

CLAVES Y HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUADA DEL CULTIVO Y POSTCOSECHA DE LA PATATA

CLAVES PARA LA FERTILIZACIÓN DE LA PATATA: Interpretación de análisis de suelo y planta

Isabel Molina Sánchez

Servicio de Asesoramiento a la Fertilización
Instituto Técnico Agronómico Provincial

Albacete, 11 de diciembre de 2018

Claves para la fertilización de la patata: Interpretación de análisis de suelo y planta

- 1. Exigencia de suelo**
- 2. Papel de los nutrientes**
- 3. Necesidades y absorción de los nutrientes**
- 4. Fertilización**
- 5. Análisis de suelo como clave de la fertilización**
- 6. Análisis del material vegetal**

PATATA: EXIGENCIA DE SUELO

- Suelos ligeros, mullidos y aireados, subsuelo profundo.
- pH ligeramente ácido, en alcalinos ataques de sarna.
- Rico en humus.
- Planta relativamente resistente a la salinidad.

PAPEL DE LOS NUTRIENTES

NITRÓGENO

Desarrollo de planta y área foliar (↑ superficie a fotosintetizar).

↑ materia seca total y tamaño de los tubérculos y contenido en almidón.

Disponibilidad asociada al ritmo de absorción → estrategia de fertilización basada en aporte de fertilizantes en tiempo y forma que sean asimilados por la planta.

Exceso de nitrógeno o aporte tardío: desarrollo excesivo de la parte aérea a expensas de la tuberización, ↑ contenido en azúcares reductores y en proteína. Además, las enfermedades encuentran un medio adecuado para su desarrollo.

PAPEL DE LOS NUTRIENTES

FÓSFORO

Favorece: desarrollo radicular, el número de tubérculos y la concentración de almidón.
Desarrollo más temprano y adelanto de la tuberización, (cultivos extratempranos).



PAPEL DE LOS NUTRIENTES

POTASIO

Influye en el contenido en materia seca → directamente relacionado con la susceptibilidad a los daños por golpes y al comportamiento en el almacenaje.

Favorece: crecimiento radicular, resistencia a heladas, a la sequía y a las enfermedades criptogámicas.



PAPEL DE LOS NUTRIENTES

MAGNESIO, CALCIO Y AZUFRE

Sensible a carencia de magnesio.

En suelos arenosos carencia de calcio.

La aportación de azufre está relacionada con efectos favorables en la formación del tubérculo.



NECESIDADES Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Cultivo exigente en Nitrógeno y Potasio.

Nitrógeno: 3,5-5 kg N /t;

Fósforo: 1,5-2 kg P_2O_5 /t;

Potasio: 6-10 kg K_2O /t

FONDO: Equilibrio N- P_2O_5 - K_2O : **1-2-3** (Nitrógeno completado en cobertera).

FERTILIZACIÓN

Fondo: 1.000 kg de (4-8-16) ó
500 kg de (9-18-27) + 200 kg
 K_2SO_4

Cobertera: 200 kg N32 ó
250 kg $(NH_4)_2SO_4$

Total N: 120 / 140

Total P_2O_5 : 80 / 90

Total K_2O : 120 / 220

La aplicación de un fertilizante u otro debe estar basado siempre en **ANÁLISIS DE SUELO** de la parcela a cultivar.



FERTILIZACIÓN

ANTES DE FERTILIZAR HAY QUE CONOCER

Fijación

Restos
orgánicos

ENTRADAS DE NUTRIENTES

Fertilizantes

Aporte
hídrico

Reservas
del suelo

FERTILIZACIÓN

ANTES DE FERTILIZAR HAY QUE CONOCER

Volatilización

Cosecha

Extracción
cultivo

SALIDA DE NUTRIENTES

Escorrentía
superficial

Inmovilización

Lixiviación

FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

Dosis de fertilizante = (Extracción de N por la planta + Contenido de Nmin al final del cultivo) – (Aporte por residuos de la cosecha + Contenido de Nmin en el suelo al inicio del cultivo + Mineralización de la materia orgánica + Aporte agua de riego)



FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

SALIDAS:

