

26 mayo 2016



Equipos de medida rápida de macronutrientes

Miguel Ángel Domene Ruiz
Responsable Área Alimentación y Salud
Estación Experimental Cajamar Las Palmerillas

NECESITAMOS CONTROLAR NUTRIENTES

¿ DONDE LOS CONTROLAMOS ?

SISTEMA AGUA-SUELO-PLANTA

PLANTA

- A. FOLIAR
- A. SAVIA

AGUA EN EL SISTEMA

- AGUA RIEGO
- APORTES CON S. NUTRITIVA
- SONDAS SUCCIÓN

SUELO

- CARACTERIZACION QUÍMICA
- CALIDAD EDÁFICA



¿ COMO LO HACEMOS?



CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

pH	8,5
C.E. (mmhos/cm a 25 °C)	1,3
	mmol/l
Carbonatos	0,4
Bicarbonatos	2,5
Sulfatos	0,4
Nitratos	0,0
Cloruros	11,1
Sodio	6,2
Potasio	0,1
Calcio	2,1
Magnesio	2,5



CONTROL SOLUCIONES NUTRITIVAS

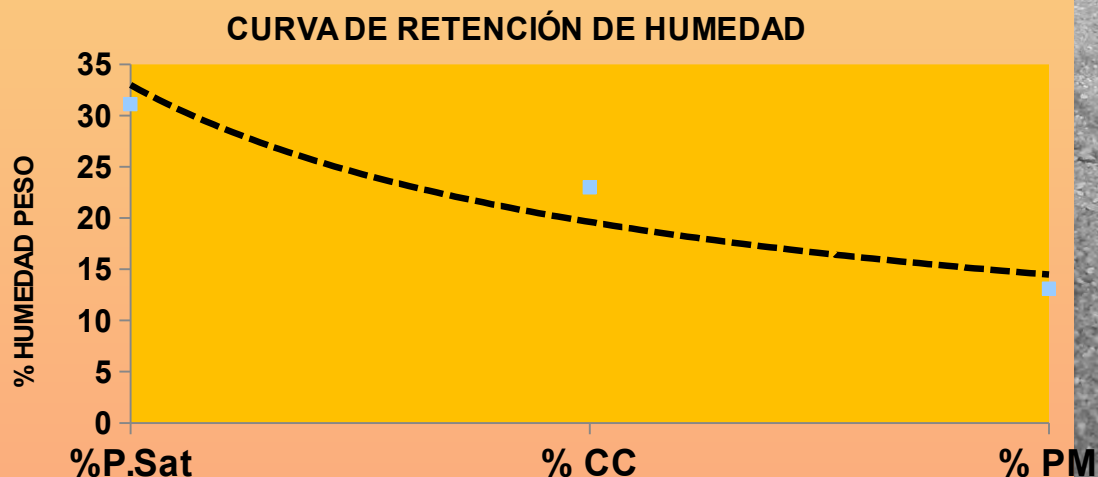
	mmol/L										ppm					dS/m
	NO3	NH4	H2PO4	K	Ca	Mg	SO4	HCO3	Na	Cl	Fe	Mn	Zn	B	Cu	CE
10/04/2014	10,1	1,5	1,5	5,0	4,5	2,5	1,8	0,5	5,2	10,3	1,4	0,8	0,3	0,2	0,1	2,8
16/05/2014	11,5	0,7	1,5	7,1	5,2	2,5	2,5	0,5	5,2	10,3	1,7	1,0	0,4	0,3	0,1	3,1
14/06/2014	10,1	0,6	1,5	8,8	4,7	2,5	3,5	0,5	5,2	10,3	1,7	1,0	0,4	0,3	0,1	3,2
28/06/2014	8,3	0,3	0,8	4,7	3,5	2,5	1,3	0,5	5,2	10,3	0,9	0,5	0,3	0,2	0,1	2,4
22/07/2014	8,0	0,4	1,3	5,5	4,0	2,5	2,2	0,5	5,2	10,3	1,4	0,8	0,3	0,2	0,1	2,6

PROPIEDADES FÍSICAS

PROMEDIO 6 REPETICIONES

FRANCO ARENOSO	ARENA	LIMO	ARCILLA
%	52,2	25,85	21,86

% GRUESOS	47,7
% FINOS	52,3



TEXTURA LIGERA
CON BUENA CAPACIDAD
DE INFILTRACIÓN, AGUA
UTIL APROX DEL 15 AL 33%
HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

PROPIEDADES QUÍMICAS

pH(1:2.5)	8,04 ± 0,04
CE (1:2.5)	0,53 ± 0,03
Nt (%)	0,10 ± 0,01
M.O (%)	1,37 ± 0,16
P (ppm)	182,98 ± 19,62
C/N	7,83 ± 1,34

CATIONES CAMBIO

	meq/100 g
Na	1,65 ± 0,40
K	1,22 ± 0,14
Ca	7,54 ± 0,42
Mg	2,30 ± 0,23

Cationes	Relación adecuada
Ca/Mg	4 – 8 (3,27) ↓
Ca/K	11 – 25 (6,18) ↓
Ca/Na	> 18 (4,56) ↓ ↓
Mg/K	2 – 5 (1,88)
Ca+Mg/K	12 – 30 (8,06) ↓

EXTRACTO SATURADO

pH	8,46 ± 0,05
CE	2,27 ± 0,24
PS	31,24 ± 0,01
SAR	3,00 ± 0,22

ANIONES SOLUBLES

Cl ⁻	12,87 ± 1,95
SO ₄ ⁻²	4,98 ± 0,93
NO ₃ ⁻	3,50 ± 0,93
CO ₃ ⁻²	0,75 ± 0,65
HCO ₃ ⁻	2,25 ± 0,16

CATIONES SOLUBLES

Na ⁺	7,53 ± 0,98
K ⁺	4,76 ± 1,03
Ca ⁺²	7,51 ± 1,53
Mg ⁺²	5,08 ± 0,71

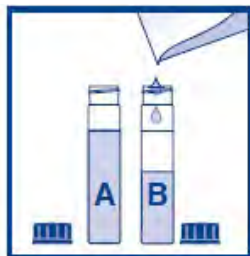
- ✓ Equipos portátiles
- ✓ Permiten análisis *in-situ*
- ✓ Obtención de datos in-situ para toma decisiones
- ✓ Operación sencilla
- ✓ Que mida un rango alto de concentraciones
- ✓ Búsqueda de tendencias relativas no la excelencia del dato

