

Fertilización foliar

Aplicación de nutrientes disueltos en agua y adyuvantes a las partes aéreas de los cultivos.



CARBOTECNIA

Cuidamos sus plantas de la raíz al fruto

Mecanismos de penetración en la planta

Las plantas primitivas como las algas no tenían raíces por donde absorber el agua, eran las hojas las que absorbían los nutrientes, característica que no se ha perdido a lo largo del tiempo.

La fertilización foliar es un método de aplicación de fertilizantes muy usado en todo el mundo y una importantísima herramienta en la gestión de cultivos.

Utilizada correctamente es más respetuosa con el medio ambiente y más eficiente que la fertilización tradicional vía radicular o edáfica, debido a que los elementos nutritivos son aplicados directamente sobre los tejidos (uso localizado) y en los períodos concretos (uso oportuno) de máxima demanda por parte del cultivo.

La absorción de soluciones nutritivas por la superficie de la planta puede ocurrir a través de:

- La cutícula.
- Grietas e irregularidades de la cutícula.
- Estomas, tricomas, lenticelas u otras estructuras epidérmicas.



La superficie foliar

La superficie de la hoja está constituida por una serie de estructuras químicas de composición y propiedades físicas muy complejas y variables en función de la especie.

Lo más habitual es encontrarse con una capa hidrofóbica externa (cutícula), donde se sitúan los estomas, tricomas o lenticelas, también importantes en la absorción de nutrientes.

La cutícula de la hoja es permeable al agua, iones y compuestos polares. Su función principal es impedir el transporte bidireccional de agua, gases y solutos, entre la planta y el medio externo.

La cutícula, está constituida por tres capas superpuestas; la exterior es la más hidrofóbica, aumentando el grado de polaridad conforme se penetra hacia capas interiores.

Sobre la cutícula se encuentra un recubrimiento a base de ceras que refuerza su carácter hidrofóbico.

En teoría, en ausencia de surfactantes, se ha comprobado que las soluciones de compuestos hidrofílicos (polares o electrolitos) penetran en la cutícula a tasas menores en comparación con las sustancias lipofílicas. Los compuestos apolares e hidrofóbicos lo harían con mayor facilidad. Los compuestos lipofílicos penetran en la cutícula vegetal mediante un proceso de disolución-difusión basado en la primera Ley de Fick.

Los mecanismos de penetración cuticular de los compuestos hidrofílicos no están completamente aclarados, pero se ha planteado la hipótesis de la ruta polar o de los poros acuosos, que sugiere que estos poros pueden surgir por la absorción de moléculas de agua a grupos funcionales polares situados en la capa cuticular (Schönherr - 2000), como por ejemplo grupos carboxilo.



Mecanismos de penetración:

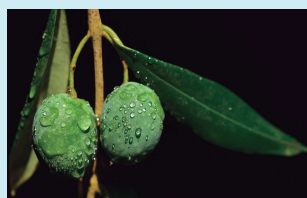
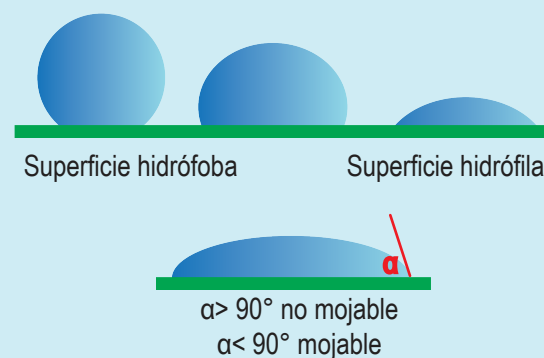
Compuestos lipofílicos apolares (aceites): proceso de difusión-disolución a través de la cutícula, existen también compuestos hidrofílicos (quelatos apolares) que utilizan esta ruta.

Compuestos hidrofílicos polares (sales, quelatos,...): a través de los poros acuosos, por rutas tortuosas entre los componentes de la cutícula (polisacáridos), por puntos de discontinuidad o imperfecciones.

Ruta de penetración estomática: proceso lento y muy selectivo en relación con el tamaño de la partícula diluida y en función de la tensión superficial de la disolución (fuerzas de cohesión entre las moléculas de un líquido).

Parámetros de la superficie del vegetal:

- Ángulo de contacto de la gota con la superficie de la hoja (α).
- Trabajo de adhesión de la gota a la superficie de la hoja: superficies hidrófobas o hidrófilas.
- Grado de mojado: el agua es repelida o adherida en función de la rugosidad de la superficie.



Parámetros fisiológicos de la planta:

- Especie: la distinta composición y estructura de la hoja determina el nivel de repelencia-adherencia de las superficies vegetales.
- Arquitectura de la planta: tamaño de la canopia y distribución de las hojas.
- Edad de la hoja: la absorción desciende con la edad, si bien la disminución de su carácter hidrófobo, puede ayudar a la absorción de nutrientes polares.
- Estructura de la hoja: la distribución y cantidad de estomas, presencia de tricomas, pelos, espesor y composición de la cutícula.
- Estado y actividad metabólica: el nivel nutritivo e hídrico de la planta es muy importante, por ejemplo el stress hídrico reduce la absorción (especialmente de boro y fósforo).

