

Cuaderno de Prácticas:

Química del

Suelo

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UN AGUA DE RIEGO

• Descripción de la muestra de agua

Colector	AR-IV
Fecha	13/II/2003
Propietario	Ayuntamiento de Pamplona
Tipo de colector	Río
Municipio	Pamplona
Distancia al pueblo más cercano	en población
Profundidad	45 cm
Profundidad de muestreo	entre 10 y 20 cm
Temperatura	14° C
Olor	no se aprecia
Color	no se aprecia
Uso	se utiliza para riego
Área para la que se usa en hectáreas	alrededor de 2 ha
Cultivos	hortícolas
Observaciones	punto situado en el curso del río Arga, a la salida de Pamplona por el barrio San Jorge, junto al puente de Miluce

• Análisis

• Conductividad eléctrica

C.E. = 224 S/cm = **0.224 mS/cm**

• Determinación de Na⁺:

Na⁺ en agua = 1.618 mg/l = **0.07 meq/l**

• Determinación de Ca y Mg (valoración con EDTA)

Ca y Mg = 3.1 mg/l = **6.2 meq/l**

• Determinación del Ca (valoración con EDTA a pH 12 para que el Mg precipite)

Ca = 2.7 mg/l = **5.4 meq/l**

• Determinación del Mg

$$\text{Mg} = 3.1 - 2.7 = 0.4 \text{ mg/l} = \mathbf{0.8 \text{ meq/l}}$$

• **Determinación de CO_3^{2-} y HCO_3^-**

$$\text{CO}_3^{2-} = \mathbf{0 \text{ meq/l}}$$

$$\text{HCO}_3^- = 4 \text{ meq/ml} = \mathbf{4 \cdot 10^{-3} \text{ meq/l}}$$

• **Interpretación del análisis**

• **Contenido total de sales**

$$\text{C} = \text{C.E.} \times 0,64 = 0,224 \times 0,64 = \mathbf{0,14 \text{ mg/l}}$$

• **R.A.S. (Cationes en meq/l)**

$$\text{R.A.S.} = \frac{\text{Na} +}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + 2 + \text{Mg} + 2}{2}}} = \frac{0,07}{\sqrt{\frac{5.4 + 0.8}{2}}} = 0.04$$

• **Carbonato sódico residual**

$$\text{C.R.S.} = (\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}) = (0 + 4 \cdot 10^{-3}) - (5,4 + 0,8) = \mathbf{-6,2}$$

• **Dureza**

$$\text{Grados franceses} = (\text{Ca}^{+2} \times 2.5 + \text{Mg}^{+2} \times 4.12)/10 = ((2,7 \times 2,5) + (0,4 \times 4,12))/10 = \mathbf{0,83}$$

Por la tabla de interpretación deducimos que se trata de un agua muy blanda.

• **Clasificación según la salinidad**

Teniendo en cuenta los valores:

$$\text{C.E.} = 224 \text{ S/cm}$$

$$\text{R.A.S} = 0,04$$

Según el gráfico de clasificación esta agua sería de una calidad **C1 S1** y por tanto un **agua de buena calidad apta para riego**.

ANÁLISIS DE SUELOS

• **Descripción del suelo a estudio:**

Localidad	Arizkun
Fecha de muestreo	26/I/2003
Agente de muestro	David Elustondo Valencia y Esther Lasheras Adot

Agricultor	Jesús Goñi Landa
Superficie	500 m ²
Drenaje	Muy bueno
Pendiente	Prácticamente nula
Características del cultivo anterior	Cultivo hortícola
Incrustaciones de sales	No se han encontrado
Profundidad del suelo	Alrededor de 2 metros
Profundidad de muestreo	Entre 10 y 35 cm
Pedregosidad	Leve a muy leve

• **Datos**

• **Prueba previa de salinidad**

PPS: 115 S/cm = 0,115 mS/cm

Se va a considerar un suelo no salino debido a que la PPS presenta un valor menor de 0,2 mohms/cm.

• **Textura**

Por las características observadas en nuestra muestra de suelo se podría decir que presenta una textura limosa, perteneciente, por tanto, al grupo de **textura fina**.

