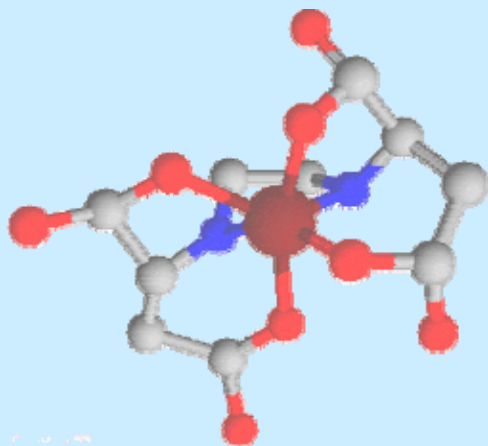


La Química y la Agricultura



Juan J. Lucena
Departamento de Química Agrícola



Experts Committee on Fertilizers



*Convenor of WG7 "Micronutrient Analysis" of CEN
TC/260 "Fertilizers and liming materials".*

La Química y Agricultura



Introducción

Química Agrícola

Química del suelo

Química de los fertilizantes





La sociedad entiende como negativo la química en relación a los alimentos:

“Este vino tiene mucha química”

“Los tomates con química no tienen sabor”

“La agricultura biológica es buena porque no tiene química”

Sin embargo: ¿qué tomate elegirías?



...y más aún si se trata de fertilizantes:



Informativostelecinco.com_SOCIEDAD

El 'Meow, Meow' entra en España

Desarticulada una red en Ibiza

31.08.10 | 13:16 h. INFORMATIVOS TELECINCO/AGENCIAS

Vota ★ ★ ★ ★ ★

Resultados ★ ★ ★ ★ ★ 0 votos

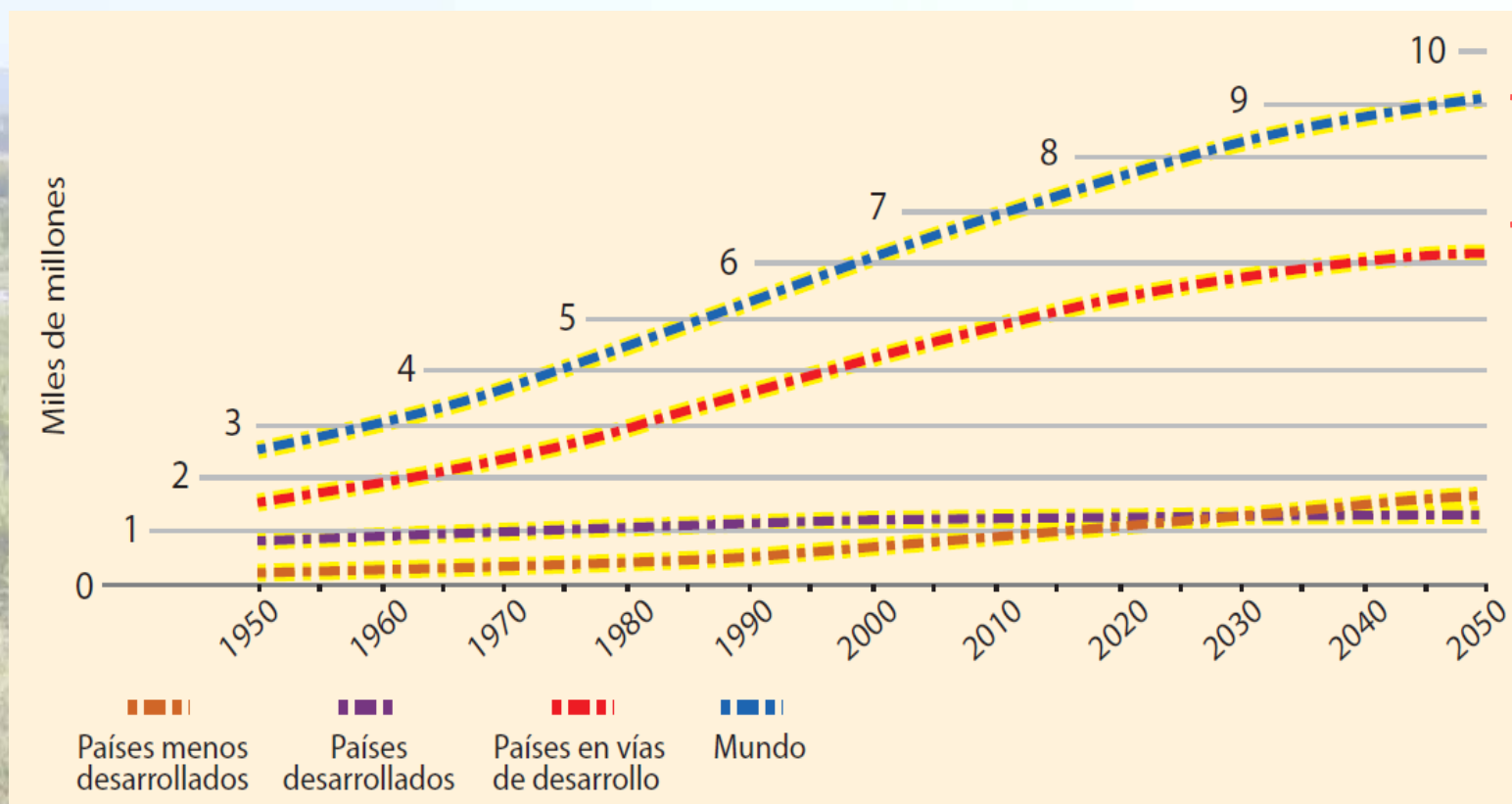
La Guardia Civil ha desmantelado la organización más activa dedicada al tráfico de drogas en las zonas de discotecas de Ibiza. Hay 25 detenidos, la mayoría británicos. Se les ha decomisado una nueva sustancia denominada M-CATS y conocida como 'Meow Meow', compuesta por un peligroso fertilizante agrícola mezclado con otras drogas. Esta sustancia, que se disuelve en la bebida, estuvo de moda en Inglaterra hace unos meses y varios jóvenes murieron por consumirla.

La organización, que era dirigida desde el Reino Unido,

Chaffey, Nigel (2010). "Plant Cuttings - When is a plant food not a plant food?". *Annals of Botany* 105 (6): v–viii. doi:10.1093/aob/mcq112.

Chaffey, N. (2010). "Plant Cuttings - Clarification". *Annals of Botany* 106: iii. doi:10.1093/aob/mcq194.

