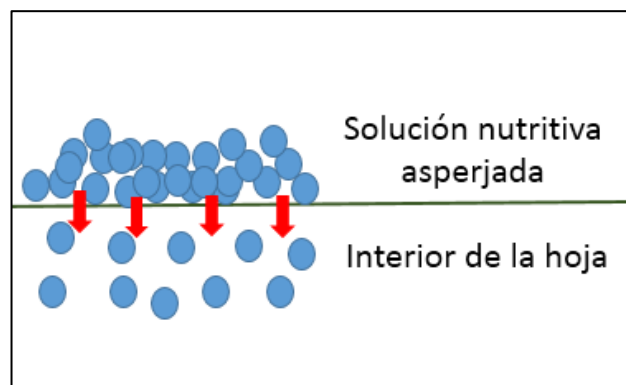


## Propiedades de las Soluciones para la Fertilización Foliar

El tema de fertilización foliar es más complejo de lo que pareciese a primera vista, ya que en esta influyen distintos factores; uno de ellos son las propiedades físico-químicas de la solución fertilizante, las cuales por supuesto determinan el éxito para alcanzar la absorción y translocación de los nutrientes en los distintos órganos de la plantas. Estas propiedades gobiernan la tasa de retención, mojado, cobertura y resistencia al lavado por las lluvias. A continuación se presentan las distintas propiedades físico-químicas de las soluciones que afectan la aplicación foliar de nutrientes.

**Concentración.** Se debe partir del hecho de que una solución fertilizante tiene una mayor concentración de nutrientes respecto a la concentración de estos mismos nutrientes dentro de la planta. Por lo tanto, se genera un gradiente de concentración al aplicar soluciones nutritivas a la superficie de los distintos órganos aéreos de la planta y está conduciendo a la difusión de los nutrientes a



**Figura 1. La mayor concentración de nutrientes en la solución respecto al interior de la hoja genera un gradiente que favorece la difusión de estos al interior de la planta.**

través de su superficie. Aunque existen estudios que de manera general, que asocian una mayor penetración de los nutrientes al incrementar sus concentraciones en la solución nutritiva asperjada, también es cierto que existen otros estudios, como el caso del K y de los quelatos de Fe, que contradicen este hecho, por lo cual la relación de concentración-penetración no está completamente entendida. La concentración entonces de los nutrientes dentro de las soluciones se deberá elegir de acuerdo a factores como la clase de nutrientes

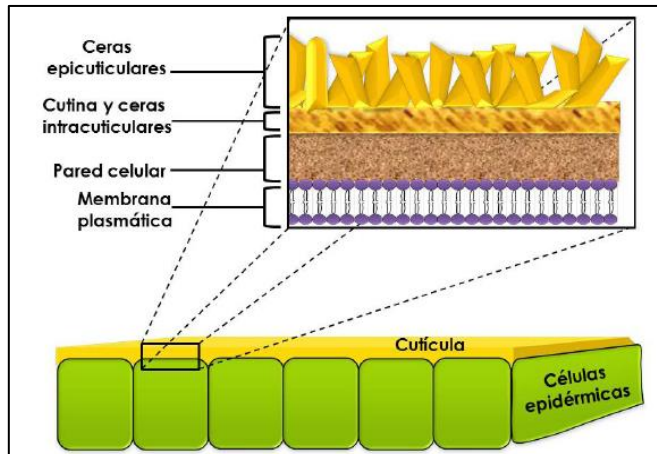


(macro o micronutrientes), especie vegetal, edad de la planta, estado nutricional y condiciones ambientales. Lo anterior, con la finalidad de evitar la fitotoxicidad.

**Solubilidad.** Antes de aplicar cualquier solución nutritiva vía foliar, es necesario que los compuestos fertilizantes estén apropiadamente disueltos o suspendidos. La solubilidad de un compuesto fertilizante en el solvente (agua normalmente) a una temperatura determinada, es una propiedad física que puede alterarse con el uso de aditivos. Dicha solubilidad es importante para absorción foliar de los nutrientes, ya que teóricamente la absorción ocurre cuando el compuesto se encuentra en fase líquida sobre la superficie de la planta. Sin embargo, estudios recientes han mostrado que la absorción de nutrientes ocurre también con suspensiones de nano-partículas.