• **pH**

Dos medidas de pH

- PH activo (agua) = **8,49**
- PH potencial (KCl) = **6,8**

• **Materia orgánica**

La materia orgánica da determinadas propiedades al suelo:

Propiedades físicas: mejora la estructura del suelo

Propiedades químicas:

- aporta nutrientes
- complejo arcillohúmico: los ácidos húmicos estimulan el crecimiento radicular
- degrada sustancias (pesticidas)

Para la determinación de la materia orgánica será necesario primero determinar el porcentaje de carbono orgánico en el suelo. El tanto por ciento de materia orgánica se obtendrá mediante un coeficiente:

$$\% \text{ carbono orgánico oxidable} = \frac{0,003 \times 100 \times (M - M')}{P}$$

$$= \frac{0,003 \times 100 \times (20,5 - 5,2)}{0,5}$$

$$= 9,18$$

$$\% \text{ materia orgánica} = 9,18 \times 1,72 = 15,7896$$

• **Determinación del nitrógeno total**

$$\% \text{ N} = V \times N \times 0,014 \times 100/10 \times 100/5 = 1,1 \times 0,017 \times 0,014 \times 1000/5 = 0,052$$

• **Determinación del potasio asimilable**

Para calcular el K en ppm del suelo se procede del siguiente modo:

$$\text{Ppm de K en el suelo} = \frac{100X}{M}$$

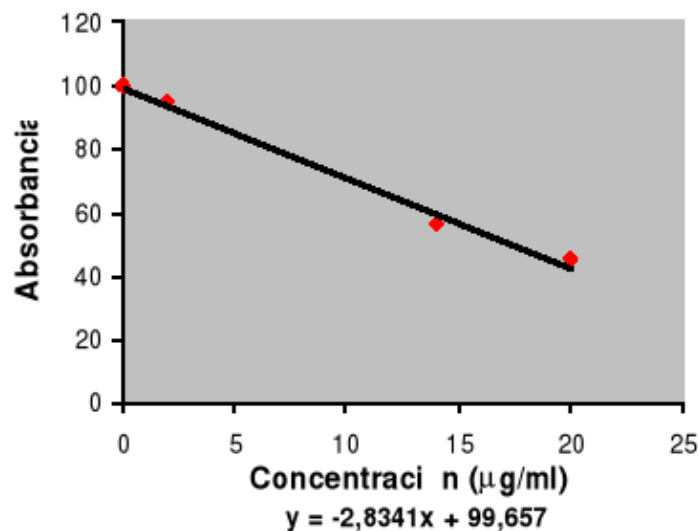
$$= \frac{100 \times 16,5}{10}$$

$$= 165 \text{ ppm}$$

• **Determinación del fósforo**

La determinación del fósforo se va a hacer por colorimetría. A continuación se presentan los datos obtenidos de las distintas absorbancias así como el gráfico obtenido, la línea de tendencia y su correspondiente ecuación, de la que obtendremos la concentración de fósforo de nuestra muestra.

CONCENTRACIÓN	ABSORBANCIA
Blanco	100
2	94,8
14	56,4
20	45,4



Teniendo en cuenta nuestro dato de absorbancia (63,4) y la ecuación de la recta obtenida, logramos conocer la concentración de fósforo.

$$y = -2,8341 x + 99,657$$

$$63,4 = -2,8341x + 99,657$$

$$x = 12,79 \text{ ppm}$$

ANEXO I: Suelo salino

En caso de tener un suelo salino ($CE > 0,2$ mohms/cm) se hace necesario obtener el extracto de una pasta saturada. Esta pasta se obtiene añadiendo a 100 gramos de suelo una cantidad determinada de agua hasta que adquiera una consistencia líquida, comprobando que no queda agua libre pero que la pasta es fluida. Se deja reposar para luego añadir agua de nuevo si es necesario. Después de esto se filtra al vacío y a partir del extracto obtenido se recogen los datos.