Evolución de la población mundial



Se necesitarán producciones agrícolas un 70% superiores a las actuales



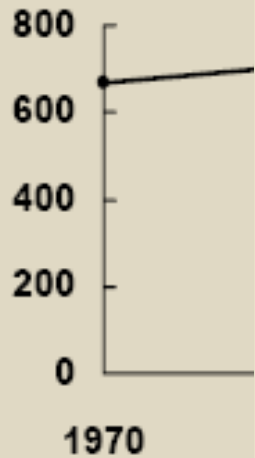
productividad

Control de la

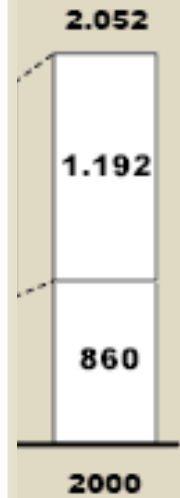
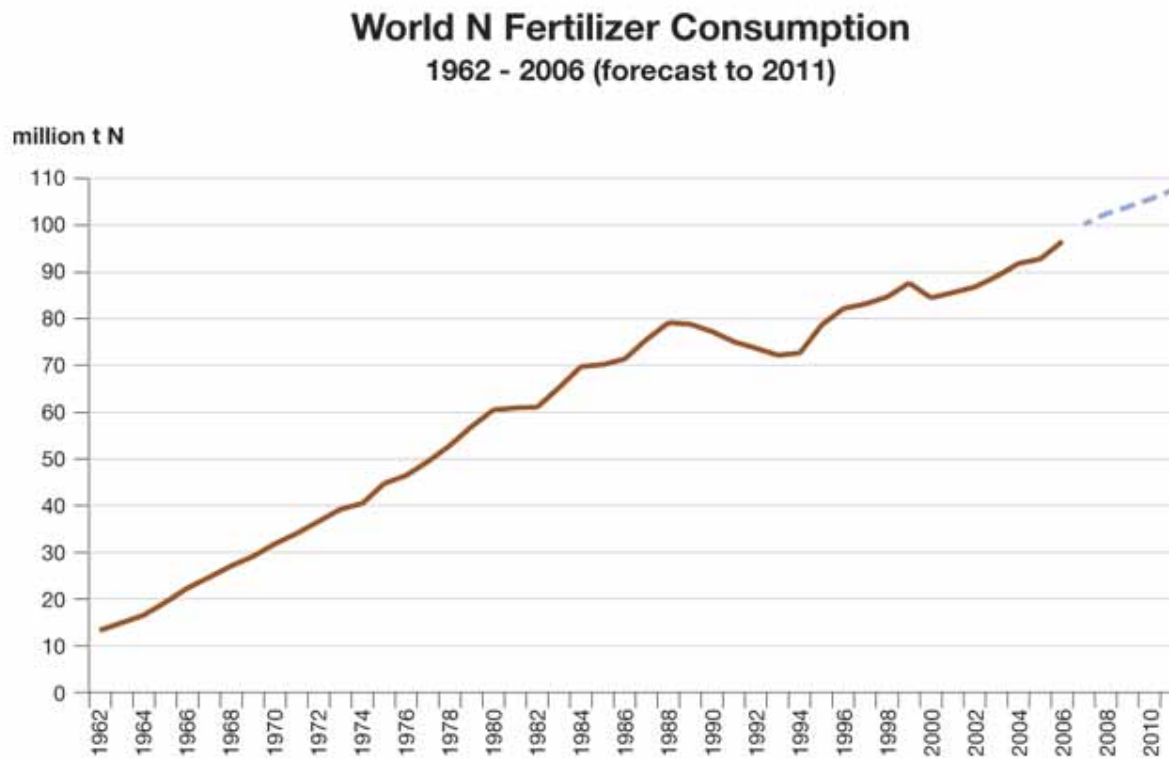
Población mundial vs. superficie agrícola por persona

Evolución de la superficie para cereales cultivada (Millones de hectáreas)

Evolución de la producción de cereales (Millones de Toneladas)



A pe
la



per capita



Fuentes del incremento de la producción de **maíz** debido a los cambios tecnológicos en los USA (Cardwell, 1982).

Práctica cultural

Contribución (%)

Ganancia genética

43

Fertilización nitrogenada

47

Otros aspectos: densidad de siembra, herbicidas, rotaciones, etc.

-22 a + 12





Fuentes del incremento de la producción de **trigo** debido a los cambios tecnológicos en México CIMMYT (Bell et al., 1995).

Práctica cultural

Contribución (%)

Ganancia genética

28

Fertilización nitrogenada

48

Otros aspectos: herbicidas, modo de cultivo, mecanización, P, mano de obra adiestrada, etc.

24





Calidad



Oct 2010

Los Avances de la Química y su Impacto en la Sociedad

Química Agrícola



- La Química Agrícola estudia los procesos químicos y bioquímicos relacionados con los **elementos esenciales** en el sistema suelo-planta y su incidencia en el **rendimiento, calidad y transformación** de los productos agrícolas. Así mismo comprende los **fertilizantes, la fertilización, los plaguicidas y su acción**.

(RSEQ, Grupo especializado de Química Agrícola)

- Ciencia aplicada: usa Q Inorgánica, Analítica, Q-Física, Q. Orgánica, Bioquímica, Fisiología, Edafología, Mineralogía, CyT Alimentos, Medioambiente....

Historia de la Química Agrícola



Inicio de la Agricultura:

Siria, hace 10.000 años (23.000 según Allaby, 2008)



Cereales y pastoreo

Uso de herramienta

Uso del agua

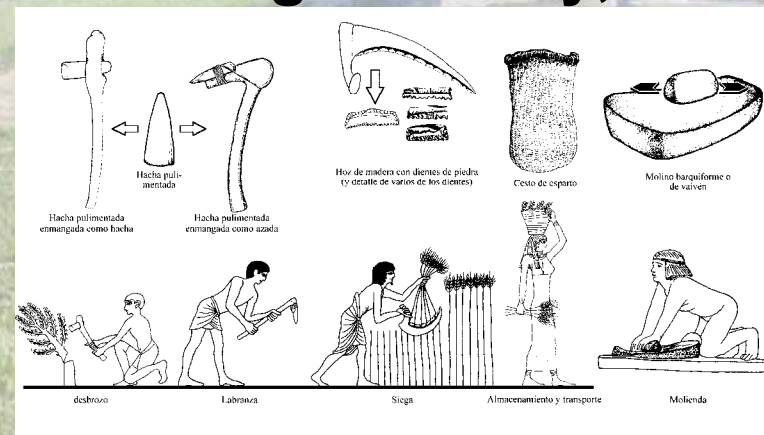
Agronomía

Selección artificial de plantas

Genética

Restos orgánicos y cenizas

Química



Historia de la Química Agrícola



Grecia y Roma:

El arado



Dèmeter, con cetro en la mano izquierda, entrega unas espigas, al joven Triptolemo. La diosa le ordena volar en su carro alado para dar a conocer a los hombres la **Agricultura** que ella les revela como uno de sus **grandes misterios**.

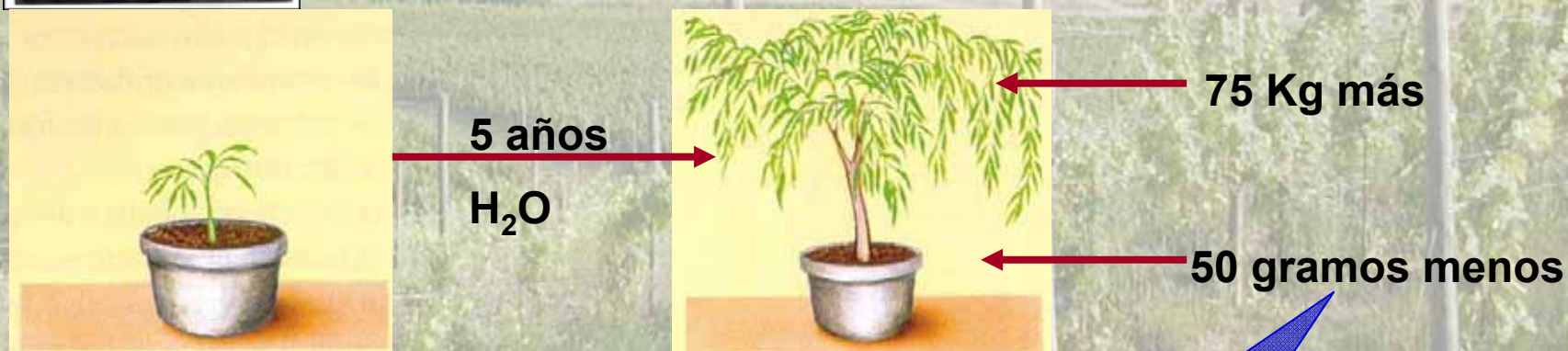
(Museo Metropolitano de Nueva York. Copia Romana del original griego 440-430 a.c)

Historia de la Química Agrícola



Van Helmont (1577-1644) realizó el primer experimento cuantitativo en nutrición mineral.

