El análisis foliar es imprescindible para dar recomendaciones adecuadas de fertilización a las plantaciones frutales

DIAGNOSTICO NUTRICIONAL Y FERTILIZACION DE LAS PLANTACIONES DE PERA CONFERENCIA EN BIZKAIA

Artikulu honetan gomendio moduko ongarritze-sistema garatzeko oinarri teorikoak deskribatzen dira, bai eta ustiakuntza bakoitzaren ezaugarri edofoklimatiko berezietara egokitzeko martxan jarri diren laginketa eta saioak ere. Modu berean, egiten ari den lan honen aurretiko ondorio batzu aurreratzen dira.

ANA AIZPURUA

Para obtener el máximo de producción y calidad es necesario realizar una adecuada fertilización.

A partir de 1988 y en vista de los buenos resultados obtenidos en la Estación de Fruticultura de la Diputación Foral de Bizkaia en Zalla con la Pera Conferencia, se procedió a la plantación de la misma en unas 40 parcelas de Bizkaia con una superficie aproximada de 1 hectárea por explotación. Estas plantaciones se pusieron en marcha con el apoyo del Servicio Agrícola del ente Foral y el asesoramiento de los técnicos de la Asociación de Fruticultores de Bizkaia. Actualmente el número de plantaciones es de unas 120. Las plantaciones que fueron establecidas los años 89 y 90 han entrado en su mayor parte en producción, obteniéndose el año 1994 una producción total aproximada de 400 Tm. y este último año de 200 Tm. El suave invierno del año pasado, y por consiguiente la falta de horas frío, provocó que la floración fuera muy irregular y que hubiera caída de yemas, lo cual explica la bajada de producción de un año a otro.

Desde 1989 el Servicio de Investigación y Mejora Agraria (SIMA, Gobierno Vasco) en colaboración con los organismos anteriormente mencionados, está trabajando en el desarrollo de un sistema para dar recomendaciones de fertilización en Pera Conferencia con el objetivo de obtener el máximo posible de producción y calidad, o lo que es lo mismo, para alcanzar la máxima rentabilidad. Inicialmente, se pusieron a punto las técnicas de análisis foliar, para así poder realizar un seguimiento anual de las concentraciones de nutrientes en hoja de todas las explotaciones de Pera Conferencia y determinar de este modo el estado nutricional de las mismas.

A partir de estas concentraciones en hoja y de los análisis de suelo se fue dando una recomendación de fertilización para las explotaciones hasta que con la entrada en producción se han establecido una serie de muestreos y ensayos de fertilización para poder optimizar las recomendaciones de fertilización en plantaciones en producción.

En este artículo, se describen las actividades llevadas a cabo en años anteriores, las bases teóricas para el desarrollo de un sistema de recomendación de fertilización, así como los muestreos y ensayos que se han puesto en marcha para su aplicación a las características edafoclimáticas específicas de cada explotación. Por último, se dan unas conclusiones preliminares de este trabajo en marcha.

Técnicas generales de diagnóstico del estado nutricional de las plantas

El análisis químico del suelo fue la primera técnica empleada para determinar si el contenido en nutrientes en el suelo era el adecuado para que la planta obtuviera de él los nutrientes necesarios, ya que el suelo es el medio a partir del cual el árbol se nutre. El análisis foliar fue utilizado por primera vez a principios del siglo pasado, pero es a partir de los años 50 de este siglo cuando empieza a haber un volumen importante de resultados sobre diagnóstico foliar y problemática de la fertilización. El análisis foliar está basado en el concepto de que la planta es el mejor indicador de la disponibilidad de un nutriente en el suelo. Generalmente, la parte analizada en el análisis de planta es la hoja, pero dependiendo del objetivo del análisis se pueden analizar otras partes como, por ejemplo, el fruto.

