



**TILAWA AGRO**  
NUTRIENDO IDEAS INTELIGENTES

Boletín #6

# Elaboración de mezclas para la fertilización foliar

F. Arias; J. Boniche. M. Sc.  
Tilawa Agro nutriendo ideas inteligentes

# Qué es una mezcla para Fertilización Foliar ?

Los Fertilizantes Foliare se aplican en general como disoluciones acuosas (mezclas en agua) que contienen como ingredientes activos, compuestos de elementos minerales que constituyen nutrientes esenciales para las plantas. En dichas mezclas, además se agregan otros componentes de naturaleza mineral u orgánica, que tienden a mejorar las características físico-químicas de la mezcla o bien la eficacia de ella, a los cuales tradicionalmente se les ha llamado coadyuvantes, y que pueden ser por ejemplo diluyentes, acomplejantes, espesantes, quelatantes, dispersantes, entre otros. Es común también que en estos cocteles se aproveche para suministrar a la planta reguladores de crecimiento, bioestimulantes y plaguicidas, entre otros compuestos. Así pues, la calidad y las propiedades de las Formulaciones líquidas para la Fertilización Foliar son cruciales para determinar la eficacia de los nutrientes aplicados, en donde el objetivo principal es aprovechar las ventajas de la aplicación de éstos por vía Foliar, y hacerlo de una manera homogénea, eficaz, viable y rentable.



# ¿ Qué características debe de tener una mezcla ideal para aplicación foliar?

En general, una mezcla ideal de Fertilización Foliar es aquella que cumple la idoneidad para las etapas de:

1

**Formulación:** Se refiere al proceso propiamente de mezclado de los Fertilizantes en medio acuoso, donde la homogeneidad de la solución es la principal característica.

2

**Aplicación:** Se refiere al transporte de la solución, a la atomización o pulverización de la solución mediante diferentes sistemas o tecnologías y al contacto de la solución con los tejidos de la planta.