El agua como principal nutriente



¡¡ Lo despreció !!

Historia de la Química Agrícola



John Woodward (1665-1728) constata que el agua entra en las plantas arrastrando gran cantidad de sustancias minerales.

Stephen Hales (1677-1761) fue de los primeros en comprobar que el aire contribuía a la nutrición de la planta.

Theodore de Saussure (1787-1845) Descubrió que no todos los solutos eran absorbidos por la planta en la misma proporción.

Carl Sprenger (1787-1859) señala que el suelo puede ser improductivo debido a que presenta deficiencia en un elemento.

Historia

Liebig



Fe

R. 265:431

CARTA

SOBRE LA QUÍMICA

Y

SOBRE SUS APLICACIONES A LA INDUSTRIA,

Á LA FISIOLÓGIA Y Á LA AGRICULTURA.

Escritas en Aleman

POR EL DOCTOR JUSTO LIEBIG,

Profesor de Química en la Universidad de Giessen,
Sócio de las Academias de Stokolmo, de Dublin, de
Berlin, de San Petesburgo y de Londres, Caballero
de la Orden granducal de Hesse etc.

Traducidas del Francés al Castellano

POR

El Doctor D. José Villar y Macias.

PROFESOR DE FARMACIA EN ESTA CIUDAD, SOCIO CORRES-

PONSAL DE LA ACADEMIA DE MEDICINA Y CIRUGIA DE

CASTILLA LA VIEJA ETC.

SALAMANCA :

IMPRENTA DE JUAN JOSÉ MORAN,

1845.

54
L56



ntas
(1752-1828)

es)

Química Agrícola



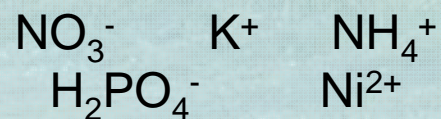
Agroquímicos:
Fertilizantes
Plaguicidas



Nutrientes:
Nutrición

Productos agrícolas:
Calidad
Transformación

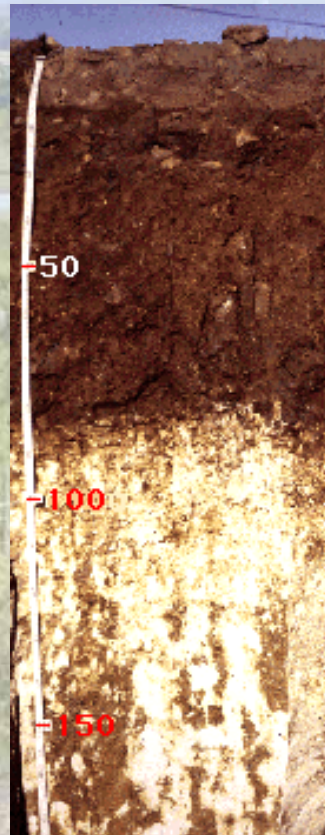
Nutrientes:
Química del suelo



Química del suelo



El suelo como material heterogéneo. Composición



Oct 2010

Los Avances de la Química y su Impacto en la Sociedad

17

Química del suelo



El suelo como un reactor químico (es la roca en su camino hacia el mar)

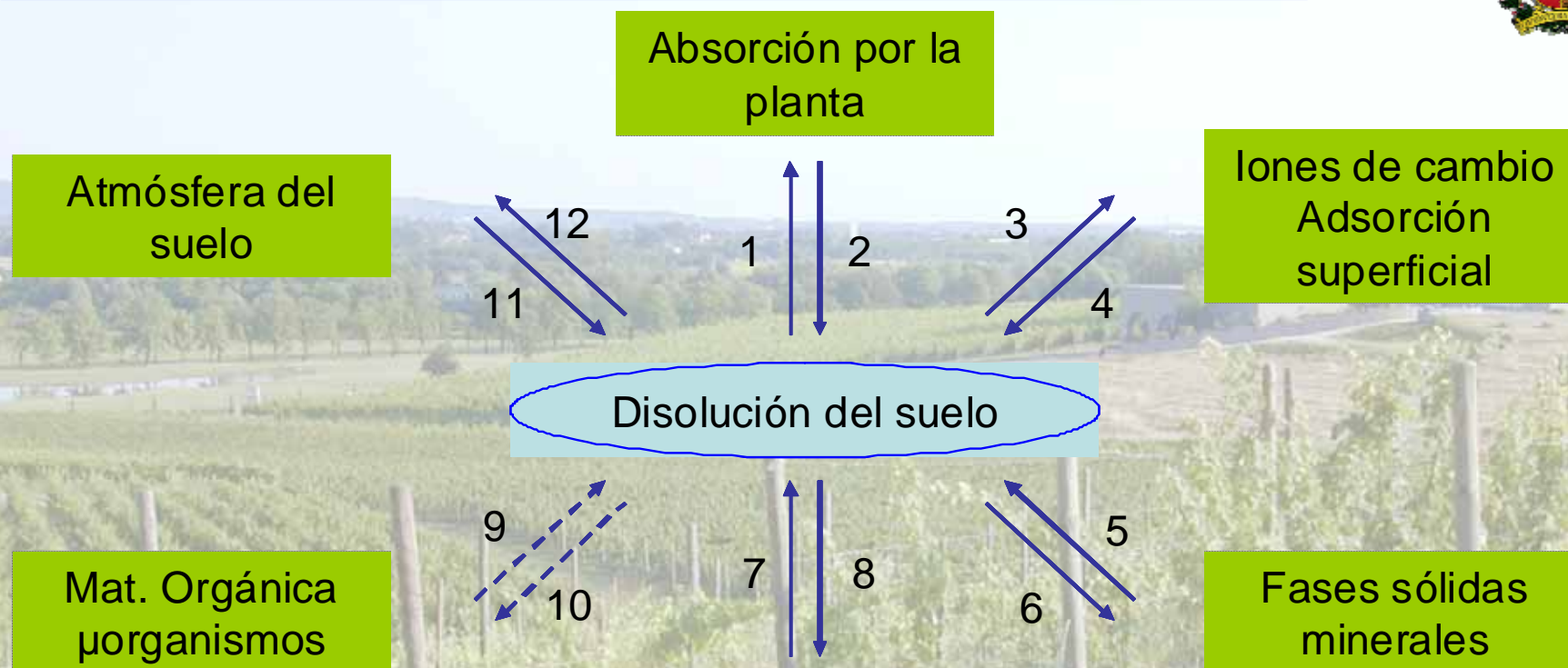
Reacciones en disolución: ácido-base, hidrólisis, redox, complejación