FOTÓMETROS PORTATILES PF-12



- Portátil
- Amplio espectro de determinaciones
- No es necesario especialización
- No es muy rápido

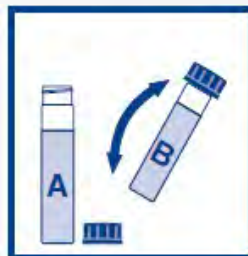
- Requiere diluciones
- medida afectada por turbidez
- No es barato



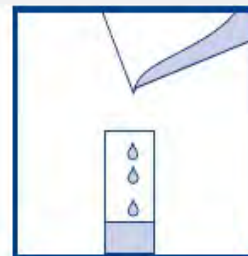
Llenar el tubo
con la muestra



Añadir el reactivo



Agitar



Llenar el tubo
con la muestra



Añadir el indicador
y mezclar
volteándolo



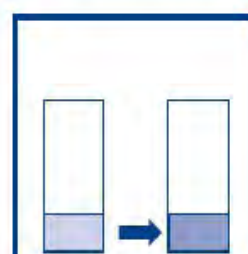
Añadir la disolu-
ción valorante



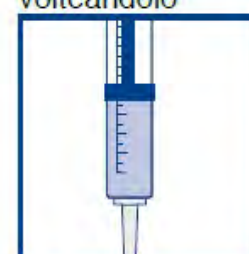
Esperar



Evaluar



Viraje de color



Evaluar

Parámetro	Unidad	ECO	HE
Fosfato	2–20 mg/L PO_4^{3-}	<i>alpha</i>	70
Fosfato*	0,2–5 mg/L P	<i>ECO</i>	80
Fosfato*	0,05–1,0 mg/L P	<i>HE</i>	300
Fosfato (DEV)* 4)	0,01–0,25 mg/L P	<i>HE</i>	100
Hidrazina*	0,05–0,40 mg/L N_2H_4	<i>ECO</i>	130
Hierro 1*	0,04–1,0 mg/L Fe	<i>ECO</i>	200
Hierro 2	0,04–1,0 mg/L Fe	<i>ECO</i>	100
Hierro	0,01–0,20 mg/L Fe	<i>HE</i>	300
Manganeso*	0,1–1,5 mg/L Mn	<i>ECO</i>	70
Manganeso*	0,03–0,50 mg/L Mn	<i>HE</i>	100
Níquel*	0,1–1,5 mg/L Ni^{2+}	<i>ECO</i>	150
Nitrato*	2–50 mg/L NO_3^-	<i>alpha</i>	100
Nitrato*	1–120 mg/L NO_3^-	<i>ECO</i>	110
Nitrito	0,05–1,0 mg/L NO_2^-	<i>alpha</i>	200
Nitrito	0,02–0,5 mg/L NO_2^-	<i>ECO</i>	120
Nitrito	0,005–0,10 mg/L NO_2^-	<i>HE</i>	150
Oxígeno*	1–10 mg/L O_2	<i>ECO</i>	50
Oxígeno SA 10*	0,2–10 mg/L O_2 1)	<i>HE</i>	100
pH 5–9*	pH 5–9,0	<i>alpha</i>	200

IONÓMETRO MULTICANAL IMA CIMUS



Nutrient	Ion	Rango de Medida Measurement Range	
		mg/L	mmol/L
Amonio	NH ₄ ⁺	0,2 a 9.000	0,01 a 500
Calcio	Ca ²⁺	0,4 a 4.000	0,01 a 100
Cloruro	Cl ⁻	1,5 a 35.000	0,05 a 1.000
Nitrato	NO ₃ ⁻	0,6 a 30.000	0,01 a 500
Potasio	K ⁺	0,4 a 3.900	0,01 a 100
Sodio	Na ⁺	2,3 a 23.000	0,1 a 1.000
Magnesio	Mg ²⁺	2,4 a 2.400	0,1 a 100
pH		0 a 14	



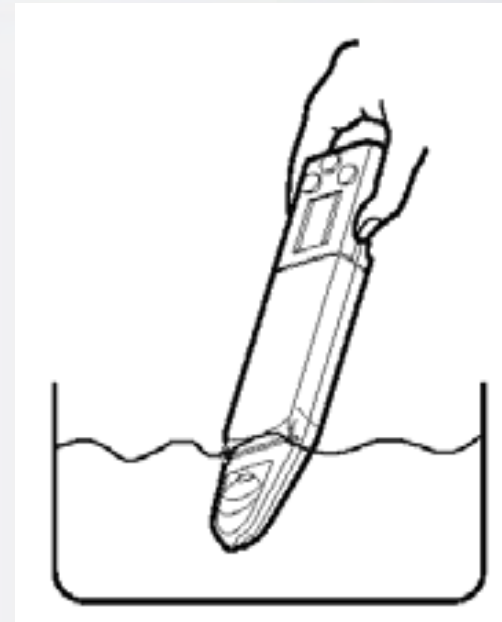
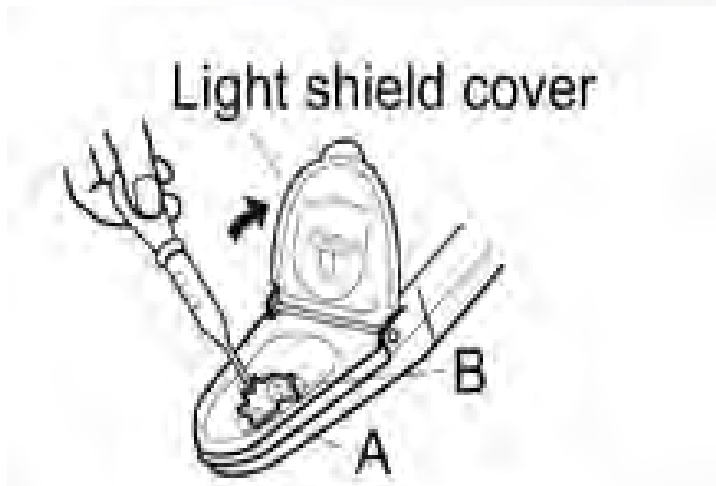
Características

- **Fácil utilización**
- **Medición directa** de la muestra (Sin filtrar, Sin diluir, Sin reactivos No afecta sólidos en suspensión/turbidez o color de la muestra.)
- **1 minuto/ muestra** → resultados simultáneos de 8 parámetros de medición.
- Fácil reemplazo de electrodos.

