

## ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL MANEJO NUTRICIONAL DE LOS CULTIVOS

Floria Bertsch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Correo electrónico: [floria.bertsch@ucr.ac.cr](mailto:floria.bertsch@ucr.ac.cr)

En el presente trabajo se pretende resumir algunas estrategias básicas que, de ser aplicadas, pueden contribuir a mejorar el manejo nutricional de los suelos y los cultivos.

La primera estrategia para iniciar el proceso es efectuar un **diagnóstico acertado** de la situación nutricional de la plantación. Ante todo hay que aplicar los criterios mínimos para identificar si el problema es nutricional o no. Observar la distribución del problema en el campo (generalizada para ser nutricional) y en la planta (simétrica, y ascendente o descendente para ser nutricional) y asegurarse que no hay presencia de organismos en cualquier sintomatología presente. Con el convencimiento que el problema tiene características nutricionales es importante escoger apropiadamente la herramienta conveniente para hacer el diagnóstico, que puede ir desde la observación en campo y su seguimiento, hasta la opción de hacer algún tipo de análisis. Lo importante en este proceso de diagnóstico es recordar lo valioso que resulta acostumbrarse a llevar registros, tanto de datos de análisis como de las prácticas aplicadas en cada momento. Leer mucho para incrementar siempre el conocimiento teórico y recurrir a la experiencia de otros, son herramientas de diagnóstico insustituibles y complementarias.

Cuándo y cómo utilizar los **síntomas**? Contrario a los problemas patológicos o entomológicos en los que el inicio de los síntomas generalmente es el primer indicador que estamos frente a un problema, en el caso de los aspectos nutricionales, la aparición de los síntomas lo que indica es que el problema ya se nos salió de las manos. Obviamente que si aparecen hay que atenderlos y tratar de identificar con cuál nutrimento están asociados, preferiblemente mediante un análisis foliar, pero a estas alturas generalmente ya estamos tarde para resolver el problema sobre la plantación que lo manifestó. En el caso de la nutrición debemos adelantarnos a los síntomas, utilizar cualquier otro tipo de alternativa de diagnóstico que nos permita anticiparnos, identificar los problemas cuando aún están ocultos.

Al optar por algún tipo de análisis es importante **escoger un laboratorio** que efectúe algún tipo de **aseguramiento de su calidad** y a la vez, garantizarse que se cuenta con los niveles críticos específicos para las **metodologías** aplicadas en ese laboratorio, para así, poder hacer las interpretaciones adecuadas. Al introducirse en el mundo de los análisis hay que tener muy presente la variación inherente a los sistemas agrícolas y por lo tanto la variación que los métodos, como modelos que tratan de representar la realidad de esos sistemas agrícolas, heredan. Antes de llegar a ser válidos como herramientas de diagnóstico, los métodos de laboratorio deben haber sido correlacionados con el rendimiento o comportamiento de las plantas y, calibrados, lo que significa encontrar los niveles críticos que nos permitan asociar ese dato de laboratorio con una realidad en el campo. Esto se logra mediante procesos sistemáticos de investigación previa que le dan sustento a los métodos. Un método sin este respaldo y sin **Niveles Críticos calibrados**, es muy poco útil.

Otro aspecto importante es que ningún análisis es la solución a todos los problemas, cada tipo de análisis tiene sus ventajas y limitantes propias y más que tratar de encontrar el análisis perfecto lo que hay que hacer es esforzarse por **conocer esas fortalezas y las debilidades que cada análisis tiene**.

De los dos tipos de análisis principales que se utilizan para efectuar diagnósticos nutricionales, a saber, los análisis de suelos y los análisis foliares, hay que recordar que los primeros, los **análisis de suelos**, lo que analizan es el medio sobre el que el cultivo crece, y lo hacen a través de una solución extractora que saca lo que hay disponible en el suelo, en un intento de simular a la raíz de las plantas, por lo tanto son algo más indirectos que tener el resultado de lo que el cultivo propiamente expresa, como ocurre con el foliar. No obstante, si el medio expresa un faltante hay una gran posibilidad que el cultivo también lo vaya a sufrir, por lo tanto ante los resultados de un análisis de suelos especialmente en los cuatro aspectos en que es más fuerte el análisis de suelos, la acidez y las bases, el K, el P y el Zn, hay que sencillamente reaccionar, con muchas probabilidades de acierto.