Reacciones sólido líquido: precipitación-disolución, adsorción

Reacciones gas-líquido: Disolución

Procesos microbiológicos y biológicos

Química del suelo



1: Absorción de nutrientes
2: Exudados radiculares

3 y 4: Adsorción-desorción

5 y 6: Disolución-precipitación

7 y 8: Entradas y salidas del sistema

Lixiviación,
evaporación
fertilizantes

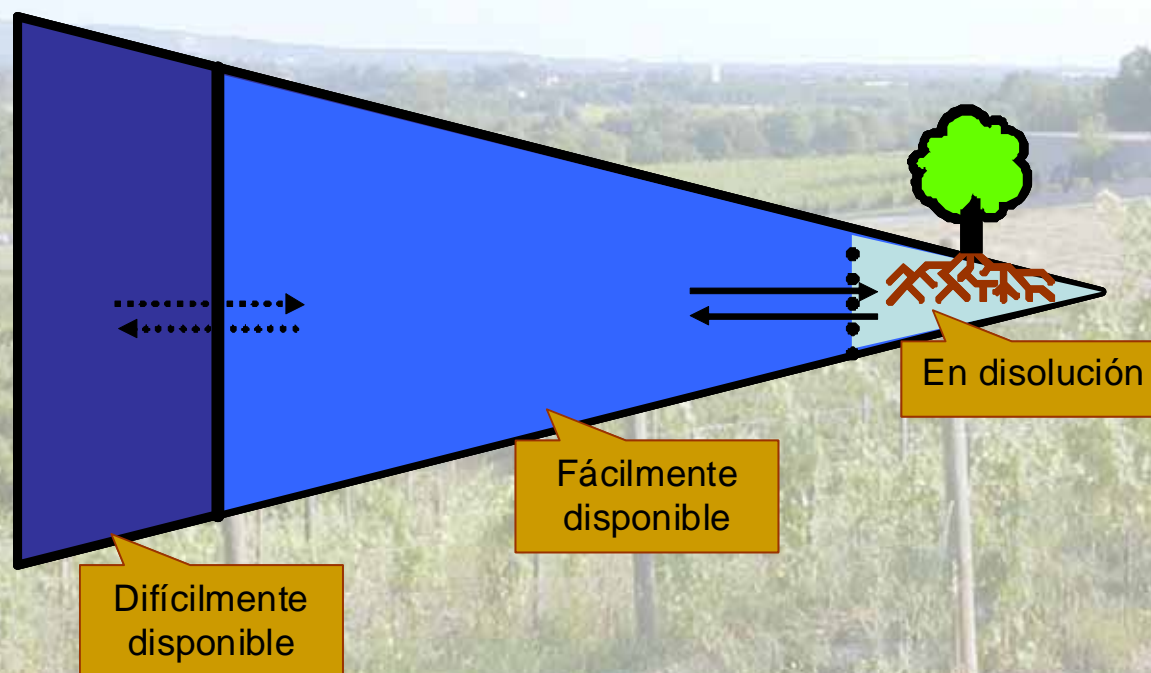
9: Mineralización
10: Inmovilización

11: Disolución de gases
12: liberación de gases

Química del suelo



La disponibilidad de los nutrientes en el suelo



Configuración electrónica

Formas Químicas

Reactividad

Química del suelo

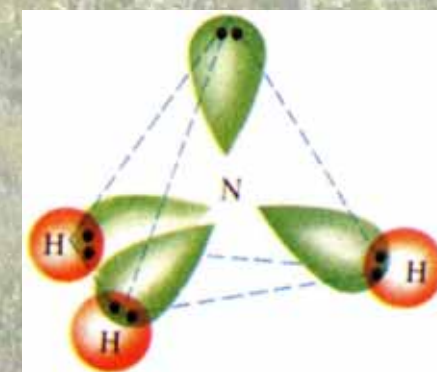
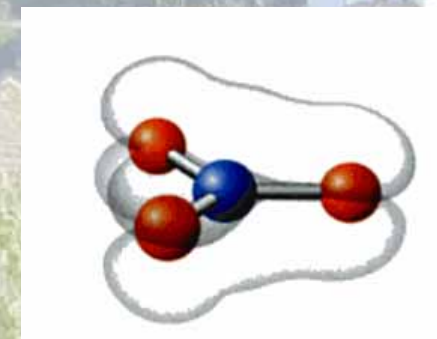


Ejemplo N: $1s^2 2s^2 2p^3$

Mokcur Tabla Periódica De Los Elementos

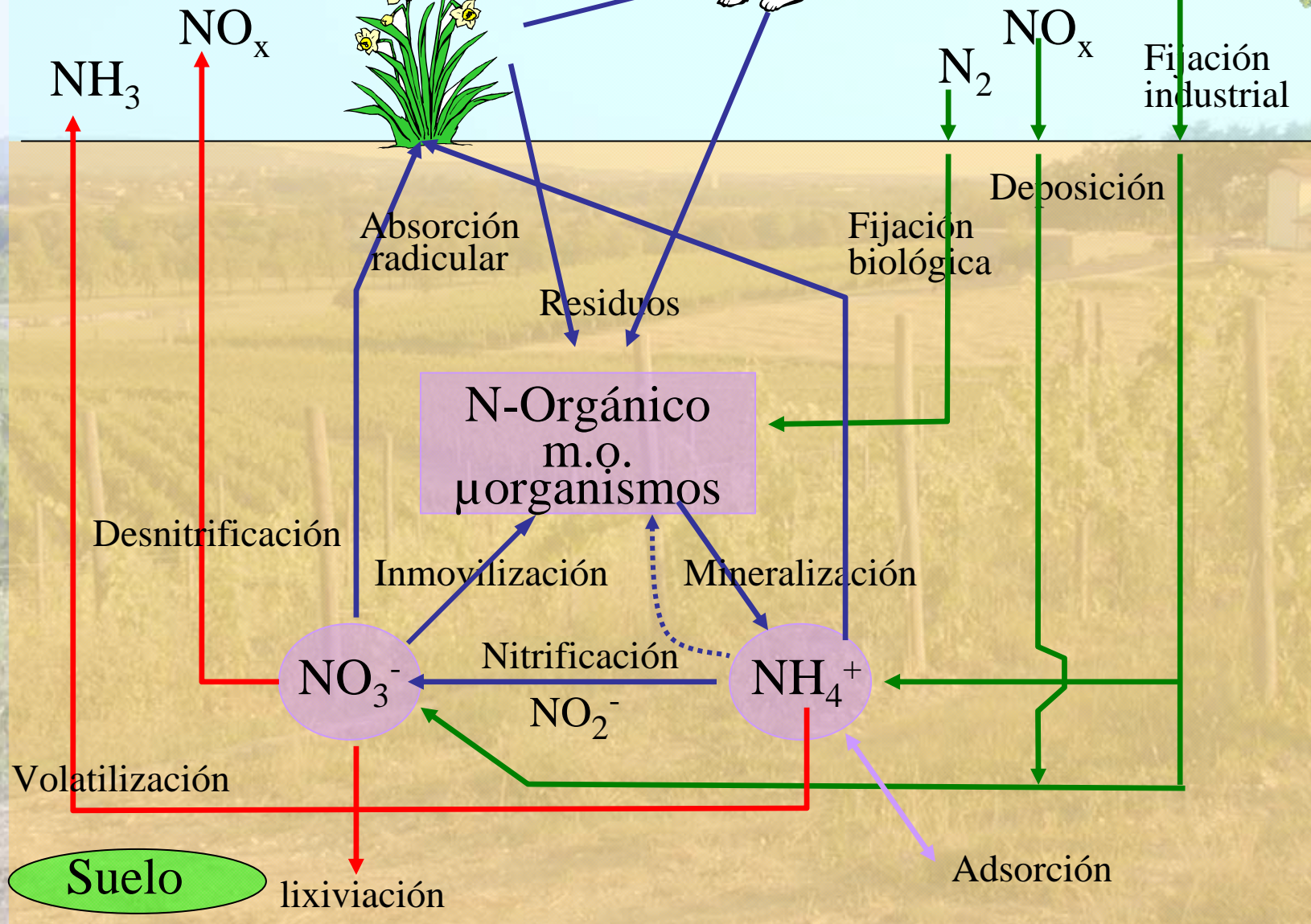
1	IA																	18	VIIA	He 2																		
1	H 1																	B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10															
2	Li 3	Be 4																	Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18														
3	Na 11	Mg 12																	K 19	Ca 20																	Br 35	Kr 36
4	K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36																				
5	Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54																				
6	Cs 55	Ba 56	La 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86																				
7	Fr 87	Ra 88	Ac 89	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Uun 110	Uu 111	Uu 112	Uuq 114	Uuh 116	Uub 118																							
6	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71																								
7	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103																								