El análisis químico del suelo como técnica de diagnóstico permite determinar los niveles de nutrientes en el suelo, sin embargo, caracterizar la capacidad de suministro de nutrientes por parte del mismo es algo que no ha sido resuelto satisfactoriamente hasta el momento. Esto se debe, entre otras razones, a que se asume que las plantas extraen los nutrientes del suelo del mismo modo que los extractantes químicos lo hacen en el laboratorio, y que hay una relación directa entre el contenido de nutrientes extraíbles en el suelo y su absorción por las plantas. Si bien esto es verdad, la relación entre estos dos

parámetros dependerá del tipo de suelo y del cultivo considerado. Los distintos nutrientes vegetales se encuentran en el suelo en forma de iones y no se tienen en cuenta, entre otros factores, la capacidad de fijación de las diferentes arcillas para los iones mono y divalentes, el efecto en la absorción radicular de iones complementarios e iones antagonistas, el movimiento de los iones por difusión o flujo de masa hasta los pelos absorbentes de las raíces, o la diferente capacidad de absorción del sistema radicular de una determinada planta, etc. Esto se agrava en el caso de cultivos frutales debido a que es muy difícil determinar con seguridad el volumen de suelo explorado por las raíces. Por ello, aunque es posible determinar la concentración de nutrientes en una muestra de suelo tomada a una determinada profundidad, no es posible establecer con certeza la cantidad de nutrientes del suelo que pueden ser tomados por el sistema radicular de un árbol en un período de tiempo cualquiera, o a través de la estación de crecimiento.

Frente a esto, el análisis foliar es ya una medición directa de la composición del árbol y su relación con la producción ha sido demostrada por numerosos investigadores. El análisis foliar permite conocer el efecto final de las condiciones de cultivo (suelo, clima, tratamientos, etc.), así como de sus interacciones, sobre el estado nutricional de la planta y la producción.

El diagnóstico mediante la interpretación del análisis foliar constituye hoy en día la mejor y más utilizada vía de solución para evaluar el estado nutricional del árbol. No obstante, para que el análisis de planta se convierta en una herramienta útil para dar recomendaciones de abonado se deben realizar ensayos de fertilización en campo para determinar las respuestas de los árboles a diferentes dosis de fertilizantes y así estudiar su efecto sobre la concentración de nutrientes en hoja y sobre las producciones. El uso integrado del diagnóstico foliar y del análisis de suelo permitirá optimizar las producciones para las condiciones específicas de cada cultivo.

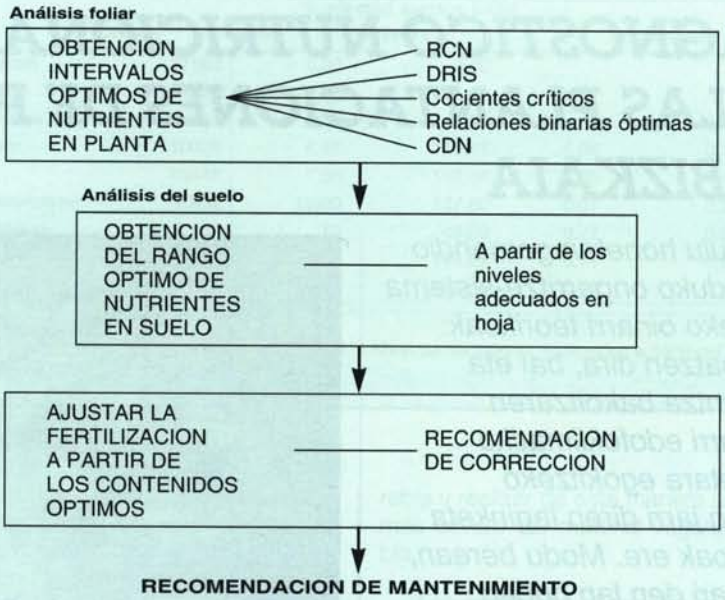
Estado actual del diagnóstico y recomendación en Pera Conferencia en Bizkaia

A) Diagnóstico

Para poder realizar el diagnóstico del estado nutricional por medio del análisis foliar es necesario disponer antes de unos valores de referencia u óptimos nutricionales que permitan interpretar correctamente los datos analíticos procedentes de una plantación. No basta con saber cuanto potasio (K) tienen las hojas de los árboles de una plantación, sino que también es necesario conocer cuál es el nivel óptimo de K que deberían tener.