SONDAS LAQUA TWIN



MEDIDAS



- Portátil y fácil para uso in-situ
- Nitratos, cloruros, calcio, sodio, potasio, etc
- Medición directa y rápida
- Bajo coste

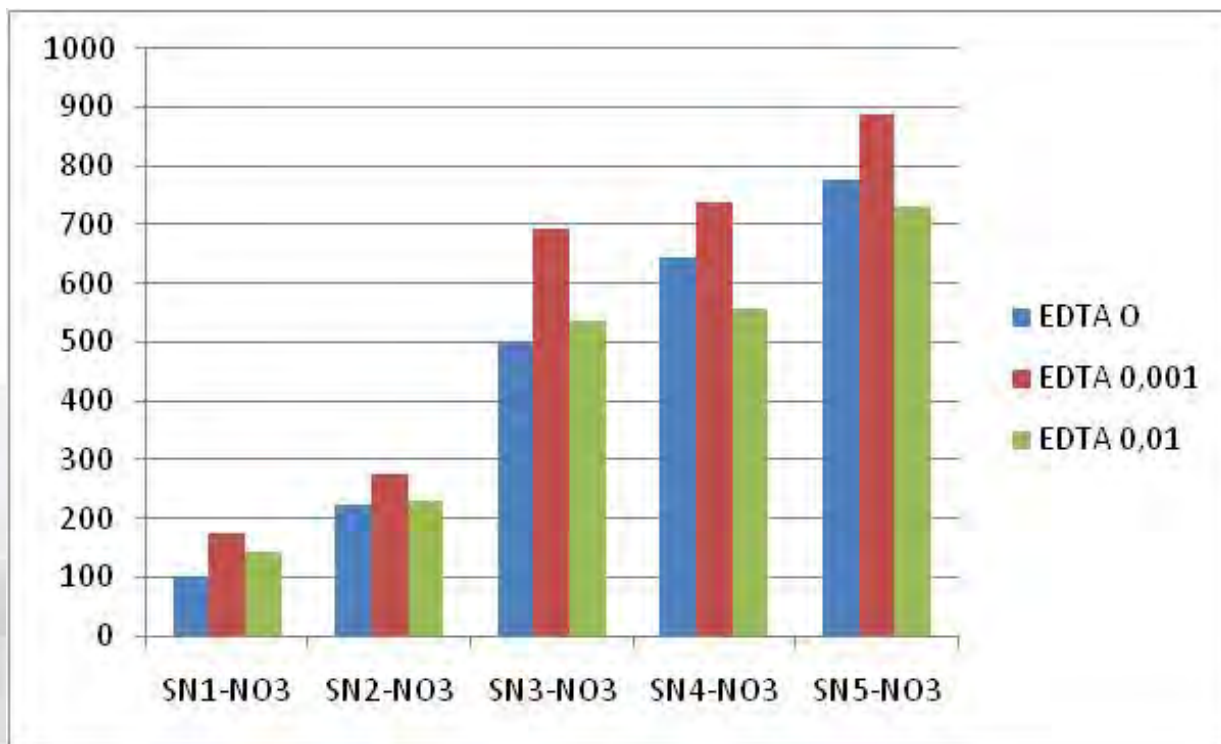
REPETITIVIDAD

OBJETIVO: Determinación de medidas consecutivas con el patrón de mayor concentración para estimar el error porcentual del tamaño muestral y si es suficiente para su caracterización.

	Ca	Cl	K	Na	NH4	NO3
P3	5,75	22,3	10	9,74	2,12	19,2
P3	5,6	22,8	9,99	9,61	2,13	19,6
P3	5,07	22,5	9,64	9,24	2,2	20
promedio	5,47	22,53	9,88	9,53	2,15	19,60
std	0,36	0,25	0,21	0,26	0,04	0,40
%CV	6,53	1,12	2,08	2,72	2,03	2,04
T	12,43	2,2	3,6	5,2	3,7	4
	15 medidas más	3	3	3	3	3

ESTUDIO DEL EFECTO MATRIZ DE PARTICULAS ORGÁNICAS

	EDTA 0	EDTA 0,001	EDTA 0,01
SN1-NO3	103	176,08	142,60
SN2-NO3	224	274,04	230,02
SN3-NO3	500	694,40	535,68
SN4-NO3	645	737,80	557,38
SN5-NO3	778	886,60	731,60



OBJETIVO: Preparación de disoluciones patrón a partir de sales que se disocian completamente.

SOLUCIÓN NUTRITIVA 1

$236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \times (40 \text{ mgCa} / 236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 40 \text{ mg Ca}$ 1 mmol/l Ca

$236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \times (124 \text{ mgNO}_3^- / 236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 124 \text{ mg NO}_3^-$ 2 mmol/l NO₃⁻

$67 \text{ mg (NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (36 \text{ mgNH}_4^+ / 132 \text{ mg (NH}_4)_2\text{SO}_4) \cdot 97/100 = 17,7 \text{ mg NH}_4^+$ 1 mmol/l NH₄⁺

$59 \text{ mg NaCl} \times (23 \text{ mgNa} / 58,44 \text{ mg NaCl} \cdot 99/100) = 23 \text{ mg Na}^+$ 1 mmol/l Na⁺

$59 \text{ mg NaCl} \times (35,5 \text{ mgCl}^- / 58,44 \text{ mg NaCl} \cdot 99/100) = 35,5 \text{ mg Cl}^-$ 1 mmol/l Cl⁻