Simtético Sólido Líquido Gas





Atmósfera



Química del suelo

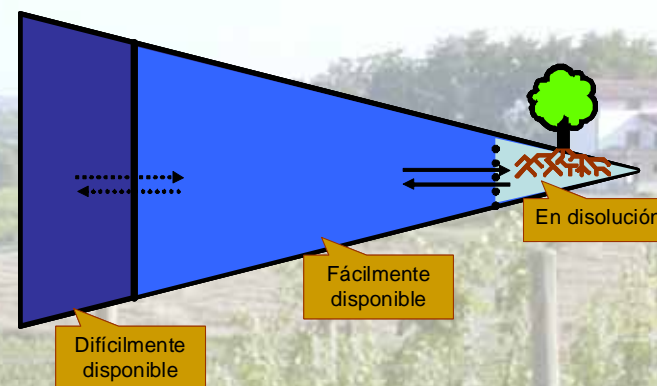


El análisis de suelo

Componentes del suelo

Reactividad del suelo

Disponibilidad de elementos



Oct 2010

Los Avances de la Química y su
Impacto en la Sociedad

23

Química del suelo



El cultivo sin suelo

Hidroponía

Cultivo con sustratos



**N, P, S, K, Ca, Mg, Fe,
Mn, Cu, Zn, Cl, B, Mo, Ni**

Diseño de disoluciones
nutritivas y sustratos



Oct 2010

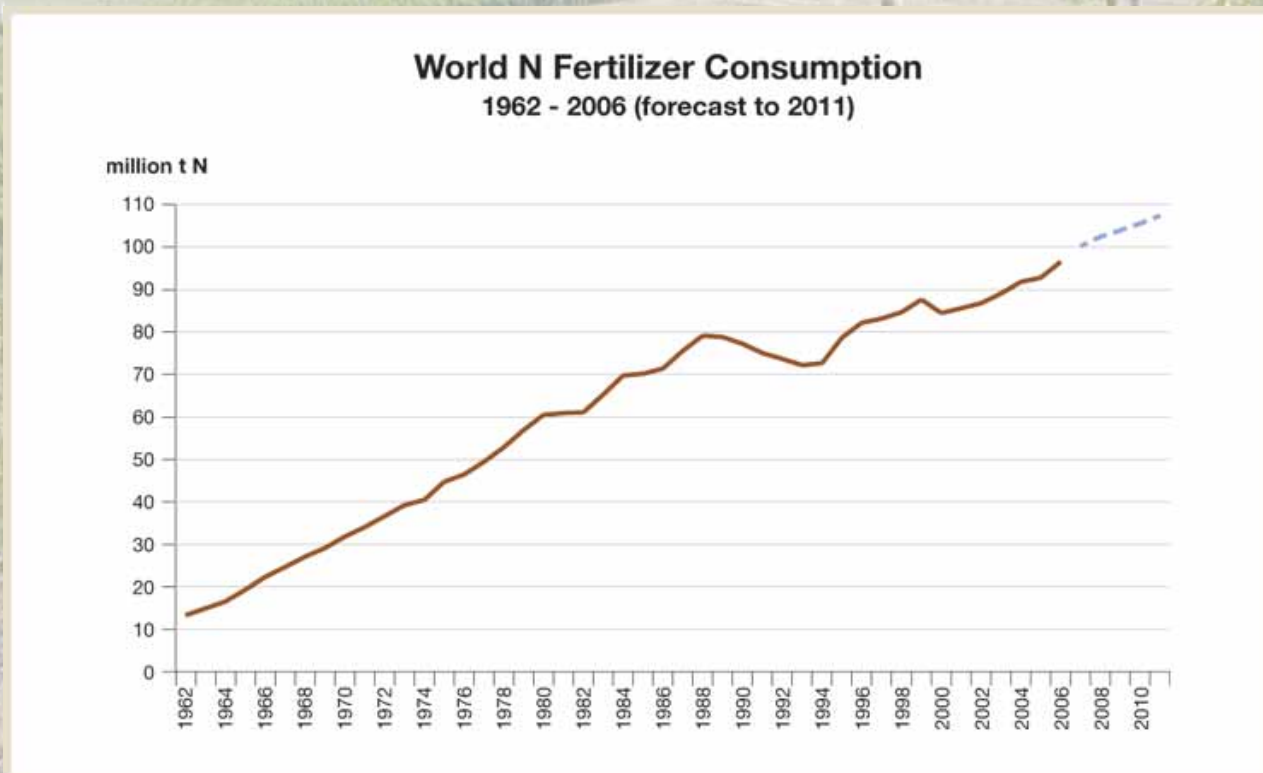
Los Avances de la Química y su
Impacto en la Sociedad

25

Química de los fertilizantes



Octubre 1908, **Fritz Haber** patentó ‘síntesis del **amoniaco** a partir de sus elementos’ (proceso de Haber-Bosch).



Oct 2010

Los Avances de la Química y su
Impacto en la Sociedad

26

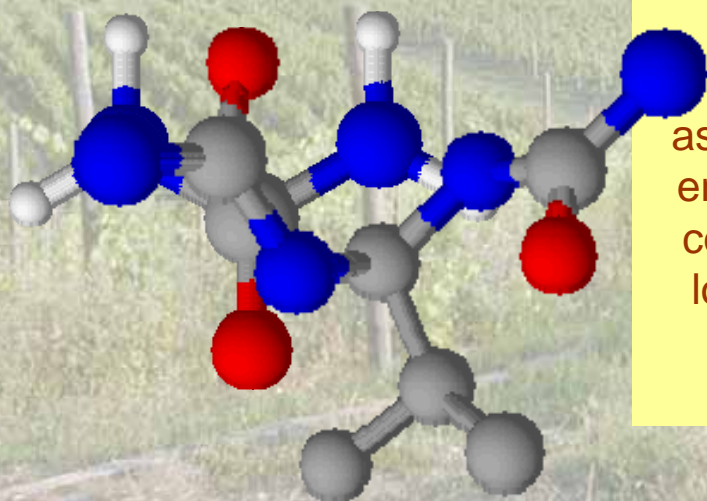
Química de los fertilizantes



Objetivos actuales:

- Proporcionar los nutrientes en el lugar y momento adecuado para un mejor aprovechamiento de la planta, menor gasto energético y reciclado de nutrientes.

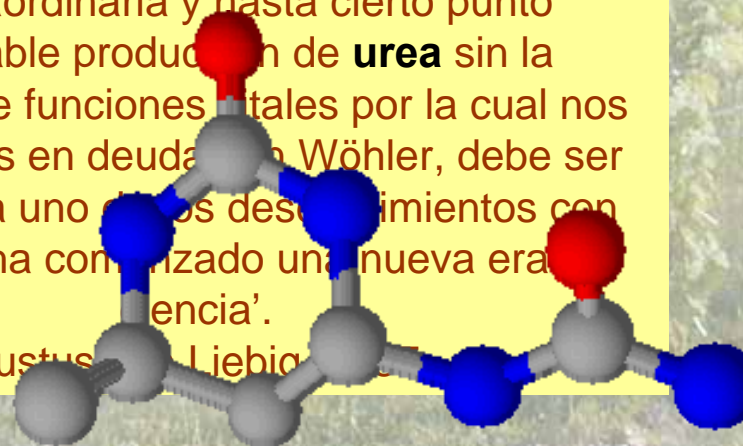
Ejemplo: Fertilizantes de liberación lenta



IBDU

‘La extraordinaria y hasta cierto punto inexplicable producción de **urea** sin la asistencia de funciones vitales por la cual nos encontramos en deuda con Wöhler, debe ser considerada uno de los descubrimientos con los cuales ha comenzado una nueva era en la ciencia’.