Estos índices de referencia se han de obtener en las propias áreas de producción y no es completamente válido adoptar como propios los valores ofrecidos por los diferentes autores en la bibliografía. Esto queda patente al observar la gran variación entre los valores de los diferentes autores que es debida a las distintas condiciones climáticas, edáficas, de manejo, etc.

FIGURA 1
Esquema de la metodología para la obtención de una fertilización óptima



Fuente: Elaboración propia.

En nuestro caso, en el período previo a la entrada de producción de las plantaciones, cada año de Mayo a Octubre los fruticultores vizcaínos, tomaban muestras de hoja mensualmente, analizándose en el SIMA el contenido de los minerales a estudio. Con los resultados de los análisis se ha elaborado una base de datos con los valores de las concentraciones minerales en hoja (N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn) así como la valoración visual de las explotaciones en función de su desarrollo vegetativo y aspecto general. Con esta base de datos se obtuvieron unos valores de referencia o valores óptimos mensuales como la media de las concentraciones de cada nutriente en aquellas explotaciones con un desarrollo vegetativo más apropiado. De esta forma se dispone de valores de referencia para plantaciones de diferente edad (Tabla 1), así como valores mensuales que permiten tener en cuenta la variación estacional de las concentraciones minerales en hoja.

B) Recomendación

Desde 1989 se realizan dos recomendaciones de abonado anuales para la Pera Conferencia en Bizkaia, participando en ellas técnicos del SIMA, de la Diputación Foral de Bizkaia y de la Asociación de Fruticultores de Bizkaia. La primera se efectúa a mediados de Diciembre y en ella se determinan las cantidades de P2O5, K2O y MgO que se deberán aportar durante los meses posteriores antes de la brotación. En esta recomendación de invierno también se calcula la cantidad de N que se debe aplicar en el momento de la brotación y cuando el fruto está recién cuajado. Esta segunda cantidad se revisa en primavera en el momento de la segunda recomendación, y si la producción esperada lo aconseja también se recomienda un tercer aporte a base de nitrato potásico. La segunda recomendación está basada principalmente en la concentración de N en hoja determinada en el muestreo de primavera.

En las recomendaciones de fertilización, además de utilizar el análisis foliar se han utilizado también los análisis de suelo, que se suelen efectuar cada 3-4 años. No obstante, en la recomendación de este año (Diciembre 95) se han introducido algunas modificaciones, ya que además de considerar los datos del análisis foliar y del análisis químico del suelo, se tienen en cuenta otros factores que también afectan al estado nutricional del árbol, y en consecuencia, a las necesidades de fertilizantes. Estos factores dependen del nutriente considerado y son los siguientes:

- N. Vigor de la plantación, % materia orgánica del suelo (% MO), cosecha anterior, cosecha esperada, lignificación y tendencia a enfermedades fisiológicas.

- P. % MO del suelo, cosecha esperada, cosecha anterior, fertilización anterior y pH del suelo.

- K. Textura del suelo, cosecha esperada, % MO del suelo y cosecha anterior.

- Mg. Textura del suelo, cosecha esperada, cosecha anterior, % MO del suelo y pH del suelo.

Este método para el cálculo de las necesidades de abonado es todavía provi-

sional porque se necesitan más datos de los ensayos y de los muestreos que se están realizando para obtener los niveles adecuados de nutrientes en suelo y hoja, así como ajustar las cantidades de fertilizante recomendadas.

Como se puede apreciar, la recomendación de fertilización es específica para cada parcela, e integra un gran número de factores, lo cual encaja perfectamente en la filosofía de producción integrada de la Organización Internacional de Lucha Biológica e integrada contra los animales y las plantas perjudiciales (OILB) que propone mejorar el estado fisiológico de los árboles mediante una fertilización racional, basada en un conocimiento profundo del suelo y de las necesidades nutritivas del árbol que consiga la producción óptima tanto cuantitativa como cualitativamente, y que respete las exigencias ecológicas, económicas y toxicológicas.

