



Parque Agrario
de Fuenlabrada



Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada

II Sesión: Cálculo de abonado

Impartido por JOAQUÍN CÁMARA

Fuenlabrada, 17 Octubre 2014

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

I Sesión: 29 de Enero de 2014

Introducción a los suelos del Parque Agrario de Fuenlabrada

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado



Parque Agrario
de Fuenlabrada

Introducción

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

I Sesión: 29 de Enero de 2014

Introducción a los suelos del Parque Agrario de Fuenlabrada



Palexeralf últico



Palexeralf cálcico



Introducción

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

I Sesión: 29 de Enero de 2014

Introducción a los suelos del Parque Agrario de Fuenlabrada

Abreviaturas empleadas

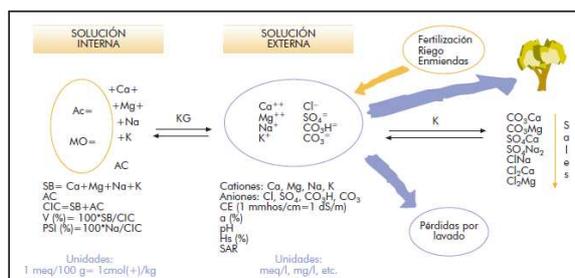
Horiz.	Horizonte del suelo	PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
Prof. (cm)	Profundidad del horizonte en cm	PKI	Porcentaje de potasio intercambiable
MO %	Contenido de materia orgánica respecto al peso del suelo	V	Porcentaje de saturación de bases $\frac{100 \cdot (SB/CIC)}{100}$
N %	Contenido de nitrógeno respecto al peso del suelo	da	Densidad aparente del suelo g/cm ³ = ton/m ³
C/N	Relación carbono nitrógeno	W _{cc} %	Humedad de saturación %
P (ppm)	Contenido de fósforo en ppm = mg $\frac{ppm}{1000}$ /kg suelo	W _{ph} %	Humedad de saturación %
K (ppm)	Contenido de potasio en ppm = mg $\frac{ppm}{1000}$ /kg suelo	AFD %	Calcio en la solución del suelo en meq/l
CE (1:5)	Conductividad eléctrica del suelo en dS/m	Poros. %	Magnesio en la solución del suelo en meq/l
pH (1:2,5)	Índice de alcalinidad-acidez	AFD/m ²	Sodio en la solución del suelo en meq/l
EG %	Porcentaje de elementos gruesos (D > 2mm)	Hs	Humedad de saturación %
Arena %	Contenido de arena respecto al peso de la tierra fina	HCO ₃ ⁻	Concentración de bicarbonatos en meq/l
Limo %	Contenido de limo respecto al peso de la tierra fina	NO ₃ ⁻	Concentración de nitratos en meq/l
Arcilla %	Contenido de arcilla respecto al peso de la tierra fina	SO ₄ ²⁻	Concentración de sulfatos en meq/l
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico en cmol(+) /kg	PO ₄ ³⁻	Concentración de fosfatos en meq/l
Ca	Calcio de cambio en cmol(+) /kg	Cl ⁻	Concentración de cloruros en meq/l
Mg	Magnesio de cambio en cmol(+) /kg	ΣAniones	Suma de cargas negativas en meq/l
Na	Sodio de cambio en cmol(+) /kg	Ca ²⁺	Concentración de calcio en la solución del suelo en meq/l
K	Potasio de cambio en cmol(+) /kg	Mg ²⁺	Concentración de magnesio en la solución del suelo en meq/l
SB	Suma de bases de cambio en cmol(+) /kg	Na ⁺	Concentración de sodio en la solución del suelo en meq/l
CO ₃ ²⁻	Contenido de carbonato cálcico respecto al peso del suelo	K ⁺	Concentración de potasio en la solución del suelo en meq/l
PCI	Porcentaje de calcio intercambiable	ΣCationes	Suma de cargas positivas en meq/l
PMI	Porcentaje de magnesio intercambiable	SAR	Relación de absorción de sodio