Justus Liebig



CDU

Química de los fertilizantes



Objetivos actuales:

- Complementar la nutrición de micronutrientes para plantas y la alimentación humana.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera a las deficiencias de zinc (5) e hierro (6) entre las 10 principales causas de muerte en países en vías de desarrollo.

Química de los fertilizantes



Ejemplo de investigación:
Fertilizantes de hierro.

1er paso: Definir el problema

1.A Observación



Oct 2010

Los Avances de la Química y su
Impacto en la Sociedad

29

Química de los fertilizantes



1.B Análisis químico

Planta:

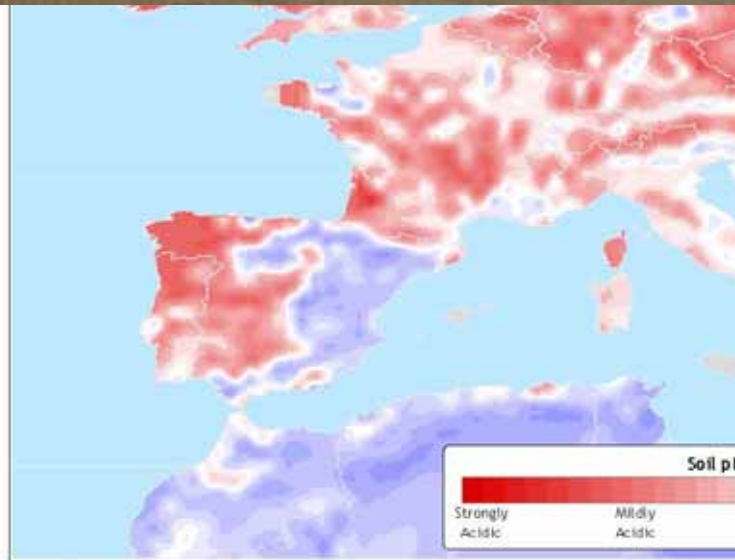
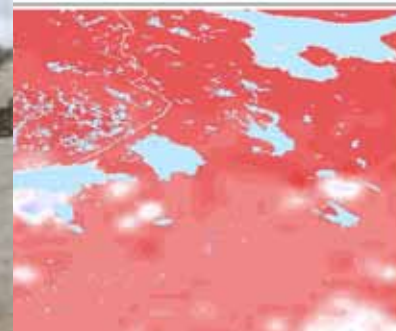
Tiene poco hierro, los procesos enzimáticos dependientes del Fe no funcionan, los metabolitos que generan no se producen.

Suelo:

El hierro es muy abundante, sin embargo hay muy poco hierro disponible.

El pH es elevado (8.5) y existe gran cantidad de CaCO_3 .





Data taken from: IGBP-DIS Global Soils Dataset (1998)



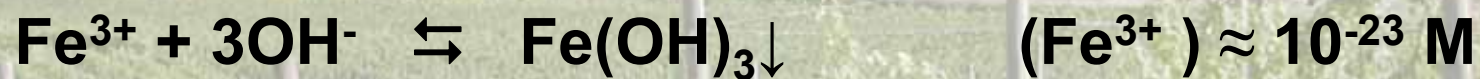
Center for Sustainability and the Global Environment
University of Wisconsin - Madison

Química de los fertilizantes



2º paso: Interpretar las observaciones

El CaCO_3 tampona el pH del suelo alrededor de 8,5
El Fe es muy insoluble a pH 8.5.



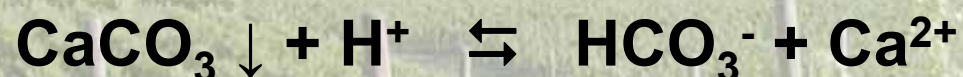
La planta no tiene suficiente Fe **disponible** para su alimentación.

Química de los fertilizantes



3er paso: Búsqueda de soluciones

Disminuir el pH del suelo. Adición de ácidos (H_2SO_4)