1.- Extracción de N por la planta

**3,5 – 5 kg de Nitrógeno /
Tonelada de cosecha**



FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

SALIDAS:

2. Contenido de N mineral mínimo en el suelo al final del cultivo:

$\approx 30 - 60 \text{ Kg N/ha.}$



FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

ENTRADAS:

1. Aporte de N en residuos de cosecha

	Producción comercial (t/ha)	Absorción de N		N en residuos de cosecha ⁽²⁾ (kg/ha)
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	11-15	190-260	80-150 ⁽⁶⁾
Apio	70	2,8-4,1	200-290	60-90
Berenjena	60	3,5-5,2	210-310	100-160
Brócoli	17	12-18	200-310	150-230
Calabacín	25	3-4	75-100	20-30
Cebolla	65	2,1-2,5	140-160	20-40
Col	50	3,8-4,2	190-210	90-120
Col china	65	2,7-3,5	180-230	80-110
Coliflor	30	7,5-8,5	220-250	120-150
Espinaca	25	4,5-5,2	110-130	20-50
Guisantes	4	25-30	100-120	60-80
Judías verdes	14	8-12	110-170	30-60
Lechuga	35	2,2-2,7	80-100	15-30
Melón	35	3,2-4	110-140	30-40
Pepino	30	2,8-3,5	80-110	20-30
Pimiento	60	3-4,5	180-270	110-160
Puerro	30	3,3-5	100-150	10-30
Rábano	25	2,3-3,2	60-80	5-10
Sandía	50	2,2-2,6	110-130	30-40
Tomate	60	2,5-3,5	150-210	45-60
Zanahoria	65	2,4-3	160-200	60-110

FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

ENTRADAS:

2. Contenido de N mineral del suelo al inicio del cultivo
Elevado, por tanto, imprescindible su análisis.
3. Aporte de N por mineralización de la materia orgánica (depende también de la textura)

Aportación anual al suelo de N procedente de la materia orgánica (Kg N/ha)

Materia orgánica %	Suelos arcillosos	Suelos francos	Suelos arenosos
1	15	22	30
1,5	22	33	45
2	30	45	60
3	45	65	90

FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE NITRÓGENO

ENTRADAS:

4. Aporte de N con el agua de riego: se calcula a partir del agua aplicada y de su concentración de nitrato

Volumen agua aplicada m3/ha x año	CONTENIDO DE NITRATOS EN EL AGUA (mg/l)							
	5	10	15	20	25	30	40	60
2.000	2,3	4,5	6,8	9	11,3	13,5	18	27
3.000	3,4	6,8	10,1	13,5	16,9	20,3	27	40,5
4.000	4,5	9	13,5	18	22,5	27	36	54
5.000	5,6	11,3	16,9	22,5	28,1	33,8	45	37,5
6.000	6,8	13,5	20,3	27	33,8	40,5	54	81
7.000	7,9	15,8	23,6	31,5	39,4	47,3	63	94,5

FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE FÓSFORO Y POTASIO

Dosis de fertilizante = (Extracción de P o K por la planta) – (Aporte de la reserva del suelo en nutrientes asimilables + Aporte con enmienda + Aporte agua de riego)



FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE FÓSFORO Y POTASIO

SALIDAS:

Extracción del fósforo o potasio por el cultivo para la producción estimada

Fósforo: 1,5-2 kg P_2O_5 /t;

Potasio: 6-10 kg K_2O /t



FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE FÓSFORO Y POTASIO

ENTRADAS:

1. Fosforo y Potasio asimilables disponibles en la reserva del suelo: Imprescindible análisis e interpretación del suelo
2. Aporte de P y K en los restos del cultivo precedente

	Producción comercial t/ha	P ₂ O ₅ en residuos de cosecha ⁽¹⁾ (kg/ha)
Alcachofa	17	40-80
Apio	70	25-40
Berenjena	60	30-50
Brócoli	17	50-70
Calabacín	25	5-15
Cebolla	65	3-6
Col	50	20-30
Col china	65	25-40
Coliflor	30	40-60
Espinaca	25	8-15
Guisantes	4	15-25
Judías verdes	14	25-35
Lechuga	35	5-8
Melón	35	15-20