3

**Absorción o asimilación:** Se refiere a la penetración de los nutrientes a los tejidos internos de la planta.

4

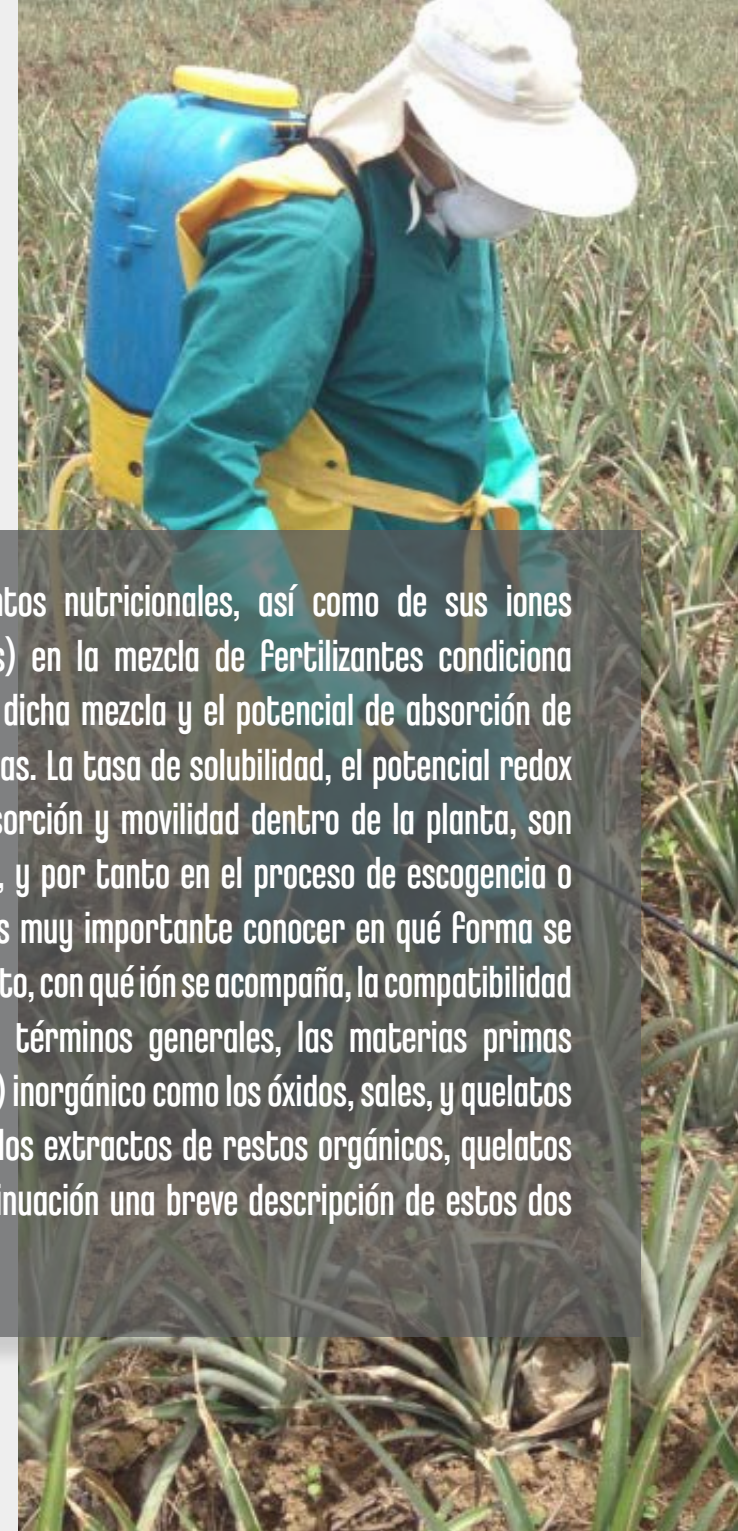
**Translocación dentro de la planta.** Es el movimiento interno de los nutrientes, ya sea vía apoplasto o simplasto en la planta.



A continuación se describen las principales variables que permiten que una solución cumpla idealmente los procesos anteriormente citados:

## 1) Tipo de materia prima (Fuentes de nutrimentos)

El tipo de iones de los elementos nutricionales, así como de sus iones acompañantes (y otros aditivos) en la mezcla de fertilizantes condiciona de manera directa la calidad de dicha mezcla y el potencial de absorción de dichos nutrimentos por las plantas. La tasa de solubilidad, el potencial redox y en especial el potencial de absorción y movilidad dentro de la planta, son diferentes según cada elemento, y por tanto en el proceso de escogencia o de la formulación de la mezcla es muy importante conocer en qué forma se incorpora un determinado elemento, con qué ión se acompaña, la compatibilidad de los mismos, entre otros. En términos generales, las materias primas utilizadas pueden ser de origen: a) inorgánico como los óxidos, sales, y quelatos inorgánicos, o b) orgánico como los extractos de restos orgánicos, quelatos orgánicos y metalosatos. A continuación una breve descripción de estos dos tipos de fuentes:



## 1A) Fuentes inorgánicas:

Proviene de yacimientos (sólidos o líquidos) o minas naturales de óxidos, carbonatos y sales metálicas como sulfatos, cloruros y nitratos. Los óxidos como ZnO, CuO y MnO<sub>2</sub> y carbonatos pueden ser utilizados, sin embargo su disponibilidad para las plantas es muy baja así como su idoneidad en las mezclas, ya que son compuestos muy insolubles y de fácil reacción (comúnmente básica). Por lo general, en los fertilizantes líquidos se suspenden (con arcillas, gomas, etc), aunque al almacenarse se pueden aglutinar y una vez realizada la mezcla de fertilización precipitarse. En comparación con otras fuentes, las sales son de menor costo, pero deben tomarse precauciones para su aplicación por el riesgo de causar quema o fitotoxicidad al follaje sino se manejan en forma adecuada. Los sulfatos son las fuentes inorgánicas de menor costo; mientras que los cloruros y nitratos son más solubles, compatibles en la solución con otros compuestos y se absorben más rápido a través de la cutícula foliar que los sulfatos. Asimismo, estas dos últimas fuentes facilitan también la penetración foliar de otros iones disueltos en la solución de aplicación por el efecto del ion acompañante. Es muy común además que las sales metálicas se mezclen con quelatos de origen inorgánico o sintéticos (como el EDTA y DTPA), mejorando las propiedades de la solución y de absorción foliar. Caso similar ocurre al mezclar aniones con sustancias inorgánicas complejantes (como la Monoetanolamina).