Esta fortaleza del análisis de suelos es especialmente válida para la detección de **la acidez**, problema que, por su efecto integral sobre el suelo, divide al mundo de los suelos en dos grandes grupos desde el punto de vista de manejo: los que tienen problemas de acidez y los que no lo tienen. El análisis de suelos tiene la ventaja que, además de identificar el problema permite elaborar acertadas recomendaciones de encalado y una valoración oportuna de las relaciones entre bases. Es importante aprovechar esta fortaleza del análisis en relación con el tema de la acidez y las bases.

El **análisis foliar**, metodológicamente, al provenir de una digestión total, es menos variable que el análisis de suelos, sin embargo, al ofrecer resultados del total presente en los tejidos de las plantas, puede ser que no refleje realmente la actividad de cada uno de esos nutrientes dentro de la fisiología de la planta. Además, los nutrientes interactúan mucho entre sí, por lo que no es tan fácil interpretar los resultados que arroja un análisis foliar. Hay que tener una mayor experiencia y mucha observación de campo para poder juzgar adecuadamente los resultados de este tipo de análisis.

Finalmente, lo que no hay que dejar de lado por motivo alguno, es la **consideración de la variación inherente** a los materiales que estamos analizando, suelos y tejidos foliares, en la interpretación final de los resultados. En general, según lo indican los resultados de los Programas de Intercambio Nacional e Internacional entre Laboratorios con uso agronómico, y lo confirma la literatura y los resultados de controles internos del Laboratorio de Suelos y Foliares del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica, las variaciones máximas aceptables deben fluctuar entre 5-10% para los elementos mayores en los análisis foliares y el pH, entre 10-15% para los menores en foliares, para pH entre 0-5%, para acidez, Ca, Mg y K de suelos y entre 15-30% para el resto de los elementos en suelos. Hacer uso de este criterio al momento de interpretar los análisis resulta imprescindible para no exigirle más a los datos de lo que ellos, bajo las condiciones dadas de su análisis, pueden expresar. El uso de los decimales apropiados también simplifica la interpretación de los resultados.

La siguiente de las estrategias aplica a todos los aspectos de la vida. Se trata de **funcionar por prioridades**, o en palabras más científicas, aplicar el principio del factor limitante de Liebig en la priorización de los problemas. Se refiere a que, además de diagnosticar los problemas que pueda tener un sistema, hay que ordenarlos de mayor a menor impacto sobre el mismo. Si por ejemplo, en un diagnóstico nutricional aparecen problemas de acidez que ameriten un encalado, ese problema, por la influencia integral sobre todo el sistema que tiene debe ser el que se coloque en primer lugar, así sucesivamente. De nada sirve resolver un problema de magnitud menor si no resuelve aquel que es el que verdaderamente está ejerciendo una limitante en el rendimiento.

Otra estrategia cuando se busca la manera de enfrentar un problema nutricional es **efectuar pequeñas investigaciones** que permitan obtener resultados expresados por las mismas plantas. Hay al menos dos tipos de estas investigaciones: las que validen o no la práctica de manejo elegida, como por ejemplo la selección de un producto fertilizante, una dosis, o de un método o época particular de aplicación, o las que generan nuevos datos nutricionales útiles para tomar decisiones. Sin embargo hay una serie de consideraciones mínimas que se deben tener en cuenta para investigar en nutrición. La primera de ellas es que siempre hay que tener un control. Una sección a la que no se le hace la práctica en experimentación, con el fin de que pueda servir de testigo. Si se van a hacer análisis foliares, por ejemplo es importante traer hojas con síntoma y hojas sin síntoma de la misma edad. Si se quiere probar el resultado de un fertilizante nuevo, debe quedar una sección aplicada con lo que en forma regular hacía la finca anteriormente.