	Producción comercial (t/ha)	K ₂ O en residuos de cosecha ⁽¹⁾ (kg/ha)
Alcachofa	17	150-300
Apio	70	130-170
Berenjena	60	180-220
Brócoli	17	250-290
Calabacín	25	20-40
Cebolla	65	5-15
Col	50	110-130
Col china	65	150-180
Coliflor	30	160-180
Espinaca	25	50-60
Guisantes	4	80-100
Judías verdes	14	60-80
Lechuga	35	25-35
Melón	35	80-100

FERTILIZACIÓN

CÁLCULO DE LA DOSIS

BALANCE DE FÓSFORO Y POTASIO

ENTRADAS:

3. Aporte de P y K en enmiendas y abonos orgánicos:
según dosis y características de los mismos
4. Aporte de K con el agua de riego:

$$\text{Kg K}_2\text{O /ha} = \frac{[K] \times Vr \times 1,2}{1000}$$



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Importancia del muestreo



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

MUESTREO DEL SUELO

1. Delimitación zona de estudio
2. Número de submuestras
3. Profundidad del muestreo
4. Selección del sistema de muestreo
5. Época de muestreo



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

ANÁLISIS A REALIZAR

Cloruros

Sulfatos

Textura

Caliza

Nitrógeno total

Materia
orgánica

Zinc
C.I.C

Nitrógeno nítrico

Fósforo

Carbono orgánico

Nitrógeno amoniacal

Potasio
asimilable

Cobre

Color

Calcio
asimilable

Densidad

Magnesio
asimilable

Potasio
intercambiabl

pH

Calcio
intercambiable

Sodio

Magnesio
intercambiable

Carbonatos

Hierro

Boro

Manganeso

ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA

Parámetros estructurales del suelo:

- pH
- Textura
- Cloruros
- Sulfatos
- Conductividad eléctrica
- Sodio
- Calcio
- Carbonatos totales
- Caliza activa



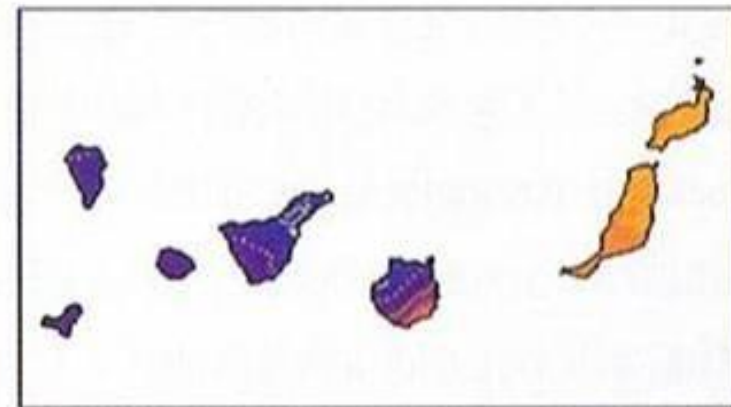
ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

