



# ***SERVICIO DE ASESORAMIENTO A LA FERTILIZACIÓN (SAF)***

(\*) *Pilar Galán López-García  
Horacio López Córcoles  
Francisco Molina Martínez  
Ignacio Ferrandis Gotor  
Ramón Esteban Fernández de Tejada  
Isabel Molina Sánchez*

---

## ***SUMARIO***

<b>1</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>439</b>
<b>2</b>	<b>FUNCIONES REALIZADAS.....</b>	<b>439</b>
2.1	EQUIPAMIENTO LABORATORIO .....	439
2.2	PUESTA A PUNTO TÉCNICAS ANALÍTICAS, METODOLOGÍA DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIÓN DE ABONADO .....	441
2.3	ANÁLISIS DE TIERRAS .....	441
2.4	METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS .....	442
2.5	ESTUDIO DE NUTRIENTES A NIVEL FOLIAR .....	444

(\*) *Autores*





## SERVICIO DE ASESORAMIENTO A LA FERTILIZACIÓN (SAF)

### 1 ANTECEDENTES

El ITAP puso en marcha un nuevo Servicio de Asesoramiento a la Fertilización en Marzo de 1999, mediante el cual asesora sobre las necesidades de fertilización de los diferentes cultivos, a los agricultores y técnicos que lo deseen, con los objetivos de mejorar el rendimiento de los cultivos, bajo criterios de productividad y calidad y teniendo en cuenta las posibles restricciones de orden técnico, socioeconómico y medioambiental.

Para poder llevar a cabo dicha labor se cuenta con un laboratorio de análisis químicos, en el que actualmente se realizan análisis de suelo y análisis foliares, entre otros, como base del asesoramiento a la fertilización. Además se cuenta con los conocimientos adquiridos a través de la experimentación local desarrollada a lo largo de un amplio periodo de tiempo en el ITAP

### 2 FUNCIONES REALIZADAS

#### 2.1 EQUIPAMIENTO LABORATORIO

Con el objeto de desarrollar y consolidar un servicio de asesoramiento al agricultor en materia de fertilización rápido, eficiente y de calidad, se llevo a cabo el equipamiento de un laboratorio de análisis químicos con equipos e instrumental de última tecnología.

En las fotografías N° 1 a 8 se muestra parte del equipamiento del laboratorio.



Fotografías 1 y 2: Estufas de desecación



Fotografía 3: Absorción atómica



Fotografía 4: Espectrofotómetro UV-VIS



Fotografía 5: Balanza analítica



Fotografía 6: PH metro y Conductímetro



Fotografía 7: Microondas digestor y evaporador



Fotografía 8: Destilador y Purificador de agua



## 2.2 PUESTA A PUNTO TÉCNICAS ANALÍTICAS, METODOLOGÍA DIAGNOSTICO Y RECOMENDACIÓN DE ABONADO

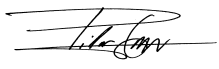

Se elaboró un protocolo de los procesos y técnicas analíticas a seguir dentro del laboratorio del SAF para el análisis de suelos, bajo la metodología oficial del MAPA, y que omitimos por su gran extensión.

También se definió la metodología a utilizar para diagnosticar el nivel de fertilidad de un suelo así como para establecer los planes de abonado, basándonos en la numerosa bibliografía existente, y en la amplia experiencia acumulada por el ITAP a lo largo de los años.

## 2.3 ANÁLISIS DE TIERRAS

Durante el año 2000 se realizaron los primeros análisis de suelos y recomendaciones de abonado.