• Descripción

Localidad	Arguedas
Fecha de muestreo	2/II/2003
Agente de muestreo	David Elustondo Valencia y Esther Lasheras Adot
Agricultor	Pedro Rada Salinas
Superficie	3500 m ²
Drenaje	Limitado
Pendiente	10%
Características del cultivo anterior	Secano
Incrustaciones de sales	Yesos
Profundidad del suelo	De 30 cm a 1 m
Profundidad del suelo	Entre 10 y 35 cm
Pedregosidad	Leve a moderada

• Datos

- PPS: 643 S/cm (mayor de 0,2 mohms/cm por lo que se deduce que se trata de un suelo salino)
- PH: 4,74 (se mide de la pasta saturada, no del extracto)
- C.E.: 173,9 S/cm = 0,17 mohms/cm
- Ca⁺⁺⁺Mg⁺⁺: 5meq/100g = 50 meq/l
- Ca⁺⁺: 3meq/100g = 30 meq/l
- Mg⁺⁺: 2 meq/100g = 20 meq/l
- Na⁺: 16.81 mg/l = 0,73 meq/l

• Cálculos

$$R.A.S. = 3,362$$

$$PSI = 3,57$$

- **Interpretación de resultados:**

Para la interpretación del resultado nos vamos a la gráfica en la que introducimos los valores obtenidos en el P.S.I. y el R.A.S., en este caso aparece que el suelo muestreado es normal.

ANEXO II: Suelo Ácido

Localidad	Urkiaga
Fecha de muestreo	27 de enero 2003
Agente de muestreo	David Elustondo Valencia y Esther Lasheras Adot
Agricultor	Comunal del Valle de Erro
Superficie	12.500 m ²
Drenaje	Muy bueno
Pendiente	30 %
Características del cultivo anterior	Forestal (hayedo)
Incrustaciones de sales	No se han encontrado
Profundidad del suelo	2–3 m
Profundidad del muestreo	Entre 10–35 cm
Pedregosidad	Leve a muy leve

Con el fin de determinar si este suelo es ácido y tomar las medidas oportunas, realizamos los siguientes análisis y cálculos.

- **pH:**

Potencial = 4,08

Activo = 8,5

Paranitrofenol = 5,58

Podemos apreciar que estamos ante un suelo ácido, ya que su pH potencial es de 4,05. Para resolver problemas de acidez, lo que normalmente se hace es encalar el suelo. Esto se puede llevar a cabo de dos formas distintas: aplicando carbonato cálcico (no baja en profundidad pero dura menos tiempo) o aplicando oxalato cálcico (dura menos tiempo pero da más problemas porque con el tiempo baja en profundidad). También puede usarse hidróxido cálcico, carbonato cálcico magnésico o silicato cálcico. Con el encalado de lo que se trata es de aumentar el pH un punto por año, aunque dependiendo de las exigencias del cultivo, la cantidad aplicada variará. La mayoría de cultivos requieren pH alrededor de 5,5 mientras que algunos cultivos más exigentes necesitan pH entorno a 6,5.

La cantidad de cal que se necesita aplicar se calcula de la siguiente manera:

$$Tm \text{ CaCO}_3/\text{Ha} = 10 \times ((\text{pH}-\text{pH}')/(7-\text{pH}')) \times (7-\text{pH}')$$

Siendo: pH = pH que queremos conseguir

$pH' = \text{pH inicial del suelo en suspensión de KCl } 0,1 \text{ N}$

$pH'' = \text{pH adquirido por la solución tampón en contacto con el suelo}$

Por lo tanto, a nuestro suelo habría que aplicar la siguiente cantidad de cal:

$$Tm \text{ CaCO}_3/\text{Ha} = 10 \times ((6,5-4,08)/(7-4,08)) \times (7-5,58) = 11,76$$

CONSEJOS DE ABONADO

• Evaluación de la fertilidad

Tabla de resultados

PPS	115 S/cm
Textura	Limosa
PH activo	8,5
PH potencial	6,8
% C	9,18
% N	0,052
K	165 ppm
P	12,79 ppm

• Materia orgánica

Los cálculos se han realizado en el apartado anterior por lo que aquí solo aparece el resultado.

$$\% \text{ MO} = 15,79$$

• Relación C/N

$$C/N = 9,18/0,052 = 176,53$$

• Consejos de abonado

• Cultivo elegido

Como cultivo adecuado se ha elegido el **maíz** (*Zea mays*). A pesar de que la extensión del terreno es escasa, por las características del terreno y el clima de la zona creemos que el maíz es uno de los cultivos más adecuados para este caso.