**Peso molecular.** El tamaño de la partícula del nutriente en la solución afecta la tasa de absorción del fertilizante foliar. El hecho anterior, ocurre como consecuencia del mecanismo de absorción de la cutícula, el cual es selectivo al tamaño molecular del nutriente. Se ha sugerido que los nutrientes y agua asperjados foliarmente entran a la planta por medio de poros acuosos de la cutícula, lo cuales tienen un diámetro, según estimaciones por medios indirectos, de entre 0.3 y 0.5 nanómetros en hojas y de 0.7 a 1.2 nanómetros en frutos. De igual manera, se ha demostrado que los nutrientes también ingresan a la planta mediante las aperturas estomáticas, aunque tanto para la absorción por poros acuosos como para la absorción por los estomas se ha sugerido que se tiene una selectividad en la entrada de acuerdo al tamaño de moléculas. La cutícula limita la entrada de moléculas de alto peso molecular (más grandes), pero si permite la entrada de moléculas de bajo peso molecular.

**Carga eléctrica.** Los fertilizantes son sales que al disolverse en agua se separan en iones libres, aunque al final la solución es eléctricamente neutra. A  $\text{pH} > 3$  las cutículas tienen cargas negativas y las paredes celulares tienen cargas que corresponden a ácidos débiles disociados, por lo que los compuestos sin carga, aniones o compuestos con carga negativa en teoría pueden penetrar las hojas y ser más fácilmente traslocados que aquellos que tienen carga positiva. Sin embargo, al aplicar sales, quelatos o compuestos, todos los cationes y aniones presentes en la solución pueden penetrar a través de las superficies vegetales. Se debe considerar la naturaleza de los cationes y aniones cuando se formule la solución nutritiva a asperjar, pues tiene gran importancia fisiológica.



**Figura 2.** La cutícula es una capa de compuesto lipídicos que a  $\text{pH} > 3$  tienen carga negativa, lo cual favorece la entrada de compuestos con carga negativa.

Foto: Tafolla *et al.*, 2013.

**pH de la solución.** Aunque es claro que el pH de la solución a asperjar puede tener un efecto en la tasa de penetración, aún no ha sido bien descrito el mecanismo; por lo tanto, dependerá de los nutrientes aplicados y la especie vegetal tratada. En muchos reportes de fertilización foliar se omite el pH de la solución asperjada, pero en aquellos en los que se publica se ha encontrado una gran variación. De manera general se recomienda una solución ácida, con valores que van de 5.0 a 6.5. Es importante aclarar que muchas de las fuentes fertilizantes alteran el pH de las soluciones, llegando a valores extremos. Las fuentes de Fe (III) acidifican fuertemente, mientras que soluciones con 1 % de  $\text{CaCl}_2$  tendrá valores de pH por encima de 8.

**Punto de deliquesencia (POD).** El POD es una propiedad física de un compuesto asociada a una determinada temperatura. Se define como el valor de



humedad relativa a la cual la sal se vuelve un soluto. Por eso mismo, entre más bajo el POD de una sal, más rápido se disolverá a la exposición de la humedad relativa del ambiente. Cuando la humedad relativa del ambiente sea más elevada que el POD de un compuesto aplicado foliarmente, la sustancia se disolverá y se volverá disponible para ser absorbida por la planta. En general los quelatos sintéticos tienen POD más altos que las sales minerales.

Actualmente no se dispone de las dosis adecuadas para muchos fertilizantes foliares en los diferentes cultivos, por lo cual los esfuerzos de investigación deberán estar enfocados a establecer umbrales claros en la concentración de nutrientes en las soluciones foliares. Una mala determinación, aunado a un desbalance en el pH, puede afectar procesos como la fotosíntesis y/o apertura de los estomas.

**Fuentes consultadas:**

Fernández, V; Sotiropoulos, T.; Brown, P. 2015. Fertilización Foliar: Principios Científicos y Práctica de Campo. Ed. IFA. Paris, Francia. 156 p.