$88 \text{ mg K}_2\text{SO}_4 \times (78,2 \text{ mgK} / 174,27 \text{ mg K}_2\text{SO}_4) \cdot 99/100 = 39,1 \text{ mg K}^+$ 1 mmol/l K⁺

SOLUCIÓN NUTRITIVA 2

$472 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \times (40 \text{ mgCa} / 236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 80 \text{ mg Ca}$ 2 mmol/l Ca

$472 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} \times (124 \text{ mgNO}_3^- / 236 \text{ mg Ca(NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 248 \text{ mg NO}_3^-$ 4 mmol/l NO₃⁻

$133 \text{ mg (NH}_4)_2\text{SO}_4 \times (36 \text{ mgNH}_4^+ / 132 \text{ mg (NH}_4)_2\text{SO}_4) \cdot 97/100 = 35,18 \text{ mg NH}_4^+$ 2 mmol/l NH₄⁺

$118 \text{ mg NaCl} \times (23 \text{ mgNa} / 58,44 \text{ mg NaCl} \cdot 99/100) = 46 \text{ mg Na}^+$ 2 mmol/l Na⁺

$118 \text{ mg NaCl} \times (35,5 \text{ mgCl}^- / 58,44 \text{ mg NaCl} \cdot 99/100) = 70,96 \text{ mg Cl}^-$ 2 mmol/l Cl⁻

$176 \text{ mg K}_2\text{SO}_4 \times (78,2 \text{ mgK} / 174,27 \text{ mg K}_2\text{SO}_4) \cdot 99/100 = 78,18 \text{ mg K}^+$ 2 mmol/l K⁺

SOLUCIÓN NUTRITIVA 3

944 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (40 mgCa/ 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 160 mg Ca 4 mmol/l Ca

944 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (124 mg NO_3^- / 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 496 mg NO_3^- 8 mmol/l NO_3^-

265 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ x (36mg NH_4^+ / 132 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) *97/100= 70,10 mg NH_4^+ 4 mmol/l NH_4^+

236 mg NaCl x (23 mgNa/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 91,95 mg Na 4 mmol/l Na

236 mg NaCl x (35,5 mgCl/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 141,92 mg Cl^- 4 mmol/l Cl^-

352 mg K_2SO_4 x (78,2mgK/ 174,27 mg K_2SO_4) *99/100= 156,37 mg K 4 mmol/l K

SOLUCIÓN NUTRITIVA 4

1180 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (40 mgCa/ 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 200 mg Ca 5 mmol/l Ca

1180 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (124 mg NO_3^- / 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 620 mg NO_3^- 10 mmol/l NO_3^-

331 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ x (36mg NH_4^+ / 132 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) *97/100= 87,56 mg NH_4^+ 5 mmol/l NH_4^+

295 mg NaCl x (23 mgNa/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 114,94 mg Na + 5 mmol/l Na

295 mg NaCl x (35,5 mgCl/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 177,4 mg Cl^- 5 mmol/l Cl^-

440 mg K_2SO_4 x (78,2mgK/ 174,27 mg K_2SO_4) *99/100= 195,46 mg K 5 mmol/l K

SOLUCIÓN NUTRITIVA 5

1416 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (40 mgCa/ 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 240 mg Ca 6 mmol/l Ca

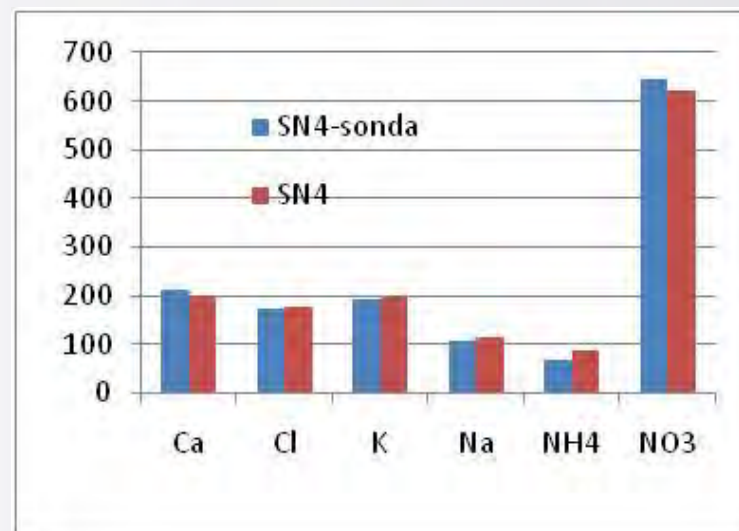
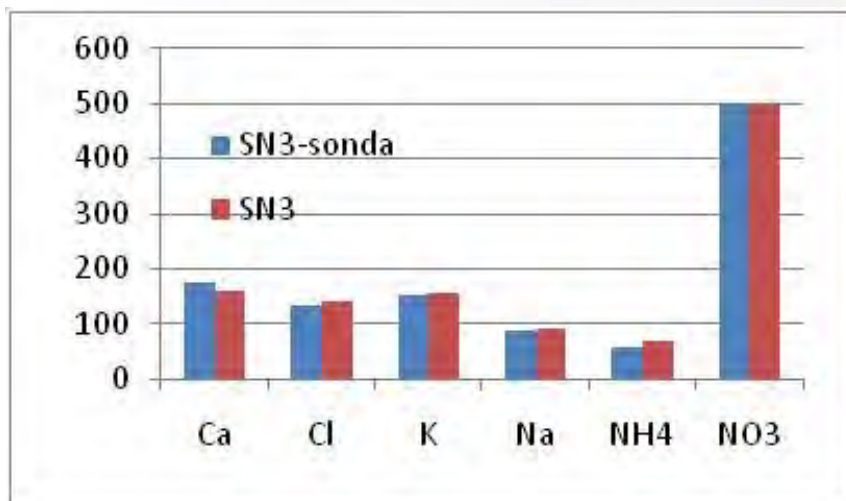
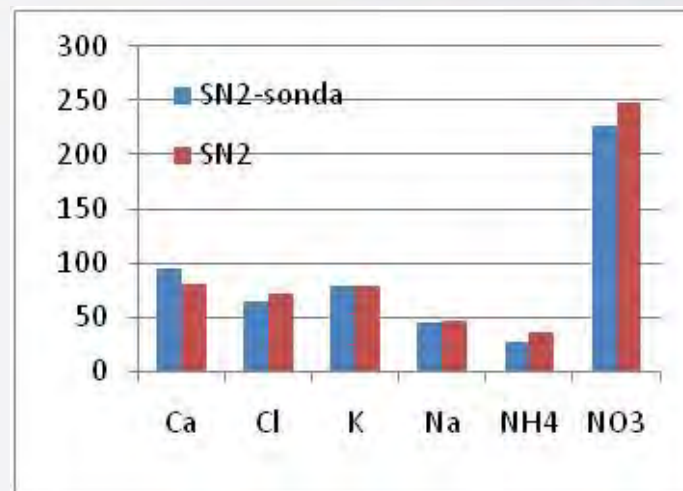
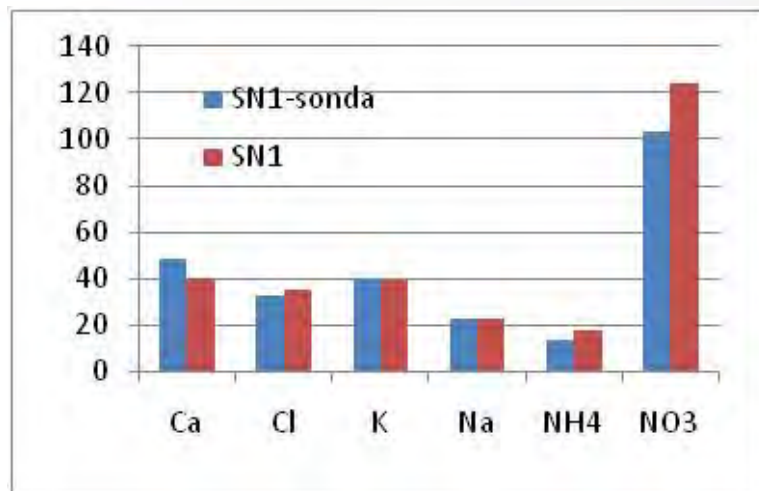
1416 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ x (124 mg NO_3^- / 236 mg $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) = 744 mg NO_3^- 6 mmol/l NO_3^-