Metodología para obtener un sistema de diagnóstico y recomendación

Teniendo en cuenta que el objetivo básico es conseguir que los árboles posean el mejor estado nutricional posible, el esquema de la metodología que se seguirá es el siguiente (Fig. 1):

- Determinar cuáles son para las condiciones de Bizkaia las concentraciones o relaciones minerales óptimas en hoja para la Pera Conferencia.

- Estas concentraciones o los cocientes de dichas concentraciones permitirán obtener los rangos adecuados de nutrientes en el suelo, que serán aquellos capaces de proporcionar al árbol su equilibrio nutricional.

Una vez conocidos los valores óptimos en suelo y planta se ajustará la cantidad de fertilizante que se debe aportar en cada una de las explotaciones para llevar dichos valores a los considerados como adecuados.

A) Diagnóstico

La forma de obtener los óptimos o índices de referencia en hoja consiste básicamente en asociar el contenido mineral de la hoja con la producción de fruta. Hay distintos métodos que nos conducen a este objetivo: Rango Crítico de Nutrientes (RCN), Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), cocientes críticos, equilibrio nutricional a partir de relaciones binarias óptimas, Diagnóstico de Nutrientes Composicionales (CND). Muy resumidamente los diferentes métodos consisten en:

- RCN. Se define como el rango de concentraciones de un nutriente en un estado específico de desarrollo por encima del cual el cultivo está bien provisto del nutriente y por debajo del cual el cultivo es deficiente.

- DRIS. Es un enfoque que pretende integrar todos los factores de composición foliar, composición de suelo, parámetros ambientales y prácticas de cultivo como funciones que afectan a la producción. Para poder obtener los óptimos nutricionales o normas DRIS se necesitan un gran número de datos a partir de los cuales se hace una división en datos de alta y baja producción. La media de la población de alto rendimiento será el óptimo a partir del cual podemos evaluar las muestras de todas las plantaciones. En realidad lo que conseguimos son las relaciones óptimas de nutrientes en la población de alta producción, y por comparación de estos óptimos con los valores de la muestra a estudio obtenemos un índice para cada elemento. La ventaja primordial de este método es que determina el orden de necesidad de los diferentes elementos minerales de cada plantación y además también estima el grado de desequilibrio nutricional de la misma.

- Cocientes críticos. Es una simplificación de la metodología DRIS para la obtención de cocientes ideales de nutrientes en planta. Un cociente ideal o crítico de nutrientes en planta se define de la siguiente manera: a) Dos nutrientes A y B, en planta se considera que están equilibrados cuando la máxima respuesta potencial a la aplicación de únicamente A es igual a la máxima respuesta potencial a la aplicación de solamente B, siempre que ambos nutrientes no estén presentes en una cantidad superior a la necesaria para alcanzar la máxima producción, b) El cociente ideal o crítico para cualquier par de nutrientes en planta es el cociente de sus concentraciones cuando están equilibrados. Esta metodología establece cuál es la relación entre nutrientes más adecuada para obtener la máxima producción. Para obtener las respuestas potenciales que se emplean en el cálculo de los cocientes críticos es necesaria la realización de ensayos de fertilización factoriales.

Se debe mencionar que estos tres primeros métodos están siendo utilizados en el SIMA para el desarrollo de un sistema racional de fertilización en praderas que tiene como base los ciclos de nutrientes.

-Equilibrio nutricional a partir de las relaciones binarias óptimas. Este método se basa en la hipótesis de que el estado nutricional que permite obtener al productor la máxima cosecha posible (en unas determinadas condiciones marcadas por la variedad, el clima y el cultivo) depende del equilibrio entre los diferentes nutrientes, caracterizado por una proporcionalidad bien definida entre los mismos. Esta proporción óptima que caracteriza el equilibrio nutricional se puede calcular a partir de las proporciones binarias óptimas. Las relaciones binarias, A/B, entre dos nutrientes considerados se dividen cada una en 5 intervalos. A cada intervalo se le asocian el resto de las relaciones (A/C, B/C, etc.) y las producciones correspondientes. Para cada una de las relaciones binarias existirá un intervalo óptimo de nutrientes en el cual la producción es máxima y que será el elegido. La relación óptima será la media de las relaciones de todos los intervalos óptimos, correspondiendo cada uno de ellos a una relación binaria. Con los valores de las relaciones binarias óptimas se calcula el equilibrio nutritivo óptimo que consiste en el porcentaje de cada elemento más adecuado tomando como el total la suma de todos elementos considerados. Esta metodología viene siendo utilizada por el Departamento de Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal de la Estación Experimental Aula Dei de Zaragoza.

