare Fosfo-Activos aumenta la producción de clorofila y la tasa fotosintética y, con ello, la eficiencia de la fertilización radical. La instantánea absorción foliar del “balanceado cóctel” de nutrimentos minerales contenidos en los abonos, eleva la actividad metabólica y fotosintética de las células foliares y la capacidad de transporte (floemático) de azúcares y nutrientes desde el follaje a la raíz. Este abastecimiento, permite eliminar del tejido radical deficiencias energéticas y nutricionales, elevando con ello la capacidad del sistema radical para capturar agua y nutrientes del suelo.

La aplicación de los Abonos Foliare Fosfo-Activos incrementa la resistencia a la sequía y el uso eficiente de agua en el cultivo. El balance nutricional de las células del follaje, propiciado por estos abonos foliares, permite un mayor control de las pérdidas de agua que, en el proceso transpirativo, se producen por los estomas (micro-válvulas foliares).

Los abonos elevan la capacidad de defensa del cultivo contra plagas y enfermedades. La aplicación de los abonos aumenta la actividad celular al dotar de nutrientes minerales a todo el tejido foliar y al garantizar un suministro adecuado de calcio, elemento básico en la estructuración y funcionamiento de las membranas plasmáticas y en la conformación estructural de las paredes celulares. Ello favorece el engrosamiento y endurecimiento de las cutículas de hojas, frutos y flores y de los tejidos protectores y conductores de la planta. Es decir, se incrementa la protección de los cultivos contra los ataques de plagas y la propagación de enfermedades.

La aplicación de estos fertilizantes permite recuperar el daño causado por virosis en algunos cultivos ⁵. La aplicación del abono a un cultivo infectado con virus, propicia la conformación de nuevas hojas, eleva la producción de clorofila, tasa de fotosíntesis y la velocidad de multiplicación celular. Si esta velocidad supera la tasa de propagación de la infección viral, se generarán tejidos saludables y nuevas hojas libres de virus con capacidad de suplir de energía y fuentes de carbono (azúcares) al resto de la planta. Se ha observado una extraordinaria respuesta en cultivos de lechosa, tomate, pimentón y ají atacado con virus.

⁵Se han logrado recuperar cultivos de tomate, pimentón y lechosa con ataques agudos de virus y obtener muy buenas cosechas con tan sólo algunas aplicaciones de estos abonos.

Resultados obtenidos con los abonos foliares en pisos climáticos bajos

Cultivo	Técnica aplicada	Producción (Kg/Ha)	Incremento
Maíz	Estado Bolívar, 1995. Dos litros FFFA/Ha Secano (120 Kg/Ha de 12/24/12)	6.200	106 %
Tomate Manzano	Estado Carabobo 1996 Dos litros FFFA/Ha Tomate empalado/ Riego por surco..	52.000	96 %
Cebollín	Estado Vargas, 1995. Bandejas de Alta Oxigenación, fertirriego microaspersivo de alta frecuencia.	75.000	200 %

Nota: Datos extraídos del informe final del Proyecto de Investigación MP-RP 20 0046 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Venezuela (CONICIT).

Eficiencia de Abonos Foliares Fosfoactivos en Cacao

Cultivo	Técnicas	Sin abono foliar Kg/Ha/año	Con abono foliar Kg/Ha/año	Incremento.
Cacao (almendra húmeda)	Secano abonado radical	2.900	7.900	172%

Grenada Cocoa Association, Ministerio de Agricultura de Grenada, Embajada de Venezuela/UCV/Ciencias (1999-2000)

Resultados obtenidos con los Abonos Foliare en pisos climáticos altos

Cultivo	Tratamiento	Resultados
Clavel Miniatura	1997. Un litro de FFFA Ha/mes	alargamiento en un 50% de la vara mayor calidad de pétalos y hojas
Clavel	1997. Un litro de FFFA Ha/mes	Varas de 60 cm, flor de mayor tamaño y calidad "select de exportación"
Papa	1998. 4 litros de FFFA Ha/mes	resistencia a la acción de los vientos incremento del 62 % en producción.
Fresa	1998. 2 litros de FFFA/ Ha/mes	reducción del 50% de las pérdidas por descarte de frutos
Café	1998. Un litro de FFFA/Ha	recuperación de cultivos viejos mayor vigor y crecimiento en viveros

Nota: Cuadro elaborado con datos extraídos del informe sobre resultados de la aplicación de Abonos Foliare Fosfo-Activos de la **Asociación Cooperativa de Servicios Múltiples de "La Grita"** Estado Táchira. 5/3/98. Ing. Gilberto Moreno, Facultad de Agronomía de la Universidad Experimental del Táchira