397 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ x (36mg NH_4^+ / 132 mg $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) *97/100= 105,02 mg NH_4^+ 6 mmol/l NH_4^+

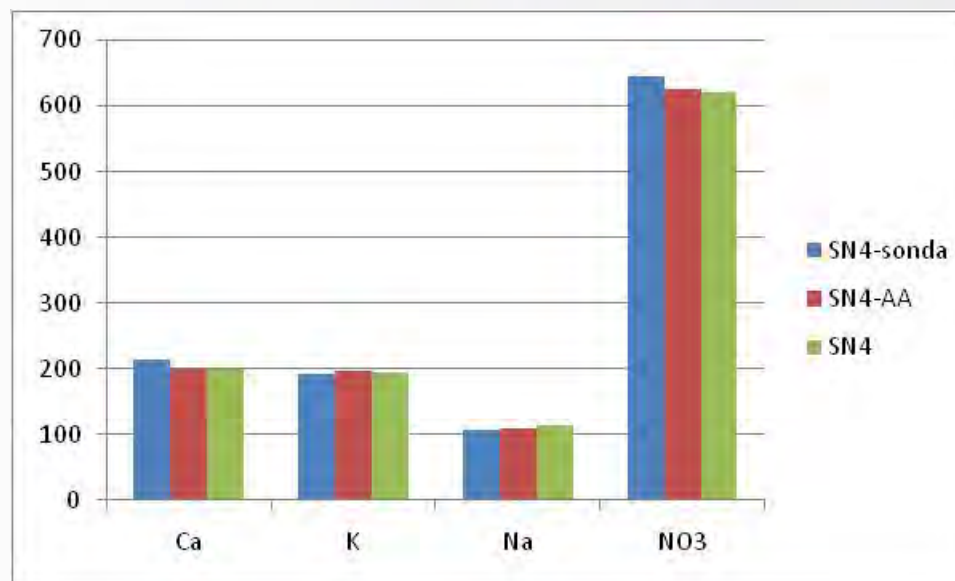
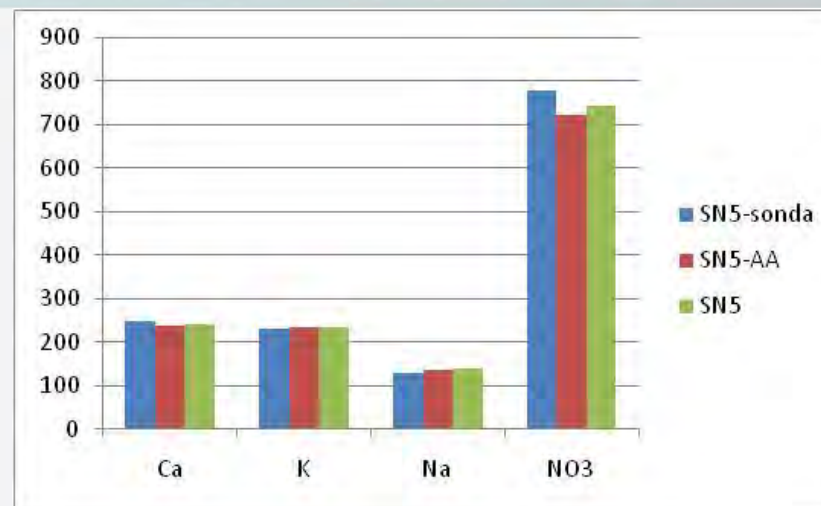
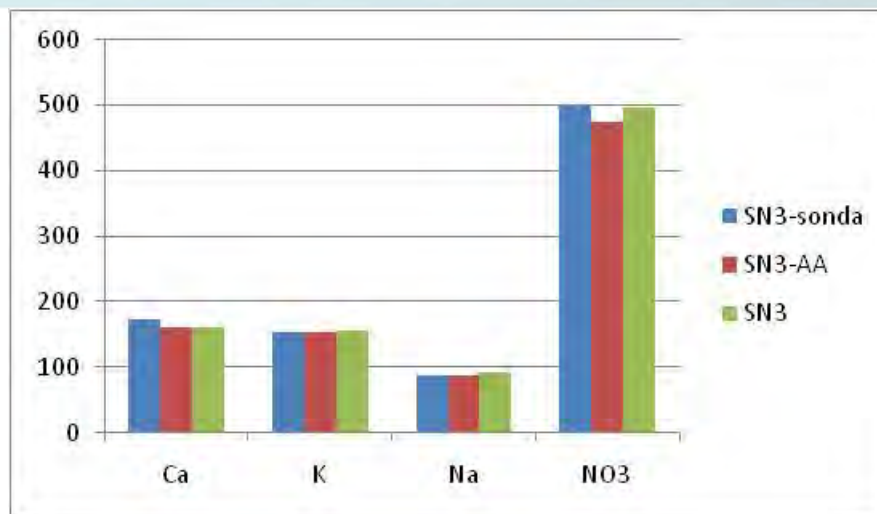
354 mg NaCl x (23 mgNa/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 137,92 mg Na + 6 mmol/l Na