## 1B) Fuentes orgánicas:

Son los extractos vegetales o animales (por ejemplo Bioles y Guano), material fósil de origen orgánico, sustancias húmicas, aminoácidos, quelatos orgánicos y metalosatos. Poseen amplia riqueza de elementos y agentes bioestimulantes, y en su mayoría las concentraciones de los elementos son de medias a bajas.

Respecto a los quelatos (orgánicos o inorgánicos), todo catión polivalente es capaz de formar quelatos, y la estabilidad de éstos difiere con el catión metálico donde  $Fe > Cu > Zn > Mn > Ca > Mg$ . Los quelatos sintéticos usualmente tienen una alta estabilidad y se utilizan para acomplejar principalmente micronutrientes; mientras que los quelatos orgánicos presentan diferentes grados de efectividad como agentes quelatantes, ubicándose la mayoría de ellos como acomplejantes intermedios. Estos agentes incluyen polifenoles, lignosulfatos, aminoácidos, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, polisacáridos, etc. Algunas de las fuentes orgánicas naturales son fabricadas por la reacción de sales metálicas con subproductos, principalmente aquellos derivados de la industria de la pulpa de madera tales como fenoles, lignosulfatos y polifenoles. Los ácidos húmicos y fúlvicos y los aminoácidos o proteínas hidrolizadas, son algunos de los quelatos orgánicos más utilizados y cuando el agente quelatante orgánico son proteínas o aminoácidos el complejo recibe el nombre de metalosato. Los quelatos orgánicos de cadenas cortas son agentes acomplejantes muy débiles, de poca estabilidad y baja efectividad, por ejemplo el ácido cítrico, ascórbico y tartárico. En general, los quelatos y metalosatos pueden ser más fácilmente asimilables que las sales, aunque el precio por lo general es mayor y la concentración de elementos es más baja. La escogencia de determinada fuente, deberá de responder, entre otros factores, al costo, a las condiciones ambientales, a las condiciones de la planta y a las condiciones propias de la solución.

## 2) Homogeneidad

La solubilidad de un compuesto químico en un solvente específico (normalmente el agua) a una temperatura determinada, es una propiedad física que puede alterarse con el uso de aditivos, y es un factor clave para la absorción foliar, dado que ésta teóricamente ocurre cuando el compuesto aplicado se encuentra en fase líquida sobre la superficie de la planta. Así, partiendo de materias primas líquidas o sólidas (o hasta gaseosas), o que éstas simplemente se diluyan o reaccionen químicamente, la solubilidad de dichas materias primas y por ende de la mezcla final es el principio principal para alcanzar una solución que sea física y químicamente homogénea, en donde no necesariamente la mezcla debe de ser cristalina o transparente, sino de cualquier color incluyendo la opacidad ("lechosa") con la condición primordial de que no se formen fraccionamientos o fases. Un proceso de observar cuando se realiza la mezcla, es la temperatura, el orden de mezclado, la agitación constante y el tiempo entre las agregaciones de una u otra materia prima. En muchos casos, cuidando de estos detalles se puede mejorar sustancialmente la solubilidad de los materiales y su posterior estabilidad.