Eficiencia de Abonos Foliare Fosfoactivos en Hortalizas

Cultivo	Técnicas	Sin abono foliar	Con abono foliar	Incremento
Lechuga Grandes Lagos	Riego aspersivo	31.500 Kg/Ha/ciclo	52.500 Kg/Ha/ciclo	68 %
Fresa Capitola	Riego aspersivo	4.200 Kg/Ha/mes	6.400 Kg/Ha/mes	52 %

"Coperproaca" Cooperativa Agrícola de Carayaca, UCV/Ciencias, Estado Vargas (2.002)

Eficiencia de los Abonos Foliars Fosfo-Activos en Hidroponía

Cultivos	Técnica	Sin abono foliar Kg/Ha/ciclo	Con abono foliar Kg/Ha/ciclo	Incremento
Tomate (Kindia)	Fertirriego por Goteo, bajo invernadero	50.000	84.000	68 %

Hidroponías Venezolanas C.A./UCV/Ciencias (1.998) San Pedro, Estado Miranda

Eficiencia de los FFA en sistemas de riego por goteo y nebulización

Cultivos	Técnica	Sin abono foliar Kg/Ha/ciclo	Con abono foliar Kg/Ha/ciclo	Incremento
Maíz (Himeca)	Goteo/acolchado	8.000	13.200	65%
Remolacha	Fertinebulización	–	26.000	–
Lechuga	Fertinebulización	–	32.000	–
Repollo	Fertinebulización	–	38.000	–

FONAIAP, FUNDACITI y Gobernación de Sucre, UCV/Ciencias, CONICIT (Cariaco 1997)

Efectos de la Fertilización Fosfo-Activos

Tratamiento	Resultados
½ litro/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • resistencia a la sequía mayor producción
2 litro/Ha/mes	<ul style="list-style-type: none"> • alargamiento en un 50% de la vara • mayor calidad de pétalos y hojas
1 litro/Ha/mes	<ul style="list-style-type: none"> • Varas de 60 cm, flor de mayor tamaño y calidad "select" de exportación.
4 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • resistencia a la acción de los vientos, incremento del 62 %
2 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • reducción del 50% de las pérdidas por descarte de frutos e incrementos de calidad y rendimiento
1 litros/Ha	<ul style="list-style-type: none"> • recuperación de cultivos viejos • mayor vigor y crecimiento en viveros
2 litros/Ha/año	<ul style="list-style-type: none"> • Eleva la floración y los rendimiento
2 litros/Ha litros mes	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los efecto de virosis aguda, elevación de la calidad del fruto y de los rendimientos
2 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor bellezas, cobertura , resistencia al estrés hídrico y físico (exceso de uso)
2 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la belleza, brillo, color y explosión de floración
2 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de pudrición del fruto (culillo), incremento de frutos de primera y rendimiento
1 litros/Ha/ mes	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor vigor, rendimiento y calidad del fruto

Nota: Cuadro elaborado con datos extraídos del informe sobre resultados de la aplicación de abonos foliares fosfo-activos de la *Asociación Cooperativa de Servicios Múltiples de "La Grita"*, Estado Táchira. (1998 y de informes del Grupo de Optimización Agrícola al CDCH de la Universidad Central (2000-2001)

FORMULACIÓN DE LOS FERTILIZANTES FOLIARES FOSFO-ACTIVOS

	Tipo A	Tipo B
MACRO NUTRIENTES		
N-NO ₃ -	1,44%	2,00%
N-Amídico	6,50%	0,35%
N-Total	7,95%	2,35%
P ₂ O ₅ (polímero)	1,91%	3,54%
K ₂ O	4,83%	7,23%
CaO	0,40%	2,14%
MgO	0,32%	1,82%
S-(SO ₄)=	0,09%	0,24%
MICRO NUTRIENTES		
Cloruro	1,08%	4,64%
Sodio	0,014%	0,011%
Fe 2+ (sal policarboxílica)	0,080%	0,321%
Manganeso	0,065%	0,078%
Cobre	0,003%	0,004%
Zinc	0,009%	0,012%
Boro	0,014%	0,011%
Cobalto	0,0004%	0,0004%
Molibdeno	0,0002%	0,0002%

Caracas abril del 2003

*Daniel Flores Aguilar
UCV, Facultad de Ciencias, IZT
Sección de Biogeoquímica, Grupo de Optimización Agrícola*