354 mg NaCl x (35,5 mgCl/ 58,44 mg NaCl *99/100 = 212,89 mg Cl^- 6 mmol/l Cl^-

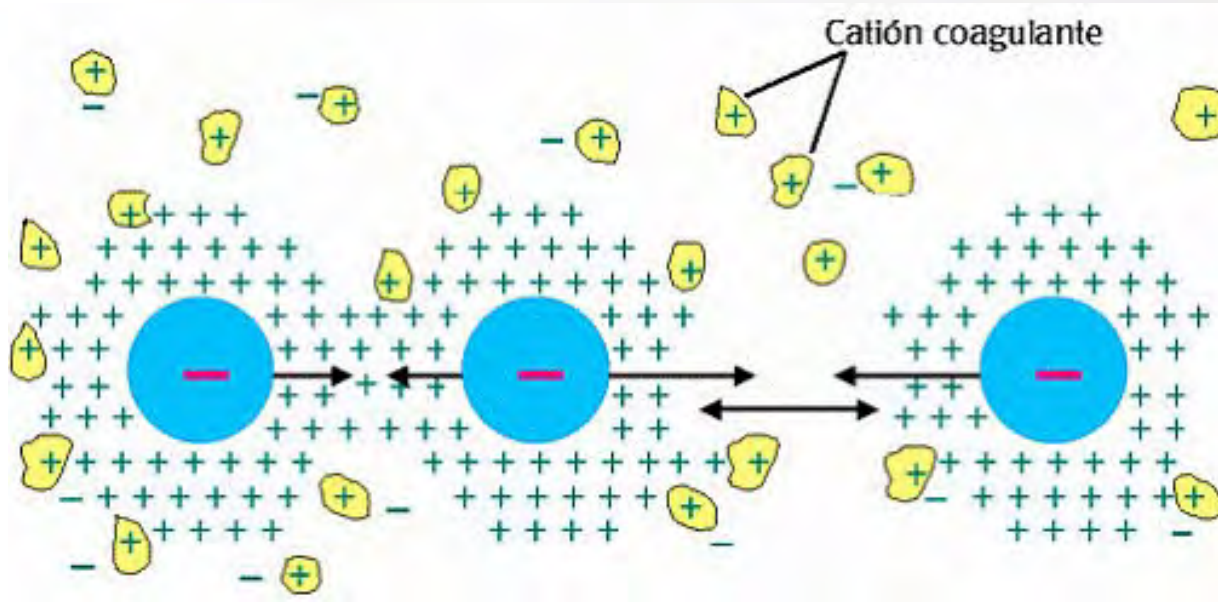
528 mg K_2SO_4 x (78,2mgK/ 174,27 mg K_2SO_4) *99/100= 234,55 mg K 6 mmol/l K



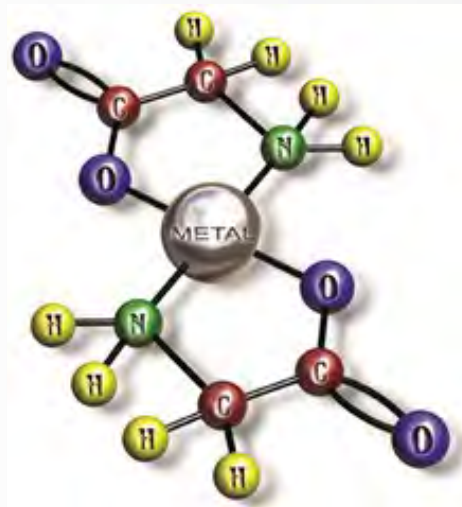
MEDIDAS DE VALIDACIÓN FRENTE A MÉTODOS NORMALIZADOS