No es buena solución

Aplicar sales de Fe^{3+}



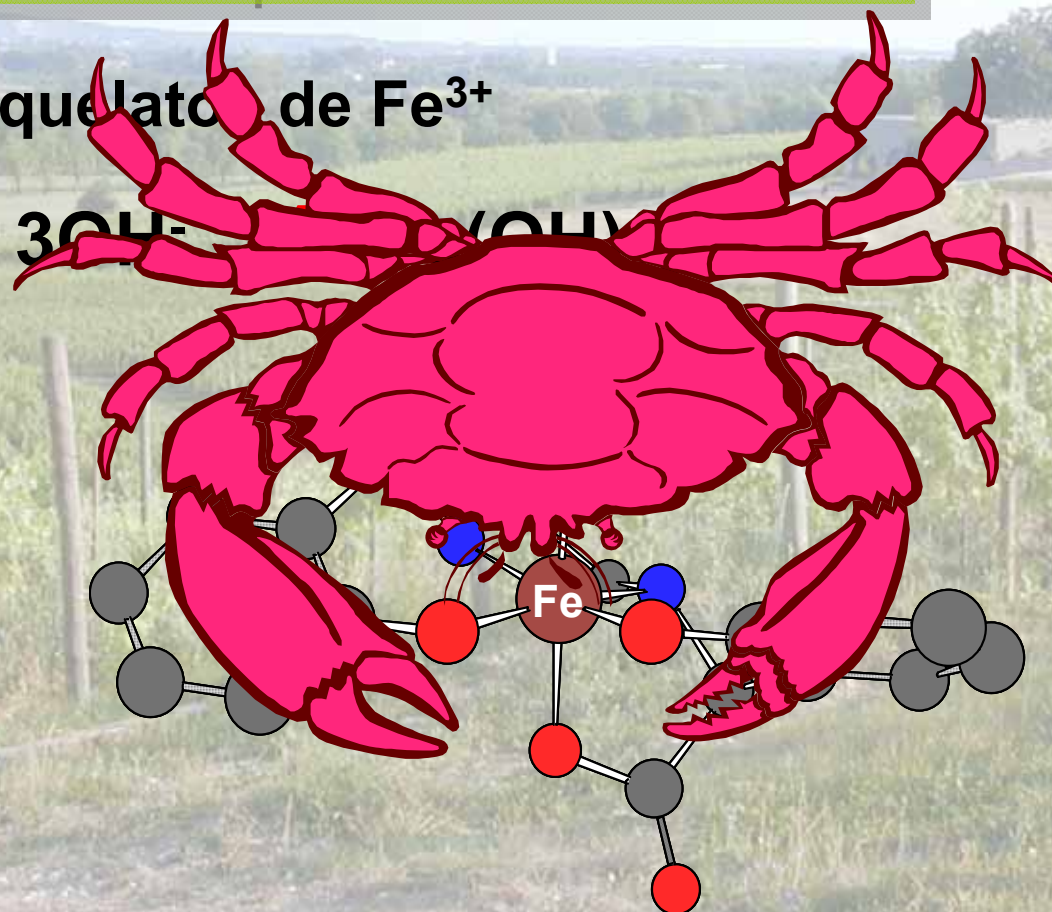
No sirve de nada

Química de los fertilizantes



3er paso: Búsqueda de soluciones

Aplicar quelato de Fe^{3+}

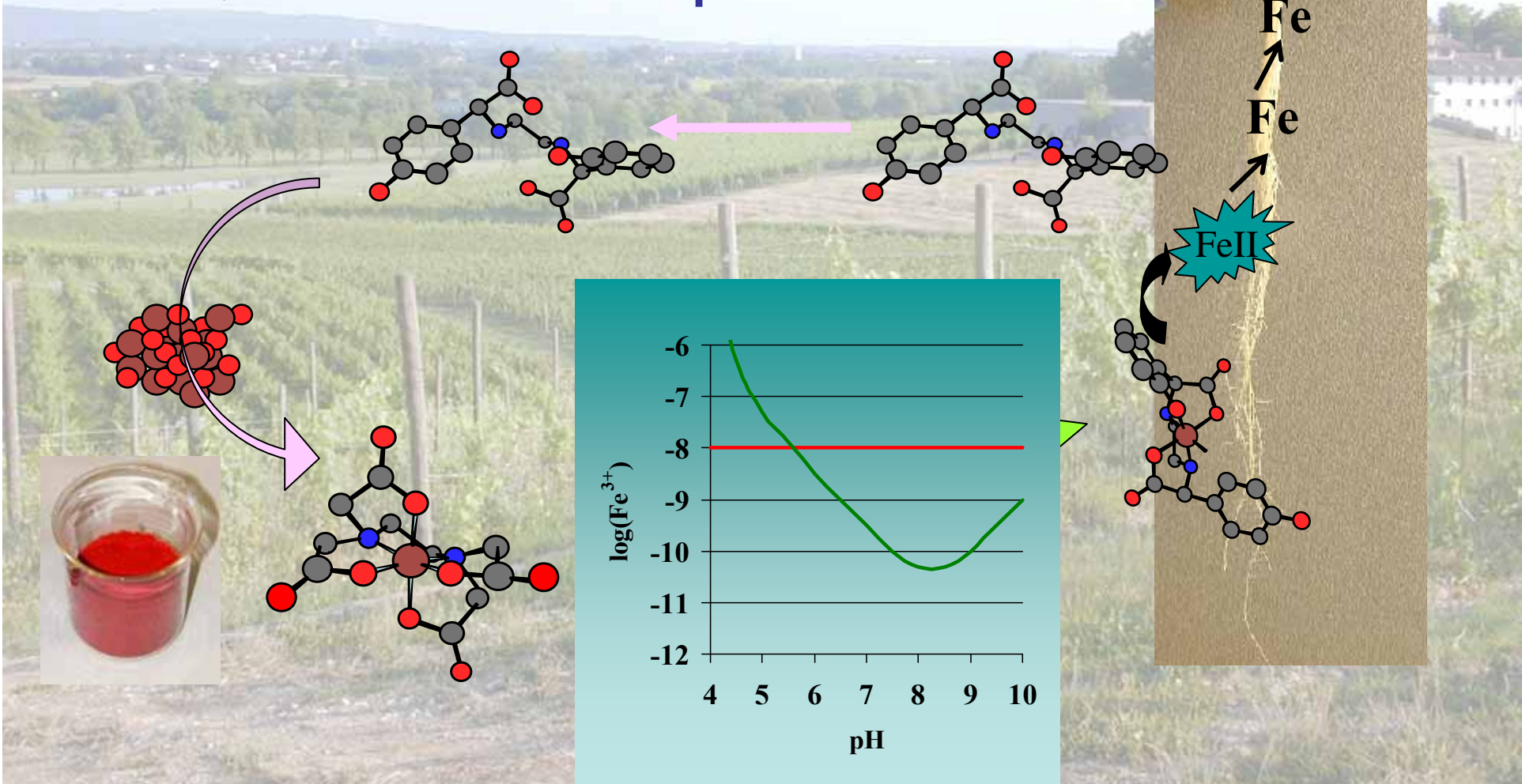


oo EDDHA/ Fe^{3+}

Química de los fertilizantes

Eficacia de quelatos

Quelatos como transportadores

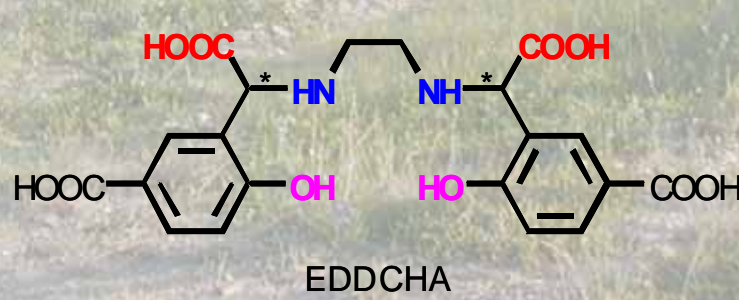
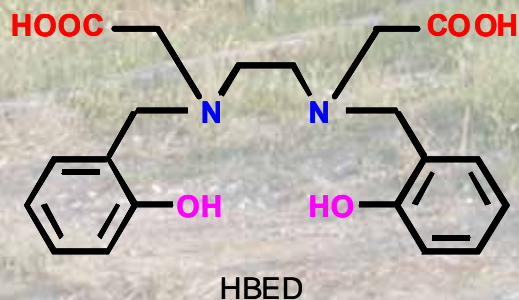
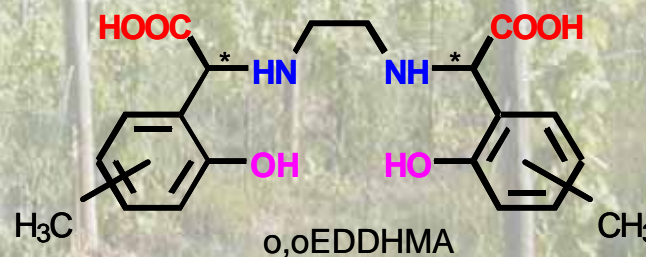
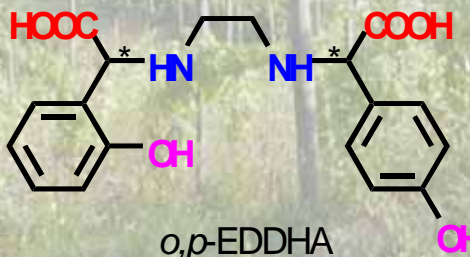
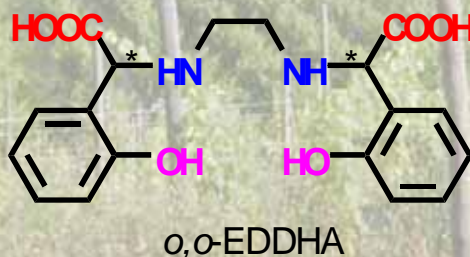
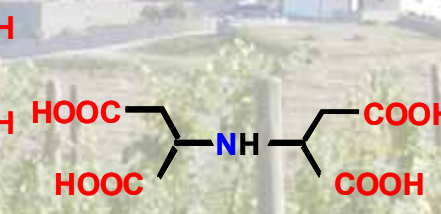
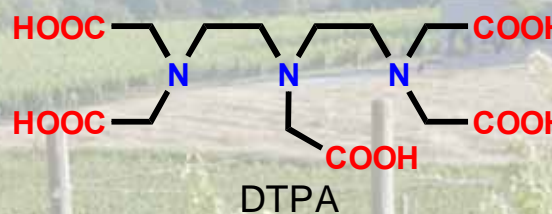
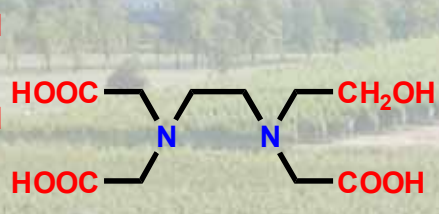
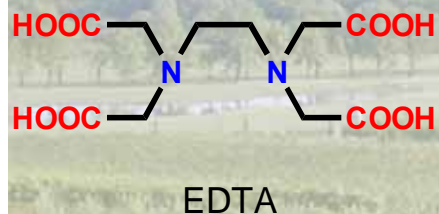