Introducción

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

I Sesión: 29 de Enero de 2014

Introducción a los suelos del Parque Agrario de Fuenlabrada



Introducción

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

I Sesión: 29 de Enero de 2014

Introducción a los suelos del Parque Agrario de Fuenlabrada

	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
MO %	< 1	1 - 2	2 - 2,5	2,5 - 3,5	> 3,5
N %	< 0,05	0,05 - 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	> 3
C/N	< 6	6 - 9	9 - 11	11 - 15	> 15
pH	< 5,5	5,5 - 6,5	6,5 - 7,5	7,5 - 8,5	> 8,5
P	< 10	10 - 20	20 - 45	45 - 120	> 120
CIC	< 6	6 - 12	12 - 25	25 - 40	> 40
Ca	< 3,5	3,5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30
Mg	< 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 5,0	5,0 - 7,5	> 7,5
Na	-	-	< 2,0	2,0 - 4,5	> 4,5
K	< 0,15	0,15 - 0,6	0,6 - 1,2	> 1,2	-
K/Mg	-	< 0,5	0,5 - 1	> 1	-
Ca/Mg	-	< 1	1 - 10	> 10	-
PCI	< 25	25 - 40	40 - 70	> 70	-
PMI	< 10	-	10 - 20	20 - 30	> 30
PSI	-	< 0,5	0,5 - 5	5 - 15	> 15
PKI	< 2	-	2 - 12	-	> 12
V	< 35	35 - 50	50 - 70	70 - 90	> 90

Niveles de referencia



Introducción

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Macronutrientes

Nitrógeno (N): factor de crecimiento y desarrollo
 Fósforo (P): factor de precocidad
 Potasio (K): factor de calidad
 Azufre (S): componente de aminoácidos
 Calcio (Ca): necesario en la división y crecimiento celular
 Magnesio (Mg): forma parte de la clorofila

Micronutrientes

Hierro (Fe): interviene en la síntesis de clorofila
 Manganeseo (Mn): ligado al hierro en la formación de clorofila
 Zinc (Zn): fundamental en la formación de auxinas
 Cobre (Cu): participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de las proteínas
 Níquel (Ni): actúa en la ureasa
 Boro (B): interviene en el transporte de azúcares
 Cloro (Cl): actividad ligada a la fotosíntesis



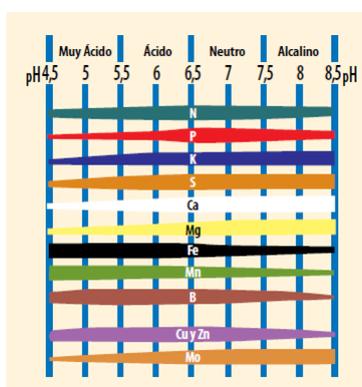
Nutrientes

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Disponibilidad de nutrientes en función del pH del suelo



Fuente: E. Truog (1951)



Nutrientes

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Ley de la restitución

Al finalizar el ciclo de cultivo el suelo debería conservarse en las mismas condiciones en las que se encontraba al iniciarse.

Esto significa que deben reponerse los nutrientes extraídos por las cosechas, con objeto de que no se pierda fertilidad tras las sucesivas campañas.



Principios generales de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Ley del Mínimo (Von Liebig, 1840)

El rendimiento de la cosecha está determinado por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad.

Un exceso de cualquier otro nutriente no puede compensar la deficiencia del elemento nutritivo limitante.



Fuente: Fertiberia (2005)



Principios generales de la Fertilización

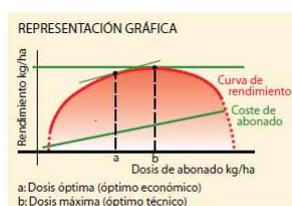
Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Ley de los rendimientos decrecientes (Mistcherlich, 1840)

A medida que se aumentan las dosis de un elemento fertilizante disminuye el incremento de cosecha que se consigue por cada unidad fertilizante suministrada, hasta llegar un momento en que los rendimientos no sólo no aumentan sino que disminuyen.