ESTUDIO DEL EFECTO MATRIZ DE PARTICULAS ORGÁNICAS



Comportamiento coloidal

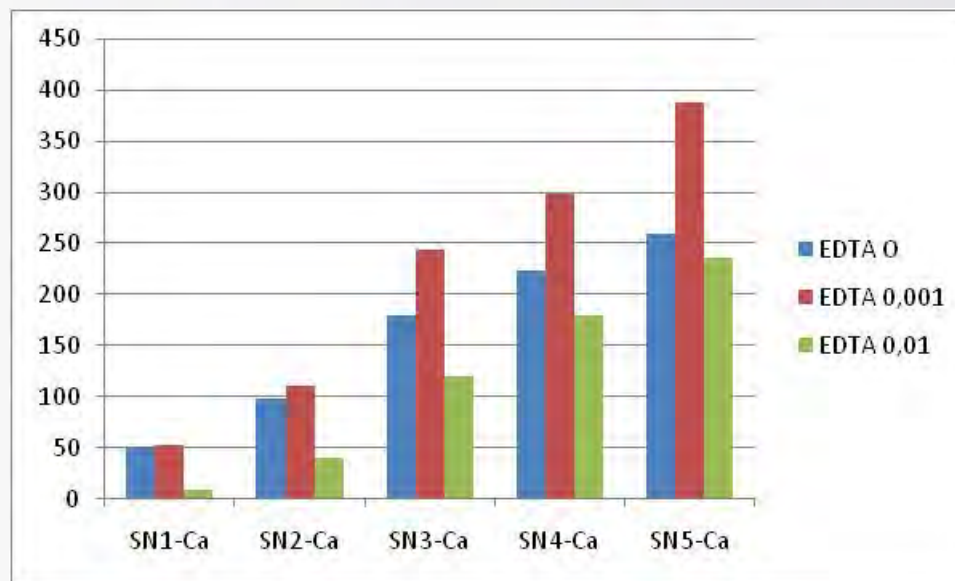


EDTA

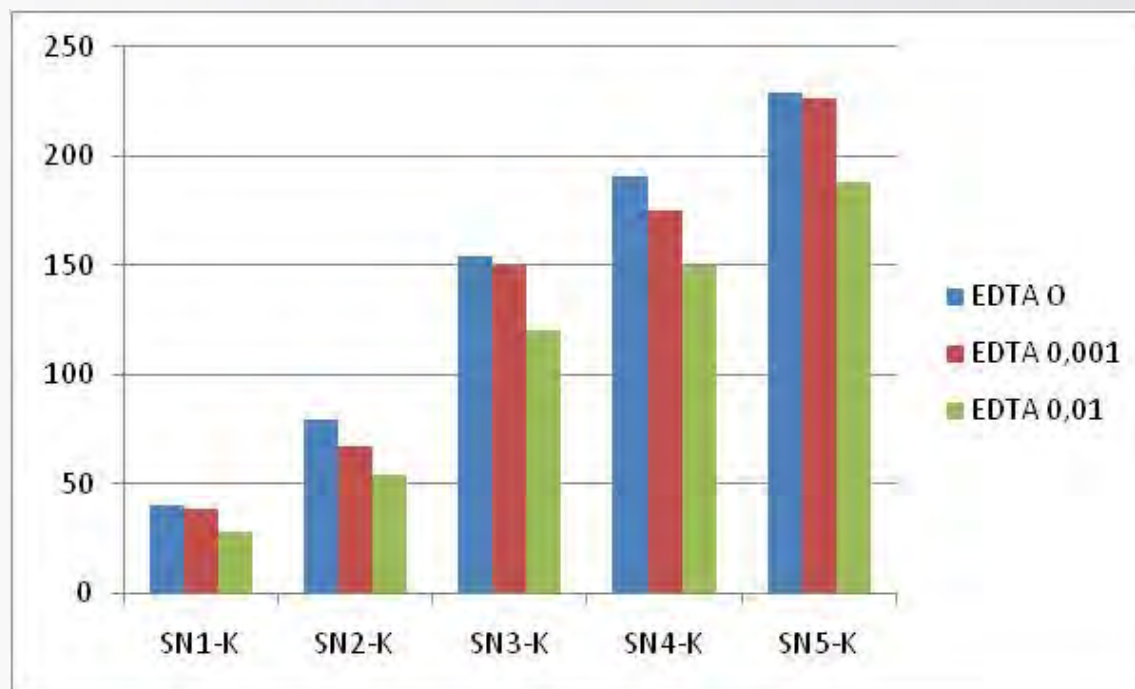
ESTUDIO DEL EFECTO MATRIZ DE PARTICULAS ORGÁNICAS

OBJETIVO Estudiar la variabilidad que provoca un incremento sucesivo de concentración de EDTA frente a un disoluciones de concentración conocida.

	EDTA 0	EDTA 0,001	EDTA 0,01
SN1-Ca	51,6	52,00	9,36
SN2-Ca	98,4	110,40	39,68
SN3-Ca	179,6	244,40	119,20
SN4-Ca	222,8	298,80	180,00
SN5-Ca	259,6	388,40	235,60



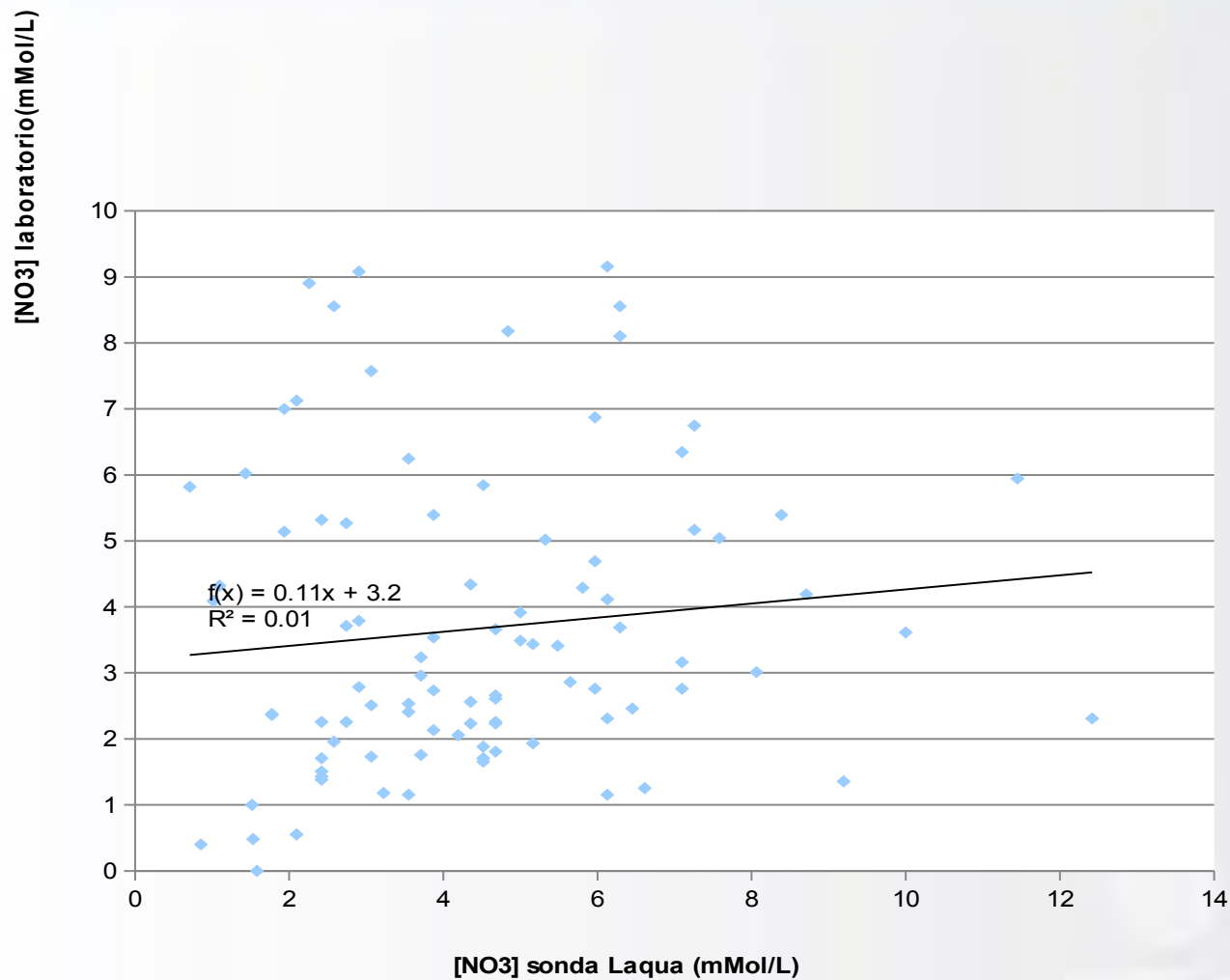
	EDTA O	EDTA 0,001	EDTA 0,01
SN1-K	40,4	38,16	27,92
SN2-K	79,5	67,25	53,96
SN3-K	154	149,75	120,43
SN4-K	191	174,78	149,36
SN5-K	229	226,00	187,68



