

Identificación

FECHA	11 mayo de 2012
UNIDAD	Unidad I. Suelo, fuente de nutrimentos para las plantas.
APRENDIZAJE	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la habilidad en la búsqueda, selección y análisis de información. • Reconocer a los experimentos como un proceso en el que se controlan las variables y se obtiene información. • Describir y poner en práctica algunos modelos para la obtención de sales.
TEMA	¿Cuál es el alimento para las plantas?,
PALABRAS CLAVE	Compuestos inorgánicos, sales, cationes, aniones, ácidos, hidróxidos, reacción redox, reacción no redox.
AUTORES	Pável Castillo Urueta

Objetivo(s)

El alumno con ayuda de la reacción química identificara los macronutrimentos y micronutrimentos para las plantas. Estudiará y analizará los distintos métodos de síntesis de sales y los aplicará en el mejoramiento de un suelo deficiente en sales.

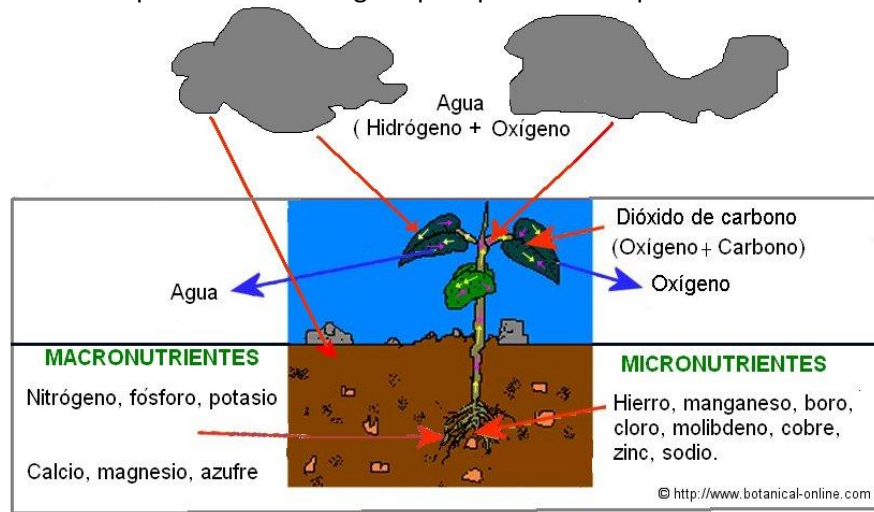
Barra de navegación

1. Introducción
2. ¿Cuál es el alimento para las plantas?
 - a. Actividad 1. Fomenta tu habilidad
3. Forma química asimilable de los nutrimentos
4. ¿Cómo mejorar un suelo deficiente en sales?
5. Reacciones para la identificación de iones (nutrimentos) en el suelo
 - a. Actividad 2. ¿Sobre qué estas parado?
6. Reposición de nutrimentos en el suelo
7. Actividad final
8. Glosario
9. Referencias

1. Introducción

Las plantas al igual que nosotros son seres vivos y necesitan nutrirse. Nosotros nos alimentamos básicamente de materia orgánica aunque también requerimos de algunos elementos inorgánicos. ¿Sabes de que y como se alimentan las plantas? A diferencia de nosotros las plantas no requieren compuestos orgánicos, ellas se alimentan exclusivamente de compuestos inorgánicos. El dióxido de carbono del aire es absorbido por las hojas y le proporciona carbono y oxígeno, el agua que se absorbe por las raíces le proporciona hidrógeno y oxígeno. Los vegetales a diferencia de nosotros, son

fotosintéticos y con el carbono, oxígeno e hidrógeno y la luz solar pueden producir compuestos orgánicos como los azúcares. Los azúcares son usados para obtener energía o para producir compuestos estructurales como la celulosa.