pH

pH

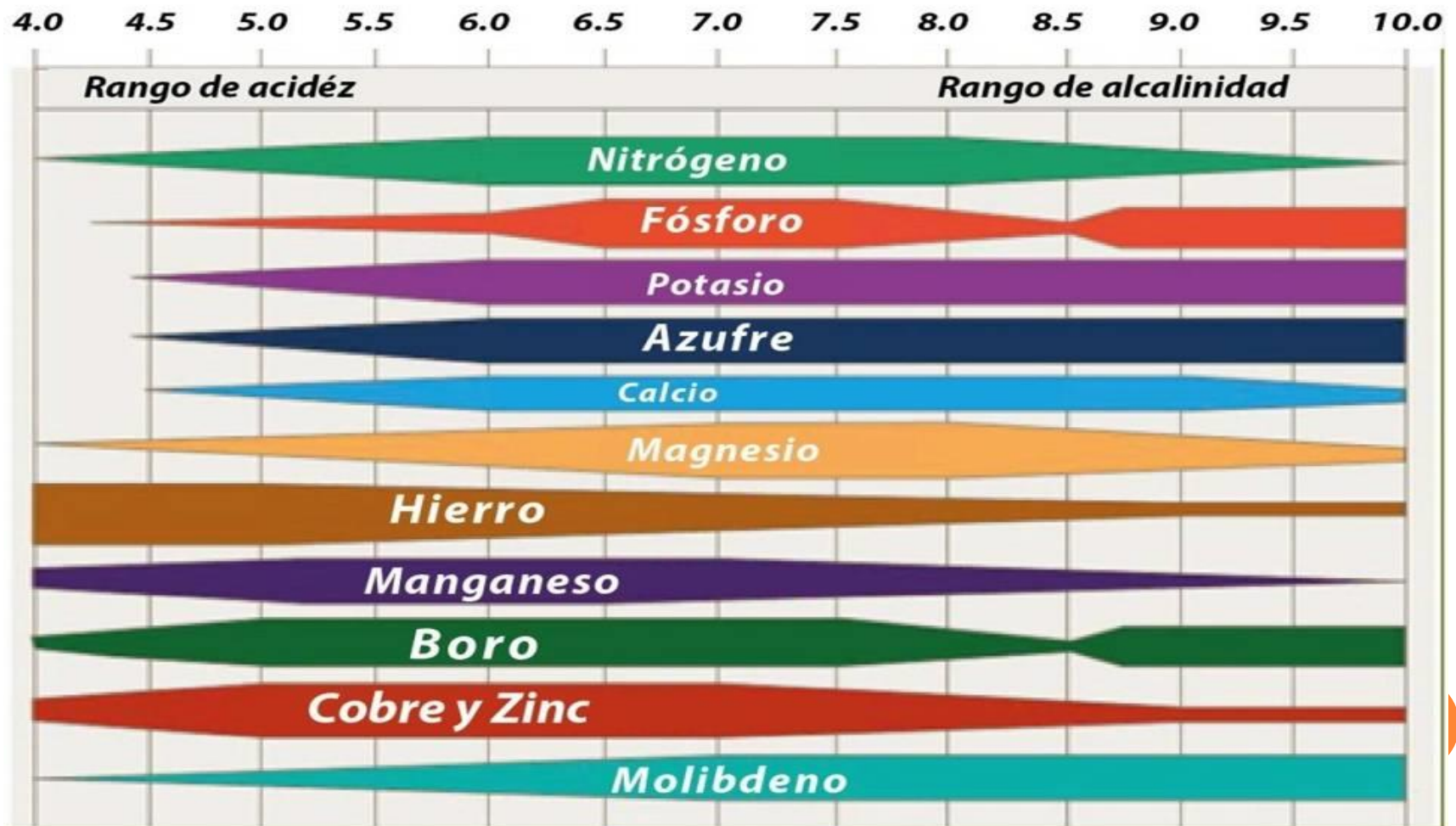


0 50 100 200 Kilómetros



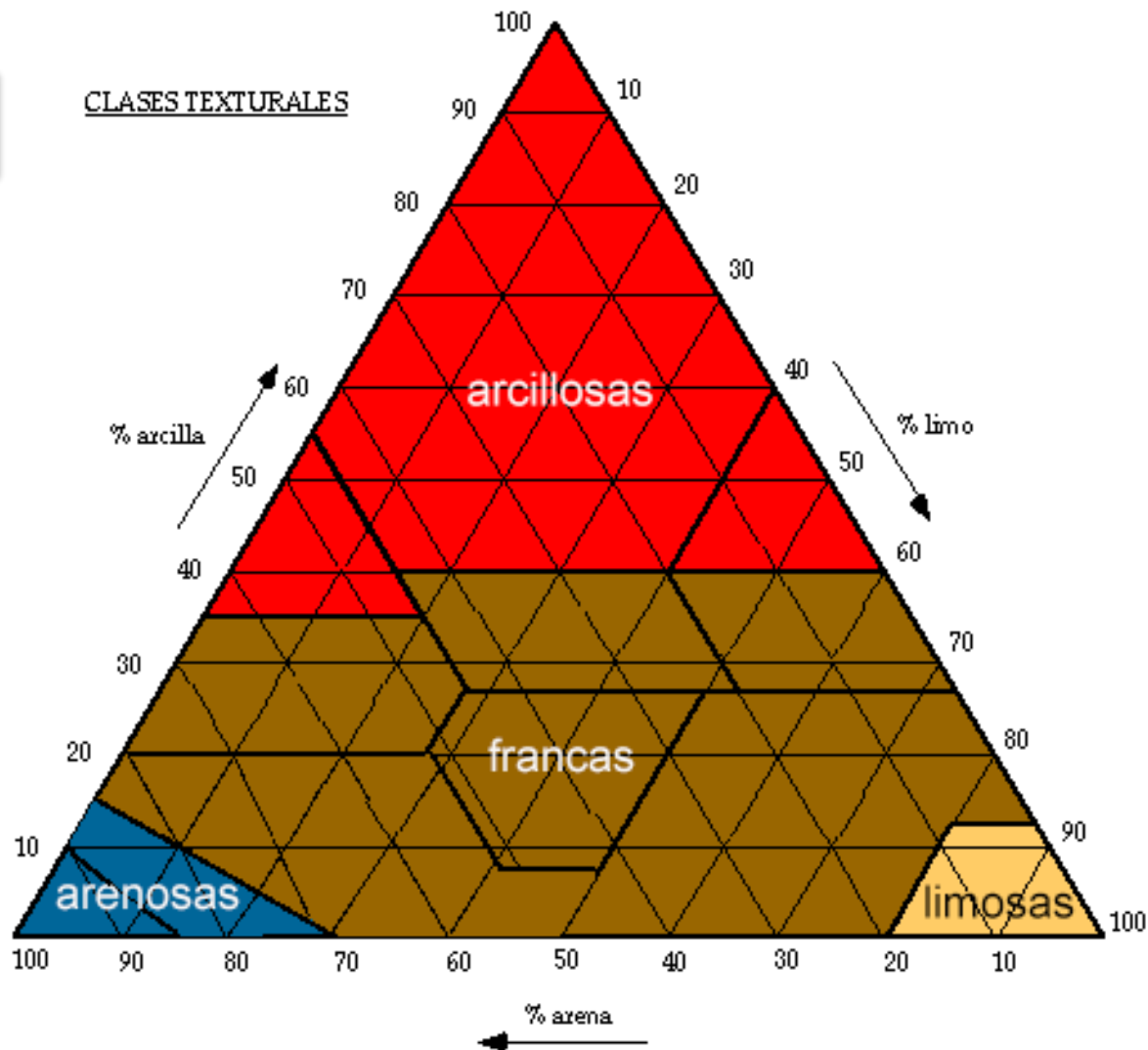
ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

Disponibilidad de nutrientes en el suelo según el pH del mismo



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

Textura



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

Textura arenosa

SUELOS ARENOSOS: limo y arcilla < 20 %

Sin estructura definida. Suelos sueltos, poca cohesión, escasa C.R.A. y de elementos nutritivos, propensos a la desecación.

Penetrables por raíces, fáciles de trabajar.