• Información básica sobre requerimientos del cultivo:

Condiciones óptimas:

pH: entre 5,5 y 7.

Textura: suelos francos y franco-limosos.

Condiciones climáticas: germina a 10° C a 8 cm de profundidad. Vegeta hasta los 9,4° C y se desarrolla entre 20 y 30° C. necesita entre 600–700 l/m2 de agua.

Extracciones de nutrientes en kg para una producción de 1.000 kg:

N = 26–32

P₂O₅ = 10–13

K₂O = 22–30

Fertilización usual para una producción de 9.200 kg/ha:

N = 160–240

P₂O₅ = 80–120

K₂O = 80–120

Abonado de sementera: aplicación de parte del N y todo el P y K.

Abonado de cobertera: 30–70% del N, según la longitud del ciclo vegetativo, en una o dos aplicaciones, la primera cuando la planta tiene 40 cm de altura y la segunda en la floración.

- **Análisis del suelo**

A fin de no repetir de nuevo los resultados de los análisis efectuados durante las prácticas se remite en este apartado a la tabla del apartado anterior.

- **Otros datos**

Densidad aparente

1,3 g/cm³

Profundidad

2 m

Cultivo

Maíz

Producción esperada

9.000Kg/ha

Sistema

Regadío

Extracciones por la cosecha

261 Kg de N; 99 Kg de P₂O₅; 234 kg de K₂O

• Abonado de corrección

En este caso el pH del suelo es adecuado para el cultivo que se desea desarrollar, de modo que una enmienda caliza se considera innecesaria.

Así mismo dada la abundancia de materia orgánica presente en el suelo, así como la elevada relación C/N no procede aplicar una enmienda orgánica.

Fósforo:

$$\text{kg P}_{205}/\text{ha} = 0,229 \times h \times da (P_2 - P_1) = 0,229 \times 200 \times 1,3 (15 - 12,79) = 131,58$$

Potasio:

$$\text{kg K}_{20}/\text{ha} = 0,12 \times h \times da(K_2 - K_1) = 0,12 \times 200 \times 1,3 (195 - 165) = 936$$

La cantidad de potasio calculada es excesivamente alta, debido probablemente a la profundidad que presenta el suelo.

• Abonado de restitución:

Nitrógeno: $261 + 10\% \text{ pérdidas} = 287 \text{ kg/ha}$

Fósforo: $99 + 10\% \text{ pérdidas} = 110 \text{ kg/ha}$

Potasio: $234 + 10\% \text{ pérdidas} = 257 \text{ kg/ha}$

• Abonado total.

Nitrógeno: 287 Kg/ha

Fósforo: $110 + 131,58 = 242 \text{ kg/ha}$

Potasio: $936 + 257 = 1.193 \text{ kg/ha}$

Dados los resultados obtenidos en el cálculo del abonado total y las proporciones que presentan los diversos abonos complejos, el que más se ajusta a las necesidades del cultivo es el de proporciones 8-24-24, que se aplicará en **sementera** junto con un abono potásico. Se aplicarán 1000kg de abono /ha que aportarán:

80 kg de N/ha

240 kg de P₂O₅/ha

240 kg de K₂O/ha

Quedarían por cubrir:

N: $287 - 80 = 207$ kg/ha que se aplicarán en **cobertera** posteriormente.

P: $242 - 240 = 2$ kg/ha, que por tratarse de una cantidad pequeña se considera inapreciable.

K: $1.193 - 240 = 953$ kg/ha

Para completar la deficiencia de potasio, se añadirán 1.588 kg/ha de cloruro potásico al 60% K₂O.

El **abonado de cobertera** se aplicará en dos partes:

– 223 kg/ha cuando la planta mida 40 cm

– 226 kg/ha en la floración

El abono utilizado es urea al 46% N. Se ha elegido este abono ya que permanece durante más tiempo en el suelo, asegurando así una continuidad en la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo.

OBSERVACIONES FINALES:

La cantidad de materia orgánica, así como la relación C/N obtenida, nos parecen muy elevadas para un suelo de estas características; puede que hayamos cometido algún error a la hora de analizar el suelo. Por otra parte, también nos parece excesivamente alta la cantidad de abono potásico necesaria.