### ANÁLISIS DE SUELO Y RECOMENDACIÓN DE ABONADO

Nombre			Localidad La Roda						
Dirección			Provincia Albacete						
NIF/CIF			Código Postal 02630						
Explotación			Cultivo Vid						
Parcela			Variedad						
Localidad			Patrón						
Provincia			Marco de plantación						
Riego No			Edad plantación						
Código análisis		Fecha de entrega 11/07/01			Fecha de salida 30/07/01				
Textura (U.S.D.A.)			% Arena		80,0				
Franco arenosa			% Limo		8,0				
			% Arcilla		12,0				
NIVEL DE FERTILIDAD									
DETERMINACIONES		Uds.	Valor	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto	Observaciones
Ph 1:2.5			8,4	*****					Básico
CE 1:5		mmhos/cm	0,35						Ligeramente salino
Materia orgánica total		%	1,1	*****					Bajo
Nitrógeno total		%	0,21	*****					Alto
Relación C/N			3,1						Alta liberación de nitrógeno
Fósforo asimilable		ppm	11,2	*****					Bajo
Carbonatos totales		%	20,5	*****					Alto
Caliza activa		%	9,2						Alto
Potasio asimilable		meq/100 gr	0,45	*****					Medio
Sodio asimilable		meq/100 gr	0,21	**					Muy bajo
Calcio asimilable		meq/100 gr							
Magnesio asimilable		meq/100 gr	0,66	****					Muy bajo
Relación K/Mg			0,7						Posibles carencias de magnesio
Relación Ca/Mg									
RECOMENDACIÓN DE ABONADO									
Nitrógeno (N)		40	U.F./ Ha						
Fósforo (P2O5)		40	U.F./ Ha						
Potasio (K2O)		90	U.F./ Ha						
SERVICIO DE ASESORAMIENTO A LA FERTILIZACIÓN (SAF)									
 Vº Bº Sección SAF				 Vº Bº Director Técnico ITAP					

METODOLOGÍA EMPLEADA

K, Na, Ca, Mg (acetato amónico; espectrofotometría AA)

P (Olsen); N (Kjeldahl); M.O. (Walkley-Black); Carbonatos (calcímetro B.); Caliza a. (Oxalato amónico; calcímetro B.)

Tabla 1: Formato de análisis de suelos.



## 2.4 METODOLOGÍA TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS

La metodología de muestreo para un estudio de fertilidad consta de 3 procesos:

1. Delimitación de la zona de muestreo
2. Selección del sistema de muestreo (herramientas, profundidad, nº de submuestras, cantidad de muestra etc...)
3. Elección de la época de muestreo

### 2.4.1 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE MUESTREO

El suelo es heterogéneo, por lo que tendremos que dividir la parcela a estudiar en zonas de características uniformes, procurando que éstas no excedan las 2 has. No vale la pena estudiar las zonas heterogéneas muy pequeñas pues no resulta práctico aplicar una medida correctora individual. Tampoco se debe obtener muestras promedio que no resuelven nada; es mejor post-poner algunos análisis a años siguientes.

#### Consejos para delimitar una zona homogénea:

- Una parte importante de la heterogeneidad proviene de la historia cultural de la parcela, por lo que el propio agricultor resulta la persona más idónea para delimitar las diferentes áreas
- El aspecto del suelo (color, pedregosidad, etc...)
- El desarrollo de la vegetación
- La posición topográfica (cumbre, vertiente, vaguada, pendiente etc...)
- El comportamiento del suelo frente a las labores culturales (resistencia al arado, zonas de encharcamiento, etc...)

Si el objetivo es solucionar un determinado accidente vegetativo (nutricional o estructural), tomar una muestra de la zona más representativa del problema y otra de la parte satisfactoria de la parcela.

Durante el muestreo de una zona determinada homogénea deben evitarse aquellos puntos que posean características particulares: límites de parcela ( márgenes de caminos, de cursos de agua, de zanjas de drenaje abiertas etc...).

### 2.4.2 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE MUESTREO

#### 1. Los instrumentos

Esencialmente se utilizan de dos tipos: herramientas agrícolas como la azada y sondas de diferentes tipos. Con la azada se hace un hoyo y se toma a tierra de la manera indicada en la Figura 1. (Se rasca por toda la pared del hoyo, aproximadamente 100 gr por hoyo). Es importante retirar siempre la cubierta vegetal antes de tomar la muestra.

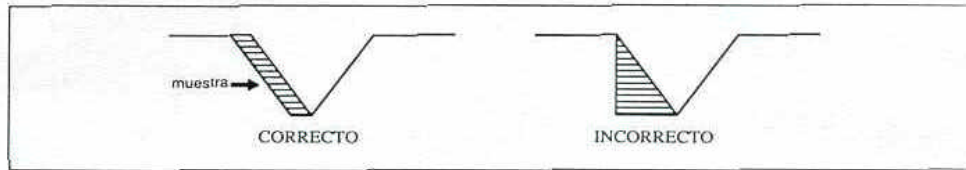


Figura 1. La recogida de muestras con pala (Danés y Teixidor-1983)

Existen varios tipos de sonda (sonda corta, de media caña, tipo riverside etc..). En función de la profundidad a la que se desea muestrear y de la textura del suelo, se debe optar por uno u otro. Las sondas tienen la ventaja frente a las herramientas agrícolas de que permiten controlar mejor la profundidad a la que se desea hacer el muestreo.