Química de los fertilizantes



Investigaciones

Propuestas de nuevas estructuras químicas y quelantes naturales

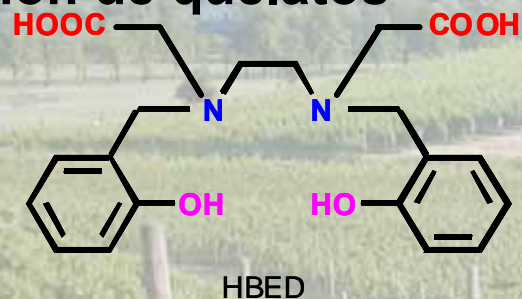


Química de los fertilizantes

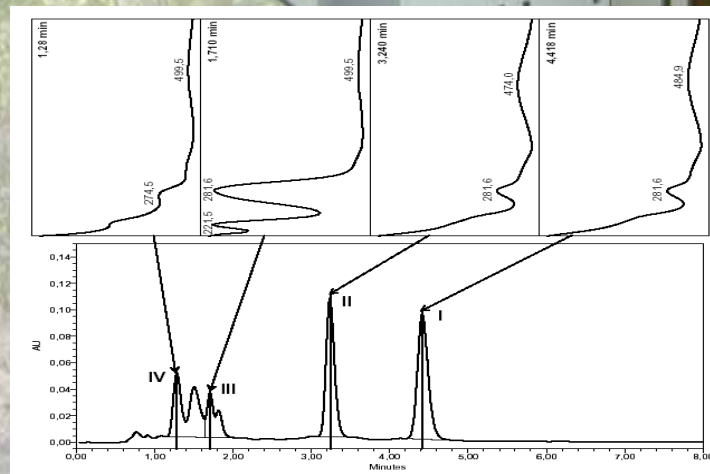
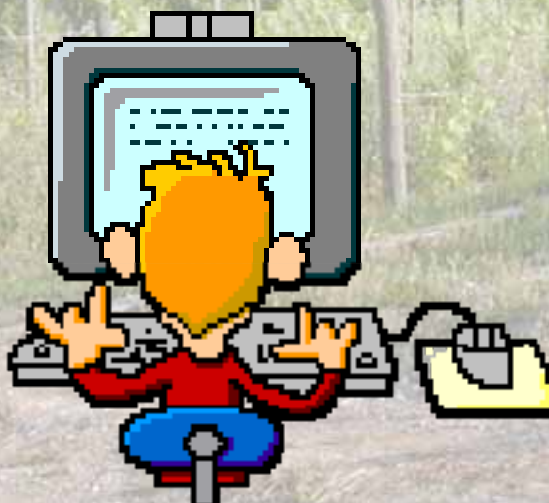
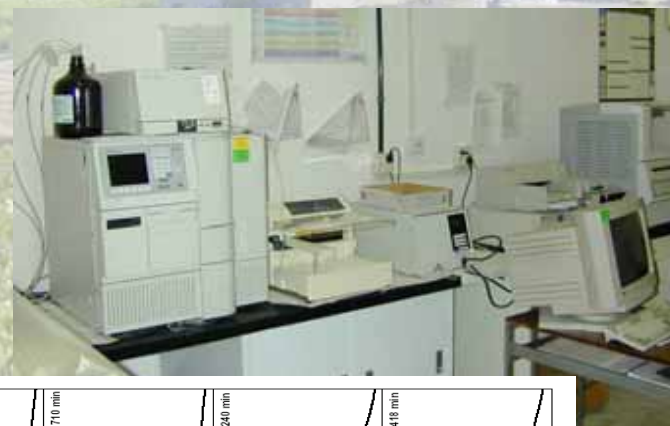


Investigaciones

Modelización de quelatos



Análisis de quelatos



Química de los fertilizantes



Investigaciones

Ensayos de quelatos en laboratorio:

Reactividad

lixiviación

degradación



Química de los fertilizantes



Investigaciones

Ensayos en cámara de cultivo
(hidroponía y suelo) y campo

Cultivo hidropónico de soja: 1
Semana



No Fe

o,o Fe-
EDDHA 5 μ M

o,p Fe-
EDDHA 5 μ M



Oct 2010

Los Avances de la Química y su
Impacto en la Sociedad

39

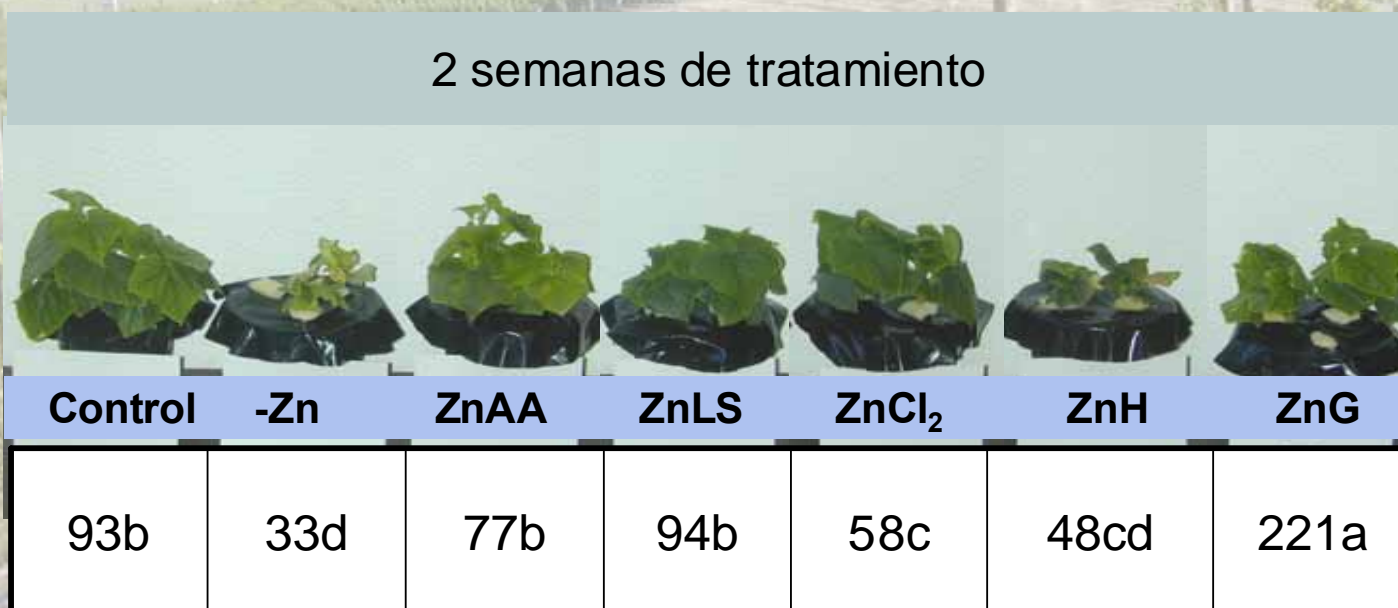
Química de los fertilizantes



Investigaciones

Retos: Nuevos quelatos más eficaces, biodegradables y valorización de subproductos

2 semanas de tratamiento



Contenido de Zn en raíz ($\mu\text{g}/\text{raíz}$)



Conclusiones

- La Química Agrícola ha impulsado y sigue impulsando el incremento en cantidad y calidad de los alimentos
- El conocimiento de la química del suelo y de los fertilizantes y su acción es primordial para lograr la sostenibilidad de la población actual
- La investigación en Química Agrícola da nuevas soluciones a los problemas de la producción de alimentos

Gracias