Su materia orgánica fácilmente destruida y la rápida movilización de los elementos fertilizantes los pone en condiciones óptimas para su absorción por las plantas.

ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

Textura arcillosa

SUELOS ARCILLOSOS Elementos más finos arcilla > 50 %

- Suelos fuertes, adhesivos y plásticos, apelmazados, forman terrones duros, gran C.R.A y de elementos fertilizantes.
- Fácilmente encharcables, difícil penetración de raíces de trabajar.
- Contenidos variables de materia orgánica.

ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

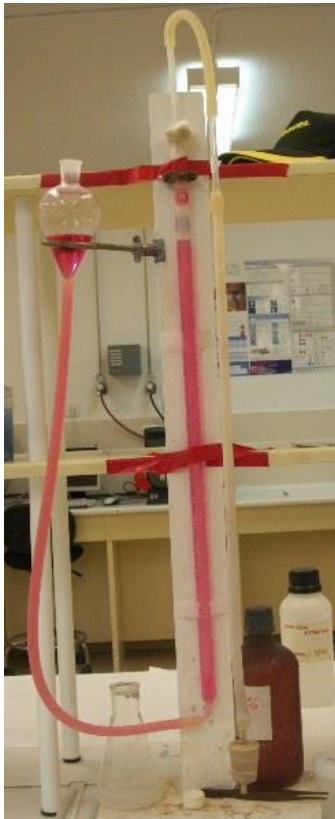
Suelo salino

Suelo con exceso de sales solubles.