Fotografías 9-10: Sonda tipo Riverside apta para terrenos fuertes y profundos

## 2. La profundidad

**Según el cultivo establecido o el que se quiera implantar se tendrá que tomar la muestra a mayor o menor profundidad**, en función de donde se da la mayor concentración de raíces. Fijamos dos profundidades que denominaremos horizonte 1 y horizonte 2:

- Horizonte 1: primeros 40 cm de suelo (eliminar el posible material vegetal que haya en superficie)
- Horizonte 2: desde 40 cm hasta 60 cm

Cultivos herbáceos: en general tomaremos muestras en el horizonte 1.

Leñosos: tomaremos una muestra en horizonte 1 y otra en horizonte 2. (en olivo es suficiente con tomar muestra en horizonte 1).

En leñosos en fertirrigación y riego por goteo restringimos el muestreo a la zona del bulbo de humectación



## La técnica de muestreo y el número de submuestras

Dentro de cada zona de muestreo que el agricultor ha delimitado previamente, se obtendrá una muestra de suelo, que estará formada por unas 15 submuestras (entendiendo como tales cada una de las punciones o extracciones realizadas con la sonda o azada). Se deben mezclar muy bien las submuestras en un recipiente y posteriormente se tomará 1 o 2 Kg de tierra que meteremos en una bolsa bien cerrada y etiquetada. En los casos en los que tengamos que coger muestras de los dos horizontes obtendremos 2 muestras por cada zona homogénea, haciendo 15 punciones en el suelo y separando la tierra por horizontes. Con este número de submuestras conseguimos disminuir el error de muestreo y que la muestra sea lo más representativa posible de toda la zona.

Realizaremos un muestro simple al azar: los puntos de muestreo se escogen al azar moviéndose en zig-zag a través de la zona homogénea (figura 3).

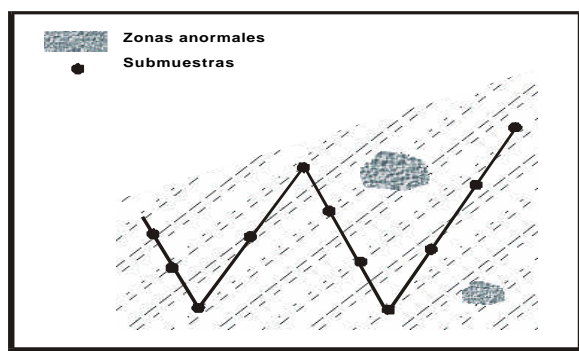


Figura 3. Ejemplo de itinerario para recogida de muestras en parcela

### 2.4.3 ELECCIÓN DE LA ÉPOCA DE MUESTREO

El muestreo se realizará después de la cosecha, antes de enterrar los restos del cultivo anterior y antes de abonar.

Para la instalación de frutales y viña es conveniente recoger la muestra el año anterior para elegir el patrón más adecuado. Si la plantación está ya instalada tomar la muestra en los meses en que la actividad vegetativa está decreciendo o está parada (de agosto a enero). Si se ha abonado recientemente dejaremos transcurrir 1 o 2 meses para tomar la muestra. Si se han aplicado abonos orgánicos, enmiendas o enterrado abundantes restos vegetales, debe retrasarse el muestreo un mínimo de 4 a 6 meses.

### 2.5 ESTUDIO DE NUTRIENTES A NIVEL FOLIAR

Para poder utilizar el análisis foliar en el asesoramiento a la fertilización de los cultivos, es necesario conocer las condiciones óptimas de nutrientes de éstos, en unas determinadas circunstancias de clima y suelo. Para ello se está llevando a cabo un muestreo anual de los principales cultivos de nuestra provincia, en parcelas aparentemente bien nutridas, con el objeto de determinar a lo largo de una serie de años cual es el nivel óptimo de nutrientes o lo que es lo mismo ¿qué significa que un determinado cultivo está nutricionalmente equilibrado?.