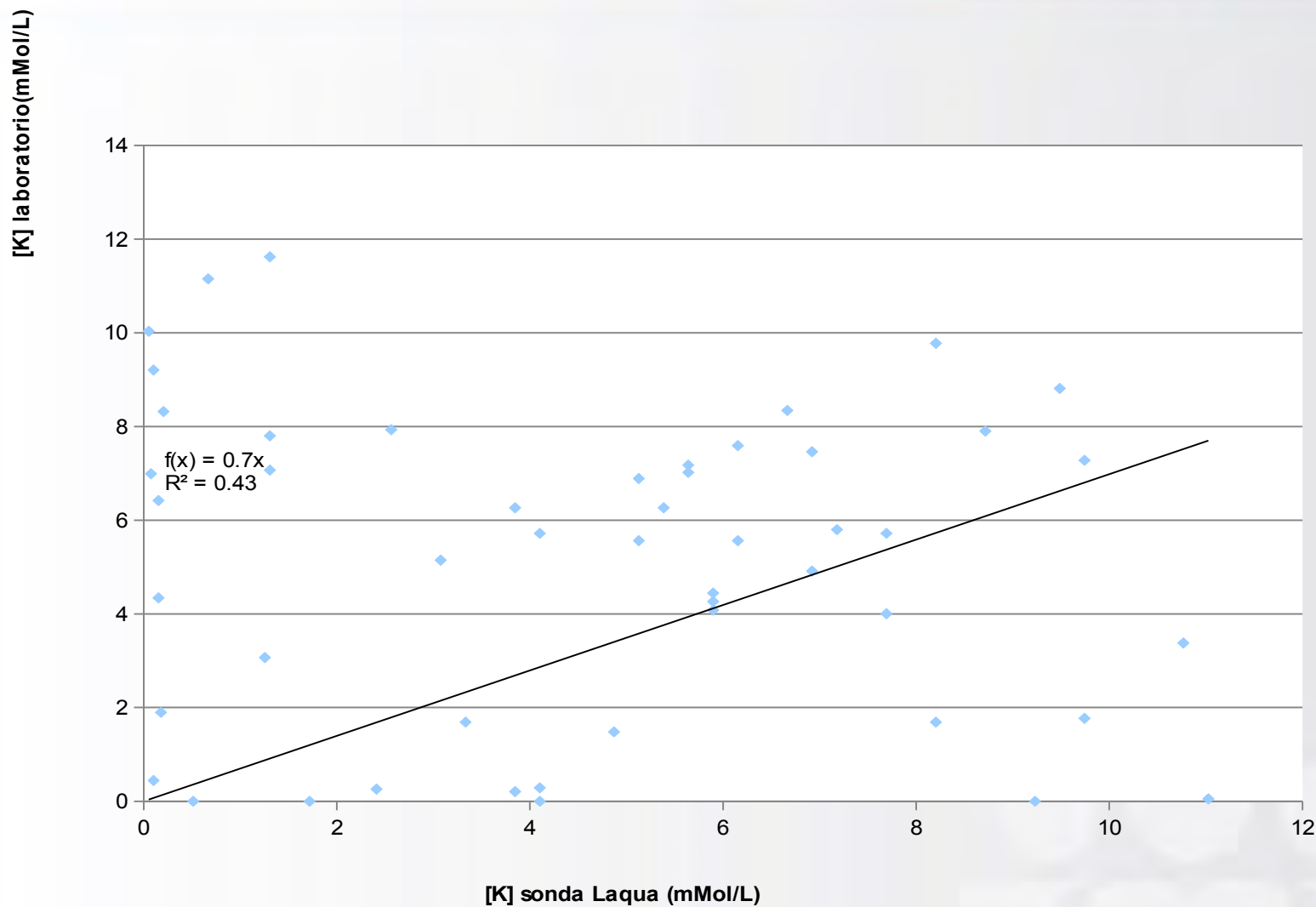
ANÁLISIS DE SAVIA EN CAMPO: DETERMINACIONES



CALIBRACIONES SONDA LAQUA TWIN vs LAB



CALIBRACIONES Sonda LAQUA TWIN vs LAB





Muchas Gracias