- CND. El método CND es el más reciente de los métodos de diagnóstico foliar y es una expansión multivariante de los métodos que como los citados más arriba se basan en relaciones binarias. Este método está basado en la teoría del análisis multivariante de los datos composicionales. El sistema CND admite que la composición de un tejido vegetal forma un conjunto de datos composicionales, lo cual implica que dado un cambio en la proporción de un nutriente en la hoja, las demás proporciones de nutrientes deberán ser alteradas si la composición de la planta es considerada como del 100%. Esto hace que los datos presenten ciertas curvaturas, debido a lo cual hay que linearizarlos para poderles aplicar el análisis de componentes principales. Las normas CND son las medias teniendo en cuenta las desviaciones típicas de las relaciones multinutricionales, obtenidas mediante análisis de componentes principales, que caracterizan la población de alto rendimiento. Con este método se obtienen unos índices que indican el orden de necesidad en el que se encuentran los diferen-

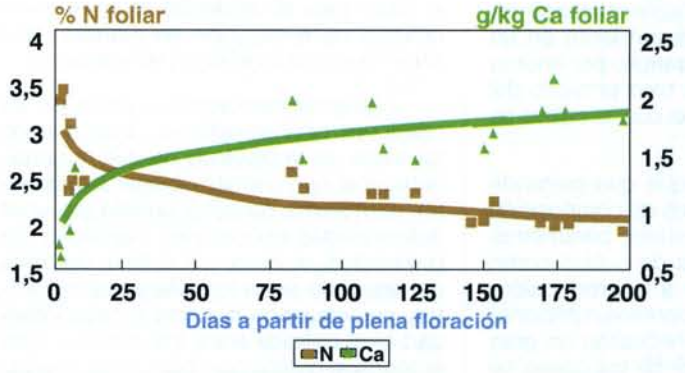
TABLA 1

Rangos de nutrientes óptimos en hoja, obtenidos en muestreos del mes de Agosto en plantaciones de Pera Conferencia en Bizkaia

	EDAD DE LA PLANTACION						
	1er año	2º año	3er año	4º año	5º año	6º año	7º año
N (g(kg)	22.6-26.4	23.1-26.2	21.5-23.9	20.7-24.1	19.2-23.8	21.7-23.5	21.5-24.5
P (g/kg.)	1.55-1.95	1.49-2.25	1.45-1.73	1.2-1.56	1.33-1.75	1.35-1.67	1.40-1.75
K (g/kg)	13.6-17.2	12.7-15.1	12.2-18.7	11.0-17.0	10.2-15.4	11.3-13.7	10.4-16.0
Ca (g/kg.)	17.3-21.2	17.0-22.7	15.0-20.6	14.0-19.8	15.7-22.7	17.5-27.6	16.5-24.0
Mg (g/kg)	2.68-3.62	2.02-2.59	1.96-2.82	1.94-2.74	2.16-2.92	2.73-3.99	2.32-3.57

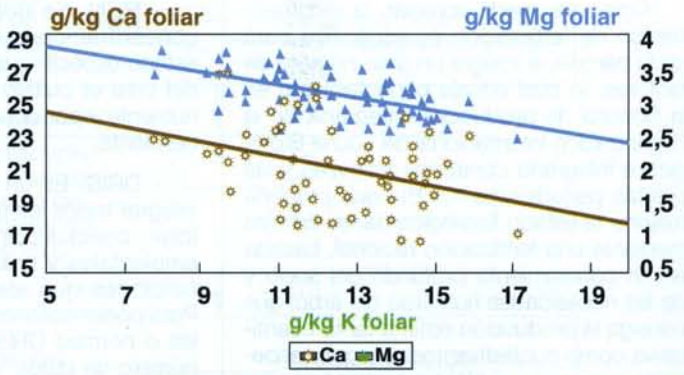
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 2
Evolución de la concentración de Ca y N a partir de la fecha de plena floración. Datos tomados en Zalla los años 92, 93 y 94