Obviamente el establecimiento de pruebas en plantaciones comerciales es un proceso complejo, pues por lo general se considera que interrumpirá las actividades rutinarias al incluir una serie de consideraciones: parcelas separadas, bordes, tratamientos, repeticiones, aleatorización, etc. Algunas posibilidades que permiten investigar en fincas sin eliminar la rigurosidad científica pero facilitando al máximo el desarrollo de un ensayo son las que se enumeran a continuación. Por lo general a este tipo de ensayos se le llama “investigación de validación” pero puede llegar a ser tanto o incluso más útil que la investigación formal. Las consideraciones a enumerar son las siguientes: elija muy pocos tratamientos, dos, cuando mucho tres. Use lotes homogéneos pero grandes, y saque las repeticiones por área dentro de esos lotes grandes. O sea, el tratamiento se aplica a todo el lote en forma más o menos comercial, y se establece una determinada área, definida también por las prácticas rutinarias de cosecha como parcela a evaluar. Use el mínimo de repeticiones que son tres. En lugar de adaptar el cultivo al experimento, **adapte el experimento al cultivo**. Muchas veces es de mucho mayor aplicabilidad práctica repetir un experimento sencillo en diversas situaciones que efectuar un experimento tremendamente elaborado en un lugar puntual. Calibre las dosis a unidades volumétricas que son más sencillas de aplicar en campo. Como parcelas útiles use algún tipo de unidad de cosecha que se tenga en el cultivo, por ejemplo, en caña, se puede usar como “parcela útil” de cada repetición al momento de la cosecha, una carreta llena de caña cosechada. Después de efectuada la corta se mide el área que se requirió cosechar para llenar esa carreta y de esa manera se tiene un valor términos de  $t/\text{área}$  definida, que es la unidad convencionalmente usada para medir rendimiento.

Otro tipo de experimentos muy sencillos que se pueden hacer con el fin de generar nueva información relacionada con la nutrición de los cultivos es la determinación de la **absorción o consumo de nutrimentos** que hace la planta dentro del sistema de producción que tenemos. Contando con ese dato es factible mejorar o afinar el programa específico de fertilización. Para poder estimar la cantidad de nutrimentos que un cultivo ha absorbido se requieren únicamente dos datos: el peso seco del material o planta al que se le quiere cuantificar el consumo de nutrientes, y un análisis de la concentración de ese tejido en particular (o sea un análisis igual al foliar convencional que realiza cualquier laboratorio pero del tejido o parte que se desea). Con esos dos datos, dado que los análisis de tejido son expresiones de la cantidad del elemento en base seca, se establece la proporción con el peso seco del tejido en estudio y de esta manera se puede saber cuanto extrae un kg, 1000 plantas, o una ha del cultivo que tenemos interés. Los análisis de tejidos, son análisis totales que expresan la cantidad de nutriente que hay en un determinado peso seco de ese tejido, por ejemplo 2% de N significa que hay 2 g de N por cada 100 g de materia seca, 16 mg/kg de Zn significa en ese tejido ha 16 mg por cada 1000 g de material que se tenga. De ahí que conociendo el peso seco

del tejido al que le quiera determinar el consumo de nutrientes, se pueda obtener la cantidad total que hay allí. Por ejemplo si quiero saber la cantidad de nutrientes que se “empacan” en una cajita de fresas, se toman todas esas fresas, se secan en una estufa a 80 °C, se pesan y se mandan a analizar. Obviamente si el interés es saber eso mismo pero de una caja de exportación de mangos, o de melones, o de helechos, o de una fanega de café, no precisa poner a secar la caja o la fanega entera al horno, sino que se toma el peso fresco de lo que se quiere determinar y se procede con submuestras lo más representativas posibles del producto, a las cuales se les toma también el peso fresco y luego se procede a secarlas, para poder determinar el peso seco de esa submuestra, y así estimar el % de humedad del tejido. Con este % de humedad inversamente se cuenta con el % de materia seca, y entonces, estableciendo un cálculo de proporciones con el peso fresco total de la caja de mangos, se calcula el peso seco que tendría la caja entera.