## 3) Estabilidad

Una vez realizada la mezcla, esta debe de ser estable en el tiempo de tal manera que se mantengan las características tanto en las etapas fabricación y despacho, transporte y almacenamiento en bodegas. Dicha estabilidad debe de soportar cambios de temperatura, presión e incidencia de luz, y dada la complejidad de las mezclas, es importante que se conozca esta propiedad para que se puedan tomar las precauciones del caso y el uso correcto. Variaciones en el color, temperatura, fraccionamientos, sedimentación o precipitados, liberación de gases o formación de espuma, entre otros, puede ser un indicativo de que en la mezcla están ocurriendo cambios físicos o químicos que alteran su potencial.



## 4) Concentración de solutos

La concentración de nutrientes en la mezcla de Fertilizantes afecta, además de la estabilidad, el potencial de generar Fitotoxicidad sobre las plantas u órganos de ésta, la cual se puede manifestar como merma en el crecimiento o producción, anomalías en la formación de órganos, clorosis, necrosis y susceptibilidad a plagas y enfermedades. Es por tanto prudente que se considere un tiempo suficiente para descartar posibles afectaciones en las plantas, y no tan solo observar si se presentó necrosis o clorosis posterior a la aplicación.

Dado que la concentración ideal de una mezcla depende de varios factores como del tipo de nutriente, iones u otros ingredientes acompañantes en la mezcla, factores externos como la disponibilidad de agua, radiación y temperatura, factores internos como la genética de la planta, edad, desarrollo y estado nutricional, entre otros, es difícil precisar un valor nominal ideal. No obstante, una de las maneras más prácticas es mediante la determinación de la conductividad eléctrica (salinidad), la cual es más impactante en el riesgo de poder generar fitotoxicidad que el pH (acidez o basicidad). Por lo general, valores por debajo de 2,5 mS/cm en la mezcla de aplicación podrían considerarse como seguros, de 2,5 a 5 mS/cm de riesgo moderado y mayores a 5 mS/cm como riesgosos o muy probables de generar fitotoxicidad. Desde el punto de vista de concentración del fertilizante en la mezcla, valores por debajo del 0,5% podrían ser considerados en la mayoría de los casos como seguros, de 0,5 a 1% de riesgo moderado y mayores al 1% altamente probables de generar fitotoxicidad.

## 5) pH

Aunque rangos extremos de pH pueden causar laceraciones en la cutícula y causar fitotoxicidad en las plantas, el mayor impacto del pH radica en la estabilidad de la mezcla y en la afectación de la absorción de los elementos. Por lo general, cuando el pH de la mezcla es inferior a 5,0 se favorece la solubilidad de los elementos en especial de los microelementos (Zn, Fe, Cu, Mn), por tanto, bajo condiciones moderadas o altas de basicidad, la probabilidad de formar precipitados aumenta, y una forma de evitarlo es mediante la utilización de agentes quelatantes o complejantes. Por otra parte, dado que las cutículas de las plantas son poli-electrolitos, su capacidad de intercambio catiónico se alterará con las fluctuaciones del pH de la mezcla de fertilización. Las cutículas tienen un punto isoeléctrico alrededor de pH 3, y cuando los valores de pH de la solución son más altos que éste dejarán a la cutícula cargada negativamente, favoreciendo la penetración de los iones positivos (como N-NH<sub>4</sub>, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn); mientras que cuando la mezcla presenta un pH por debajo de 3, dejará la cutícula cargada positivamente, favoreciendo la penetración de los iones negativos (como Cl, N-NO<sub>3</sub>, P, S, B). En términos generales, un rango ideal de pH de la mezcla de fertilizantes para aplicación foliar puede sugerirse entre 4 a 6.