- Incremento del potencial osmótico de la solución del suelo: mayor esfuerzo para absorber el agua.
- Efectos tóxicos de iones (sodio, cloro y boro).

ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

Suelo con alto contenido en caliza activa



CALIZA EN EL SUELO:

Clorosis férrica: carencia de hierro utilizable por la hoja que da una deficiencia de clorofila, puede ser:


- Carencia directa por falta de hierro. Poco frecuente
- Carencia inducida por la caliza del suelo: se insolubilizan las sales de hierro.



ANÁLISIS DE SUELO COMO CLAVE PARA LA FERTILIZACIÓN

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL

Parámetros nutricionales del suelo: nos dan idea de su fertilidad:

- Nitrógeno (total, nítrico y amoniacal).
 - Materia orgánica (y carbono orgánico).
 - Fosforo asimilable.
 - Potasio y magnesio (asimilables e intercambiables).
 - Capacidad de Intercambio Catiónico.
 - Micronutrientes: Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro.
 - Relaciones: K/Mg; Ca/Mg; C/N.
- 

ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

La concentración de un nutriente dado en la hoja es un valor que cambia con el estado de nutrición del cultivo en dicho nutriente y se relaciona con la producción.

Complementario al análisis de suelo.

La planta integra todos los factores que han afectado su crecimiento: suelo, clima, tiempo, técnicas de cultivo y la disponibilidad de ese nutriente.

ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

FACTORES QUE INFLUYEN

IMPORTANCIA DEL MUESTREO



ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

FACTORES QUE INFLUYEN

- **División de la zona de estudio**
- **Número de hojas:** +/- 50 ud
- **Número de plantas:** +/- 50 ud
- **Tipo de hoja:** sana, entera, sin daños ni carencia, representativa
- **Edad:** madura
- **Posición en el brote:** 4^a/5^a hoja (con peciolo)
- **Estado fenológico:** Al principio de la floración



ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

FACTORES QUE INFLUYEN

- **Tipo de planta:** Sana
- **Posición de la planta:** Centrales, en zig-zag o diagonal
- **Variedad:** No mezclar
- **Superficie mínima:** depende homogeneidad
- **Tipo de suelo:** Uniforme
- **Sistema de riego:** No mezclar
- **Desyerbe químico:** No mezclar
- **Otras técnicas:** Técnicas culturales...



ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

FACTORES QUE INFLUYEN

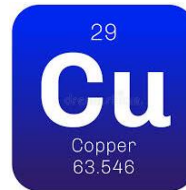
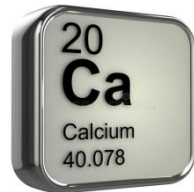
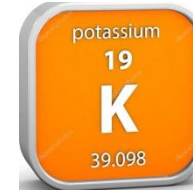
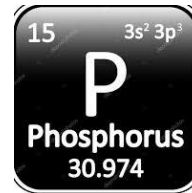
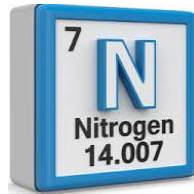
IMPORTANTE: Una vez recogida la muestra, guardarla en papel, refrigerada y llevarla a un laboratorio lo más rápido posible.



ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

Nutrientes analizados:

- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Sodio
- Hierro
- Manganeso
- Cobre
- Zinc
- Boro



ANÁLISIS DEL MATERIAL VEGETAL

Conocidos los niveles de nutrientes en la planta:

- Rangos óptimos de nutrientes
- Relaciones entre nutrientes



AJUSTE DE LA FERTILIZACIÓN REALIZADA

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

**ISABEL MOLINA SÁNCHEZ
ITAP, SA.**

Servicio de Asesoramiento a la Fertilización S.A.F.

967 190 090 ims.itap@dipualba.es

**Parque Empresarial Campollano, 2ª Avda. , Nº61
02007 ALBACETE**