También recurrir a la **literatura** para obtener datos sobre los **requisitos** que tiene un cultivo en concreto para un rendimiento definido es una opción válida. A pesar que las variedades de un determinado cultivo pueden ofrecer diferencias en sus necesidades nutricionales, el consumo es un factor definido en forma genética, por lo tanto la información generada en otras zonas, con una tolerancia de variación moderada (20%) resulta útil para cálculos preliminares de dosificación.

Con los datos de requisitos de nutrimentos de un cultivo se cuenta con sustento técnico para **afinar las dosis de recomendación de fertilizantes** en cada situación. Hay que recordar que la dosis de un elemento a aplicar a un cultivo está en función del requisito de la planta, la cantidad presente en el suelo, y el % de eficiencia con que sea usado el fertilizante aplicado en las condiciones específicas.

Un resumen de las eficiencias estimadas que podrían utilizarse para cálculos de dosis con fertilizantes granulares convencionales en diferentes tipos de suelos se presentan en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Rangos de eficiencia de fertilización para diferentes órdenes de suelos.

	Vertisoles	Volcánicos	Rojos	Inceptisoles
<b>N</b>	50-65%	55-65%	50-55%	50-70%
<b>P</b>	45-50%	30-35%	35-40%	40-50%
<b>K</b>	60-65%	70-80%	60-70%	60-80%

Para técnicas como la fertirrigación, esa eficiencia puede elevarse a valores entre 95-100%.

La forma más fácil de darle utilidad práctica a los datos de requisitos de los cultivos es comparar el **consumo que hace un cultivo, con la dosis** que está siendo aplicada a la plantación. La división de los requisitos entre la aplicación suministra un estimado de la **eficiencia** que se está haciendo del producto aplicado. Valores cercanos o mayores a 1 sugieren que la dosis que está siendo empleada no está considerando las pérdidas comunes que tienen los diferentes nutrimentos, sea por lixiviación, fijación, volatilización. Valores

muy bajos indican que se está utilizando más producto del necesario. Con este criterio a mano se pueden tomar decisiones para modificar los programas de fertilización con un sustento técnico que nos respalde.

Los otros componentes de una recomendación: **fuentes, métodos y épocas** son objetivos que requieren especial atención, pues todo afinamiento en esta dirección reducirá las dosis. Conocer el comportamiento de cada una de las fuentes es una tarea pendiente frente a la diversidad disponible en el mercado, especialmente ante las variantes tan grandes que el uso de fuentes amoniacales o nítricas, por ejemplo, ocasionan sobre la rizosfera. Las curvas de absorción son una herramienta que colabora en la definición de las épocas de aplicación más oportunas. Y todo método que prevenga pérdidas contribuirá a una mayor utilización del fertilizante usado.

La última de las estrategias a discutir en este grupo, que se resumen en la **Tabla 2**, es el manejo de registros. Siempre, dos análisis serán mejor que uno. El suelo y el cultivo son entes dinámicos su nutrición también lo es. Hacer uso de registros consiste en: a) poner juntos los análisis de diferentes lotes para permitir su comparación y el establecimiento de tendencias que faciliten su manejo por sitio específico, b) recopilar la secuencia de análisis en el tiempo, c) buscar correlaciones entre datos nutricionales y rendimientos, y d) calcular niveles críticos con base en información de fincas. Cualquiera de esas actividades llegan a ser posibles si los resultados de los análisis y los rendimientos de cada lote se guardan y procesan dentro de una base de datos.

**Tabla 2.** Estrategias para mejorar el manejo nutricional de los cultivos