## 6) Masa (peso) molecular de los elementos o compuestos

El tamaño de la molécula del nutriente en disolución afectará la tasa de penetración de un Fertilizante Foliar como consecuencia del mecanismo de absorción cuticular, el cual se ha comprobado que es selectivo en cuanto al tamaño molecular, limitando la entrada de compuestos de alto peso molecular (más grandes) mientras que se favorece la entrada de moléculas de bajo peso molecular. Tanto en las cutículas como en las paredes celulares, por lo general, para iones con igual carga, difundirá mejor el que tenga menor radio atómico o masa molecular. La masa (o peso) molecular se calcula sumando la masa atómica de todos los elementos individuales de un determinado compuesto, y se expresa en unidades de masa atómica Daltons (Da) o Umas (u).

## 7) Punto de deliquesencia (POD)

El POD se define como el valor de humedad relativa al cual un compuesto disuelto se vuelve un soluto o cristaliza. Por ello, cuanto más bajo es el punto de deliquesencia más rápido se disolverá al estar expuesto a la humedad relativa ambiental y por tanto el compuesto potencializará una mejor condición para ser absorbido.

## 8) Potencial de cobertura

Al reducirse el ángulo de contacto de la gota de la mezcla de fertilizantes con la superficie de la hoja se produce un efecto humectante que mejora las condiciones de absorción, esto no solo se logra cuando las plantas a aplicar presenten pubescencias en la superficie, sino también con la incorporación de agentes coadyuvantes a la solución. En general, los agentes coadyuvantes son sustancias que facilitan y acentúan las propiedades emulsificantes, dispersantes, adherentes, humectantes u otro tipo de acción que modifique las propiedades del líquido en contacto con la superficie de las hojas para lograr una mejor penetración de los nutrimentos. El más comúnmente utilizado son los agentes surfactantes o tensioactivos que rompen la tensión superficial del agua, seguido de los adherentes.



# Cómo puedo mejorar una mezcla que no es homogénea

Dentro de las posibilidades razonables para mejorar una mezcla no homogénea se puede considerar:

1

Bajar la dureza del agua (química o físicamente).

2

Cambiar las Fuentes de Fertilizantes o de la materia prima.

3

Variar el orden de los productos en el mezclado.

4

Aumentar el tiempo de agitación y mezclado.

5

Acidificar en Forma correcta la mezcla, no solo del agua al inicio del mezclado, sino durante la agregación de cada ingrediente.

6

Agregar agentes coadyuvantes o acondicionantes a la mezcla, o bien para solubilizar determinada materia prima por separado.

7

Aumentar la temperatura, o evitar hacerlo en áreas o momentos Fríos.

8

Disminuir la concentración de los solutos, ya sea aumentando el volumen del agua de aplicación, en especial del volumen inicial de la mezcla, o bien bajando la dosis de las materias primas agregadas.

9

Agregar agentes quelatantes de origen sintético u orgánicos al inicio de la mezcla o bien hacerlo por separado con la materia prima que esté generando la heterogeneidad.

10

Identificar de la mezcla la materia prima o el elemento que esté causando la heterogeneidad, y bajarle la dosis o sacarlo de la Fórmula para aplicarlo por separado o mediante otra estrategia.



## Factores de éxito asociados a la realización de las mezclas para aplicación Foliar

Una mezcla perfecta, no puede ser eficaz sino existen otros Factores asociados como los son la calibración de los equipos de aplicación, la escogencia de un sistema de aplicación idóneo o adecuado, el conocimiento técnico de las necesidades del cultivo, aplicaciones con bajo viento, sin lluvia o peligro de lluvia inmediata y sin deriva, aplicaciones sin exceso de radiación y temperatura o con estrés en las plantas, adecuados caminos, capacitación del personal de aplicación, certeza de la concentración de los elementos en las materias primas y sus características (mediante análisis), entre otros. Todo que en conjunto, bajo control y en buen manejo, garantizan maximizar el potencial de las aplicaciones Foliares.

Buscanos en:



e-mail: [servicioalcliente@tilawagroup.com](mailto:servicioalcliente@tilawagroup.com)



2293 5493



Tilwa Agro nutriendo ideas inteligentes

GRACIAS!