Nivel de nutrientes foliar en VID ( <i>Vitis Vinifera</i> ). Cuajado. Año 2000										
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
Tamaño muestra	46	46	46	45	45	46	46	46	46	46
Media	3,43	0,24	0,97	0,29	2,42	89,49	11,82	55,99	19,05	53,33
Mediana	3,41	0,23	0,99	0,29	2,33	85,44	7,50	49,79	16,32	53,00
Varianza	0,10	0,00	0,03	0,00	0,13	1171,24	172,76	1057,96	147,94	129,16
Desviación típica	0,32	0,04	0,16	0,06	0,36	34,22	13,14	32,53	12,16	11,36
Error estándar	0,05	0,01	0,02	0,01	0,05	5,05	1,94	4,80	1,79	1,68
Valor mínimo	2,79	0,18	0,67	0,17	1,66	33,65	1,04	7,07	5,50	32,00
Valor máximo	4,38	0,38	1,30	0,43	3,37	213,75	63,36	135,89	75,93	74,00
Recorrido	1,59	0,20	0,63	0,26	1,71	180,10	62,32	128,82	70,43	42,00
Primer cuartil	3,26	0,20	0,83	0,24	2,16	65,79	5,00	30,19	11,61	47,00
Tercer cuartil	3,65	0,25	1,08	0,33	2,71	102,00	10,50	81,27	24,00	61,00
Intervalo intercuartílico	0,39	0,05	0,25	0,09	0,55	36,21	5,50	51,08	12,39	14,00
Coefficiente de asimetría	0,42	1,78	0,09	0,19	0,36	1,45	2,56	0,77	2,94	-0,01
Coefficiente de curtosis	0,73	3,61	-0,86	-0,35	-0,09	3,28	6,89	-0,08	11,35	-0,62
Coefficiente de variación	9,3	18,4	16,8	22,0	14,9	38,2	111,2	58,1	63,8	21,3
Intervalo de confianza 95%	3,34-3,53	0,22-0,25	0,92-1,02	0,27-0,31	2,32-2,53	79,3-99,7	7,9-15,7	43,3-65,6	15,4-22,7	50,0-56,7

Nivel de nutrientes foliar en VID ( <i>Vitis Vinifera</i> ). Enero. Año 2000										
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
Tamaño muestra	44	44	43	43	43	43	43	43	43	44
Media	2,58	0,15	0,78	0,36	3,25	135,34	9,57	56,52	13,19	40,10
Mediana	2,57	0,15	0,76	0,36	3,12	139,14	5,00	52,50	13,18	35,50
Varianza	0,04	0,00	0,06	0,01	3,06	1567,48	97,17	1311,23	16,62	321,34
Desviación típica	0,21	0,03	0,24	0,10	0,48	39,59	9,86	36,21	4,076	17,93
Error estándar	0,03	0,00	0,04	0,02	0,07	6,04	1,50	5,52	0,62	2,70
Valor mínimo	2,13	0,07	0,36	0,17	2,01	35,26	1,04	9,66	5,96	10,00
Valor máximo	3,18	0,22	1,28	0,54	4,57	222,13	37,50	176,56	21,00	80,00
Recorrido	1,05	0,15	0,92	0,37	2,56	186,87	36,46	166,90	15,04	70,00
Primer cuartil	2,45	0,13	0,58	0,27	3,00	114,73	2,53	29,78	10,50	27,50
Tercer cuartil	2,68	0,17	1,00	0,45	3,43	157,50	12,50	75,00	15,75	47,00
Intervalo intercuartílico	0,24	0,04	0,42	0,18	0,43	42,77	9,97	45,22	5,25	19,50
Coefficiente de asimetría	0,58	-0,09	0,26	-0,16	0,71	-0,28	1,59	1,20	0,30	0,95
Coefficiente de curtosis	1,03	0,86	-1,02	-0,87	1,67	0,20	1,74	2,12	-0,50	0,15
Coefficiente de variación	8,2	18,18	30,8	28,0	14,7	29,3	103,0	64,1	30,91	44,7
Intervalo de confianza 95%	2,52-2,65	0,14-0,16	0,70-0,85	0,32-0,38	3,10-3,39	123,2-147,5	6,5-12,6	45,4-67,7	11,9-14,5	34,7-45,6