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA 3
Relación de las concentraciones de K con las concentraciones de Ca y Mg, en hoja. Datos de los muestreos de 6 plantaciones en Agosto de 1994



Fuente: Elaboración propia.

tes nutrientes en una plantación y otro índice global que corresponde a la parcela y que indica lo lejos del equilibrio que se encuentra la misma.

El considerable número de datos, tanto de contenidos minerales como de producción, necesario para desarrollar estas metodologías se obtendrá gracias a los distintos ensayos de fertilización y muestreos que se han puesto en marcha en diferentes localidades y que se mencionarán más adelante.

De todos estos métodos de diagnóstico foliar habrá que elegir aquel que se ajuste mejor a nuestras condiciones, y para ello la producción será el parámetro fundamental que permitirá confirmar la validez de los métodos de diagnóstico.

Como se ha indicado al inicio de este apartado, una vez determinadas las concentraciones o relaciones nutricionales óptimas en hoja, éstas se relacionarán con las concentraciones minerales en suelo. De esta forma podremos saber cuales son los contenidos adecuados de nutrientes en suelo para conseguir las concentraciones de referencia en hoja.

Esta calibración de los niveles de nutrientes en hoja y suelo que nos llevan a una adecuada producción será la herramienta necesaria para hacer el diagnóstico. El siguiente paso es efectuar las recomendaciones de abonado de tal manera que se aporten al cultivo las cantidades precisas de fertilizantes para satisfacer las necesidades nutricionales de la planta que no puedan ser atendidas por las reservas del suelo.

B) Recomendación

Las cantidades de abonado aplicadas deberán ser ajustadas de tal manera que sirvan para alcanzar los valores adecuados en suelo así como los cocientes ó concentraciones óptimos en planta. Lo que se pretende es perfeccionar el sistema de recomendación que se ha puesto en marcha este año, cuando se pueda comprobar en los ensayos el efecto que las diferentes cantidades de fertilizante tienen sobre la fertilidad del suelo y el estado nutricional de la planta, además de sobre la producción.

Se debe tener en cuenta que una fertilización inadecuada tanto por defecto como por exceso puede ocasionar las siguientes consecuencias: desequilibrios nutricionales por antagonismos entre elementos, disminución de la producción, disminución de la calidad y capacidad de conservación de los frutos, alteraciones desfavorables de las características físicas y químicas del suelo de difícil corrección y despilfarro de fertilizantes lo que conlleva una menor rentabilidad de la plantación y un mayor deterioro medio ambiental.

Desarrollo de un sistema específico de diagnóstico y recomendación

A) Ensayos de fertilización

Actualmente se están llevando a cabo ensayos de fertilización con el objetivo de estudiar las interacciones entre los nutrientes N, P, K y Mg y su efecto sobre la producción. Con estos ensayos se calibrarán las recomendaciones de fertilización, porque al controlar el nivel de nutrientes en hoja y suelo se estudiará el efecto del abono que aportamos sobre ambos y, por tanto, se podrán ajustar las cantidades de abonado. Dos de estos ensayos se encuentran en la Estación de Fruticultura de la Diputación Foral de Bizkaia en Zalla, y fueron puestos en marcha en el otoño de 1993. El primero es un ensayo de fertilización potásica en el que se prueban 3 dosis diferentes de abonado potásico. El otro es un ensayo de fertilización con 3 dosis diferentes de riego y nitrato potásico.