Parámetros que afectan a la fertilización foliar

Parámetros físico/químicos de la absorción:

- Solubilidad: cuanto más solubles y estables más asimilables son las moléculas.
- Peso molecular: el bajo peso molecular favorece la absorción.
- Carga eléctrica (ausencia): Las cargas positivas son rechazadas por la cutícula y las negativas sufren el rechazo del citoplasma.
- Concentración: las altas concentraciones disminuyen la absorción.
- pH (neutro): favorece la absorción, aunque afecta más a la estabilidad del elemento.
- Rapidez de secado: hay soluciones que se secan antes (por ejemplo el fósforo).
- Aduvantes (tensoactivo o surfactante): reducen la tensión superficial y el ángulo de contacto.
- Humectantes - Punto de deliquesencia: disminuyen la HR% a la que las sales se convierten en líquidos - tiempo de secado.

MOVILIDAD DEL NUTRIENTE

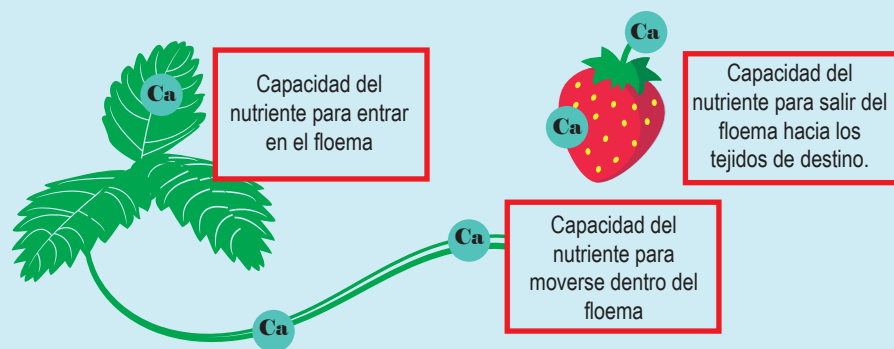
Alta: N, P, K, Mg, S
 Media: Fe, Zn, Cu, B, Mo
 Baja: Ca, Mn

NIVEL DE ABSORCIÓN FOLIAR

Muy alto: N, K, Na
 Alto: P, Cu, S
 Medio: Mg, Mn, Zn, Cu
 Bajo: Ca, Fe

Parámetros ambientales:

- Humedad relativa: elevada HR% aumenta el tiempo de secado y la permeabilidad de la cutícula.
- Temperatura: afecta a la velocidad de evaporación de la gota.
- Intensidad lumínica: mayor intensidad implica mayor espesor de la estructura de la hoja, en consecuencia menor absorción por difusión. Sin embargo algunos aspectos relacionados con la absorción activa puede incrementarse porque favorece la apertura estomática.
- Viento: menor tiempo de secado de la disolución, dificulta la aplicación y aprovechamiento de los tratamientos.



La forma química en la que los nutrientes son transportados por el floema es importante para el desarrollo de formulaciones de fertilizantes foliares que imiten el proceso natural de la planta.

¿Cuándo se aconseja la fertilización foliar?

- Cuando las condiciones de suelo o agua limiten el aprovechamiento de las aplicaciones vía suelo (suelo frío, senescencia, etc.)
- Cuando existan grandes ratios de pérdidas.
- Cuando las condiciones del cultivo lo aconsejen: excesiva carga, picos de demanda, fisiopatías, competencia entre raíces y brotes, etc.
- Con limitaciones en el transporte de elementos inmóviles en el floema u órganos carnosos con inadecuada conectividad vascular o con baja transpiración.
- De forma preventiva en cultivos de alto valor.
- Durante la floración y la fructificación en especies de hoja caduca con aumentos en la demanda de elementos que participan en funciones críticas, por ejemplo B o Cu para el desarrollo y producción de polen.
- Se ha demostrado que incrementan la calidad de los cultivos. Ejemplo: Dong et al (2009) aplicaciones pre-cosecha de Ca y B en *Citrus sinensis*, Cakmak et al (2010) aplicación de Zn para mejorar el contenido protéico del grano de *Triticum* sp.

Beneficios del uso de Ácidos Carboxílicos B.P.M. en la fertilización foliar.

- No fotosensibles: no se descomponen con la luz solar.
- Neutralización de cargas eléctricas positivas y negativas.
- Alto poder de complejación del nutriente.
- Composición definida.
- Fácil absorción por su bajo peso molecular.
 - Ácido succínico: 118 g/mol
 - Ácido glucónico: 196 g/mol
- Son intermediarios en la síntesis de ciertos compuestos de la planta.
- Mejoran el transporte interno de nutrientes por el floema.
- Son respetuosos con los tejidos vegetales.
- Regulan la apertura y cierre de los estomas.
- Mejoran la traslocación de nutrientes al fruto en etapas fenológicas críticas.



Las formulaciones de los productos Carbotecnia se basan en el uso de Ácidos Carboxílicos de Bajo Peso Molecular.