Fuente: Fertiberia (2005)



Principios generales de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Ley de la restitución

		Acelgas (100 gramos)	Repollo (100 gramos)	Lombarda (100 gramos)	Apio (100 gramos)
Agua	H ₂ O (gramos)	92,7	91,9	91,1	92,9
Nitrógeno	N (gramos)	0,3	0,3	0,2	0,1
Fósforo	P (miligramos)	46	31,7	34,1	30,1
Potasio	K (miligramos)	379	249	292	318
Calcio	Ca (miligramos)	51	33,7	44,5	56,7
Magnesio	Mg (miligramos)	81	9	14	8
Sodio	Na (miligramos)	213	6	10	62

Contenido total de nutrientes en distintas hortalizas.
Datos obtenidos del National Food Institute - Technical University of Denmark
(http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp)



Ejemplo práctico de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

	Producción comercial (t/ha)	Absorción de N		N en residuos de cosecha ⁽³⁾ (kg/ha)
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	11-15	190-260	80-150 ⁽⁴⁾
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



Ejemplo práctico de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

	Producción comercial t/ha	Absorción de P ₂ O ₅		P ₂ O ₅ en residuos de cosecha ⁽³⁾ (kg/ha)
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	3,5-5,3	60-90	40-80
Apio	70	1,4-1,9	100-130	25-40
Berenjena	60	1,5-2	90-120	30-50
Brócoli	17	4,7-5,9	80-100	50-70
Calabacín	25	1,3-1,6	30-40	5-15
Cebolla	65	0,9-1,5	60-100	3-6
Col	50	1,3-1,5	65-75	20-30
Col china	65	1,1-1,4	70-90	25-40
Coliflor	30	2,3-3	70-90	40-60
Espinaca	25	1,5-1,8	38-45	8-15
Guisantes	4	10-15	40-60	15-25
Judías verdes	14	2,9-4,3	40-60	25-35
Lechuga	35	0,8-1,4	30-50	5-8
Melón	35	1,4-2,6	50-60	15-20
Pepino	30	1,2-1,5	35-45	10-20
Pimiento	60	1,2-1,7	70-100	35-60
Puerro	30	1,5-2	45-60	5-10
Rábano	25	1,2-1,6	30-40	3-5
Sandía	50	1-1,3	50-60	10-20
Tomate	60	1,1-1,5	60-90	20-55
Zanahoria	65	1,1-1,3	70-85	20-40



Ejemplo práctico de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

	Producción comercial (t/ha)	Absorción de K ₂ O		K ₂ O en residuos de cosecha ^(B) (kg/ha)
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	22-24	370-420	150-300
Apio	70	5,5-8,5	380-600	130-170
Berenjena	60	5,4-6,7	320-400	180-220
Brócoli	17	22-27	370-450	250-290
Calabacín	25	4,5-6,4	110-160	20-40
Cebolla	65	3-3,8	200-250	5-15
Col	50	5,8-6,4	290-320	110-130
Col china	65	3,5-5,6	230-360	150-180
Coliflor	30	10-12	300-360	160-180
Espinaca	25	7,2-8,8	180-220	50-60
Guisantes	4	22-35	90-140	80-100
Judías verdes	14	12-16	170-220	60-80
Lechuga	35	4,6-6	160-210	25-35
Melón	35	7,1-9,4	250-330	80-100
Pepino	30	3-4	90-120	30-50
Pimiento	60	5,5-6	330-360	180-220
Puerro	30	4,4-6,7	130-200	10-30
Rábano	25	3,6-4,5	90-110	10-20
Sandía	50	2,8-3,7	140-190	30-50
Tomate	60	5-5,5	300-330	80-120
Zanahoria	65	4,6-7	300-450	140-170



Ejemplo práctico de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Extracción de nutrientes según producción esperada

		Producción de acelga esperada			
		30 ton	40 ton	50 ton	60 ton
Nitrógeno	N (kg/ha)	90	120	150	180
Fósforo	P (kg/ha)	13,8	18,4	23	27,6
Potasio	K (kg/ha)	113,7	151,6	189,5	227,4
Calcio	Ca (kg/ha)	15,3	20,4	25,5	30,6
Magnesio	Mg (kg/ha)	24,3	32,4	40,5	48,6
Sodio	Na (kg/ha)	63,9	85,2	106,5	127,8



Ejemplo práctico de la Fertilización

Taller sobre manejo de suelos en agricultura integrada: II Sesión

II Sesión: 17 de Octubre de 2014

Necesidades nutricionales y cálculo de la dosis de abonado

Cálculo de la necesidad de abonado

[Necesidad de abonado de X] = Extracción real - Aporte en riego - Aporte en estiércol



Ejemplo práctico de la Fertilización