En el Otoño de 1994 se han comenzado 4 ensayos factoriales de fertilización en plantaciones comerciales en Muxika y Munitibar. En un diseño de parcela dividida con 3 repeticiones se analiza el efecto de la aplicación de diferentes dosis de dos nutrientes:

- Dos ensayos K*Mg, uno de ellos en un suelo que ha sido encalado y que tiene un pH más ácido que el otro. Se aportaron 3 dosis de Mg y 4 de K.

- Un ensayo N*P con 3 dosis de N y 3 de P.

- Un ensayo N*K con 3 dosis de cada elemento.

Cada parcela elemental está compuesta por 4 árboles, se muestrean los dos centrales y los dos exteriores se dejan para controlar el efecto borde. Igualmente entre las filas de los árboles tratados se dejó otra sin tratar para controlar el efecto borde entre filas. Además se establecieron 6 parcelas testigo o control a las cuales no se les aplicó ninguno de los nutrientes a estudio. Para determinar las dosis de fertilizante se tomó una muestra representativa de suelo en la plantación y se determinaron las dosis de aplicación asignando una dosis media a los tratamientos centrales y una dosis baja y otra alta para de esta forma cubrir el rango posible de aplicaciones.

En cada una de las parcelas de ensayo se están controlando los siguientes parámetros :

- Diámetro del tronco. Se mide en cada parcela en invierno. Da una idea de cómo evoluciona el vigor del árbol.

- Evolución del contenido de nutrientes en suelo. Se muestrea en invierno.

- Evolución del contenido de nutrientes en hoja. Se toman muestras de hoja en Mayo y Agosto.

- Producción. En el momento de la recolección.

En uno de los ensayos K*Mg se ha tomado muestra de fruta de todas las parcelas para analizar su composición mineral y, además, se ha medido la dureza e índice refractométrico de la fruta. Este último dato puede ser muy importante de cara a la calidad de la producción, ya que los contenidos minerales del fruto influyen mucho sobre la misma.

B) Muestreos

La concentración de los distintos nutrientes en hoja varía a lo largo de la estación de crecimiento y, por tanto, para poder hacer un diagnóstico nutricional correcto del árbol hay que saber en qué momento fue recogida la hoja.

La variación de concentraciones se puede apreciar fácilmente en la Figura 2, en la que se ve cómo el contenido de N y Ca varía a partir de la fecha de plena floración. El momento más adecuado para el muestreo de hojas, necesario para dar las recomendaciones de abonado será aquel en el cual haya una relativa estabilidad de las concentraciones, porque ello permite tener un margen de días en el que muestrear todos los años sin temor a que los datos estén más influenciados por el momento de muestreo que por el propio estado nutricional del árbol.

Estudiando los datos de los productores que traían hoja para analizar de Mayo a Octubre se comprobó que la mayor estabilidad de las concentraciones minerales se alcanza en los meses de verano, si bien quedaba por determinar la elección del mes de Agosto o Septiembre como fecha del muestreo para dar la recomendación de fertilización de invierno.

Por tanto, en 1994 se llevó a cabo un muestreo en 6 explotaciones del territorio vizcaíno con el objetivo de escoger la fecha de muestreo. En la zona de Gernika se eligieron dos plantaciones, en Muxika y Mendata; otras dos cercanas a la costa, en Busturia y Leioa, y dos más en la zona de interior con un clima más riguroso, Abadiño y Miravalles.

Dentro de cada explotación se eligieron 10 árboles, 4 de producción media, 3 de baja y 3 de alta. Se tomó muestra de hoja de esos árboles los meses de Agosto y Septiembre y se controló la cosecha de los mismos en el momento de recolección que tuvo lugar entre finales de Agosto y principios de Septiembre, cogiéndose muestra de fruta en esos mismos árboles. Las muestras de fruta y hojas fueron analizadas para determinar su contenido mineral.

Se encontró que las concentraciones de nutrientes variaban significativamente entre Agosto y Septiembre por lo que finalmente se decidió que a partir del año 1995 el muestreo estival se hiciera entre finales de Julio y principios de Agosto. Así estas 6 explotaciones se han continuado muestreando el mes de Agosto de 1995 habiéndose recogido también muestra de fruta.