Nivel de nutrientes foliar en Almendro ( <i>Prunus Amygdalus</i> ). Año 2000										
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
Tamaño muestra	21	21	19	21	21	20	21	21	21	21
Media	2,35	0,13	1,63	0,60	2,84	67,55	5,01	47,58	18,21	23,24
Mediana	2,35	0,13	1,48	0,58	2,85	68,80	5,07	41,25	19,14	22,00
Varianza	0,02	0,00	0,23	0,01	0,19	1681,47	4,68	495,75	63,46	25,29
Desviación típica	0,14	0,02	0,48	0,10	0,43	41,01	2,16	22,27	7,97	5,03
Error estándar	0,03	0,00	0,11	0,02	0,09	9,17	0,47	4,86	1,74	1,10
Valor mínimo	2,08	0,11	1,14	0,44	1,72	13,55	1,04	19,18	6,59	15,00
Valor máximo	2,57	0,17	2,69	0,82	3,74	178,50	10,00	108,97	43,25	35,00
Recorrido	0,49	0,06	1,55	0,38	2,02	164,95	8,96	89,79	36,66	20,00
Primer cuartil	2,24	0,12	1,30	0,52	2,65	34,78	3,75	33,91	15,00	20,00
Tercer cuartil	2,44	0,14	1,71	0,68	3,03	87,97	6,50	56,50	21,00	26,00
Intervalo intercuartílico	0,20	0,02	0,41	0,16	0,38	53,20	2,75	22,59	6,00	6,00
Coefficiente de asimetría	-0,38	0,72	1,24	0,46	-0,45	1,01	0,16	1,24	1,22	0,86
Coefficiente de curtosis	-0,51	-0,37	0,40	-0,52	1,71	1,44	0,25	1,59	4,03	0,39
Coefficiente de variación	5,9	13,4	29,7	17,1	15,2	60,7	43,2	46,8	43,8	21,6
Intervalo de confianza 95%	2,28-2,41	0,13-0,14	1,39-1,86	0,55-0,64	2,64-3,04	48,4-86,8	4,0-6,0	37,4-57,7	14,6-21,8	21,0-25,5

Nivel de nutrientes foliar en Olivo ( <i>Olea europaea L.</i> ). Año 2000										
	N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
Tamaño muestra	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Media	1,92	0,17	1,22	0,19	1,29	33,25	364,56	19,74	16,03	44,86
Mediana	1,95	0,17	1,25	0,19	1,19	30,69	394,52	20,00	16,00	46,00
Varianza	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	347,76	8292,95	41,25	17,72	115,48
Desviación típica	0,12	0,02	0,13	0,06	0,19	18,65	91,07	6,42	4,21	10,75
Error estándar	0,05	0,01	0,05	0,02	0,07	7,05	34,42	2,43	1,59	4,06
Valor mínimo	1,73	0,15	1,05	0,13	1,11	14,27	225,57	10,47	12,00	27,00
Valor máximo	2,06	0,21	1,42	0,30	1,62	68,35	451,14	29,43	24,50	59,00
Recorrido	0,33	0,06	0,37	0,17	0,51	54,08	225,57	18,96	12,50	32,00
Primer cuartil	1,79	0,15	1,11	0,15	1,14	17,42	261,28	13,08	12,00	35,00
Tercer cuartil	2,02	0,19	1,31	0,21	1,43	41,72	447,50	23,59	16,63	51,00
Intervalo intercuartílico	0,23	0,04	0,20	0,06	0,29	24,30	186,22	10,51	4,63	16,00
Coefficiente de asimetría	-0,61	0,66	0,15	1,28	0,84	1,14	-0,71	-0,09	1,49	-0,63
Coefficiente de curtosis	-1,14	-0,42	-0,89	2,17	-0,61	1,29	-1,27	-0,34	3,04	-0,01
Coefficiente de variación	6,46	12,8	10,6	29,2	14,8	56,1	28,0	35,5	26,3	24,0
Intervalo de confianza 95%	1,81-2,04	0,15-0,19	1,10-1,34	0,14-0,24	1,12-1,47	16,0-50,5	280,3-448,8	13,8-25,7	12,1-19,9	34,9-54,8

Tabla 2: Datos estadísticos de los análisis foliares de diferentes cultivos. Año 2000