Al analizar los datos se observó que existían gran número de correlaciones significativas entre las concentraciones de los distintos elementos minerales en hoja. Por ejemplo, el K estaba negativamente correlacionado con Ca y Mg (Fig. 3), y Ca y Mg, a su vez estaban positivamente correlacionados entre sí. Esto se pudo observar ambos meses, y es importante debido a la importancia que tiene el Ca o la relación entre los 3 cationes sobre la calidad de conservación del fruto. Estas interacciones entre K, Mg y Ca se podrán estudiar con más detalle en los ensayos factoriales K*Mg. En cuanto a producción el contenido de K el mes de Septiembre estaba negativamente correlacionado con la cosecha pero esto podía ser debido a que el fruto entraba en competencia con las hojas por el K.

Por último, a partir de los datos de análisis foliar de los años 92 y 94, obtenidos de las muestras de hoja que traían los productores, y con los datos del análisis de suelo efectuados esos mismos años se han observado una serie de correlaciones significativas. Por ejemplo, el % de MO en el suelo influye positivamente sobre el contenido de N, K, Mg y Ca del suelo. Se confirma la relación mencionada anteriormente en hoja, esto es, existe un antagonismo del K con Ca y Mg. Además, se detectan algunas relaciones entre concentraciones de nutrientes en suelo y planta: el P en suelo está negativamente correlacionado con el P en hoja y éste, a su vez, está negativamente correlacionado con la producción. El contenido de Mg en el suelo está positivamente relacionado con la concentración de Ca en hoja y negativamente con el contenido de K en hoja.

Estos datos muestran interacciones positivas y negativas de los nutrientes, tanto en hoja como en suelo, indicando la complejidad de los procesos que intervienen en la nutrición de los árboles frutales.

ANA AIZPURUA

Desde 1989 se están poniendo en marcha plantaciones de Pera Conferencia en Bizkaia.

Conclusiones

Los resultados preliminares de los muestreos que se han venido realizando desde el año 89 permiten esbozar las siguientes conclusiones:

a) El contenido de un determinado nutriente en suelo puede influir tanto positiva como negativamente sobre dicho elemento en hoja, y además se observa que la concentración de un nutriente en suelo influye sobre el contenido en hoja de otros nutrientes. La complejidad de estas relaciones aconseja el uso conjunto de las dos técnicas de diagnóstico nutricional, análisis de suelo y análisis foliar.

El análisis foliar debería realizarse anualmente, mientras que el análisis de suelo es suficiente con que se haga cada 3-4 años. Además es necesario realizar un análisis de suelo completo previamente a la plantación de los frutales.

b) La concentración de nutrientes en hoja, como cabía esperar, varía a lo largo de la estación. Así, se ha determinado que finales de Julio y principios de Agosto es la época más adecuada para muestrear para la recomendación de invierno, y después de brotación, alrededor de Mayo, para el aporte de N en primavera.

c) En función del vigor y aspecto general de la plantación se han determinado los rangos de nutrientes adecuados según la edad de la plantación, para las explotaciones de Pera Conferencia de Bizkaia.

Los resultados de los muestreos y ensayos factoriales permitirán determinar niveles óptimos de nutrientes en planta, rangos adecuados de su contenido en suelo, y las recomendaciones de fertilización necesarias para alcanzar dichos valores. Para ello se probarán los métodos enumerados anteriormente y se escogerá el más válido en nuestras condiciones. El resultado final será disponer de una herramienta informática que permita realizar estas recomendaciones de forma específica para cada plantación de Pera Conferencia de Bizkaia.

Agradecimientos

Queremos mostrar nuestro agradecimiento a todos los fruticultores de la Asociación de Fruticultores de Bizkaia que están colaborando con nosotros, y en especial a aquellos que nos han permitido utilizar sus fincas para los ensayos, y muestreos, además de facilitarnos la información necesaria. ❑

Ana Aizpurua Intxausti,
Gerardo Besga Salazar
Margarita Domingo y Uriarte
SIMA Gobierno Vasco
Ramón Amenabar Arzuaga
Diputación Foral de Bizkaia