Revisar la imagen con el nombre de archivo QII-I-1

Por otra parte, la mayoría de los nutrientes que necesitan las plantas son tomados del suelo a través de las raíces. Para ello es necesario que estos nutrientes que generalmente son sales se encuentren en disolución acuosa. Esto quiere decir que estén en forma de iones. ¿Te has preguntado cuáles son los nutrientes que las plantas absorben por sus raíces?, ¿Qué funciones desempeñan en la planta?, ¿Qué sucede si el suelo no contiene los nutrientes que la planta requiere para su crecimiento?, ¿se podrán proporcionar estos nutrientes? Con el estudio de este tema lograrás dar respuesta a estas preguntas y muchas otras que te irán surgiendo.

También serás capaz de realizar, en el laboratorio, algunas reacciones en las que produzcas sales. Podrás clasificarlas según la variación del número de oxidación en **redox** y no redox.

Para lograrlo será necesario que revisemos los distintos métodos de obtención de sales, que escribamos y balanceemos las ecuaciones. Revisaremos el concepto de ácido e hidróxido así como los nombres de algunos compuestos. Realizaremos en el laboratorio algunos experimentos para sintetizar algunas sales o determinaremos la presencia de algunos nutrientes en una muestra de suelo. Finalmente echaremos mano del número de oxidación y podrás clasificar las reacciones como redox o no redox.

2. ¿Cuál es el alimento para las plantas?

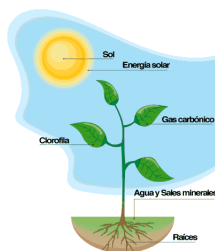
Sabías que las plantas al igual que nosotros necesitan nutrirse para poder crecer, realizar todas sus funciones vitales y reproducirse. Tú puedes prepararte un sándwich y cubrir parte de los requerimientos nutricionales, ¿pero las plantas de que se alimentan? Hoy sabemos que existen 16 elementos químicos que son importantes para el crecimiento y supervivencia de las plantas. Estos elementos se dividen en dos grandes grupos: **minerales** y **no minerales**.

Los **nutrientes no minerales** son hidrógeno (**H**), oxígeno (**O**) y carbono (**C**). Estos nutrientes se encuentran formando parte del agua y aire. En un proceso llamado **fotosíntesis**, las plantas usan la energía del Sol para transformar el dióxido de carbono (**CO₂**) y agua (**H₂O**) en almidones y azúcares. Estos almidones y azúcares son los alimentos de las plantas y sus compuestos de reserva.



la fotosíntesis ejemplo anexo archivo QII-I-2

Desear conocer el proceso de la fotosíntesis da clic en la siguiente imagen.



QII-I-2

Por otra parte, los 13 **nutrientos minerales** provienen del suelo. Estos se disuelven en el agua (se encuentran formando iones) y **son absorbidos** a través de las raíces de las plantas. Sin embargo, muchas veces el suelo no contiene todos los nutrientes para que las plantas crezcan saludablemente. Por tal motivo se les tienen que adicionar a través de algún fertilizante o abono.

Los nutrientes minerales se dividen en dos grandes grupos según los requerimientos que tienen las plantas por ellos: **macronutrientes** y **micronutrientes**.

Estudiemos primero los macronutrientes, ¿sabías que estos nutrientes también están divididos en dos grupos?, Macronutrientes **primarios** y **secundarios**. Los **primarios** son tres: nitrógeno (**N**), fósforo (**P**) y potasio (**K**). Éstos resultan ser los más importantes debido a que las plantas usan grandes cantidades de ellos. Generalmente N, P y K son los primeros en agotarse en los suelos de cultivo y la formulación de fertilizantes esta basada en ellos.

Los **secundarios** son calcio (**Ca**), magnesio (**Mg**) y azufre (**S**), generalmente estos nutrientes se encuentran en el suelo y muchas veces no requieren ser adicionados por medio de fertilizantes. Cuando se adiciona cal a un suelo ácido generalmente se están adicionando grandes cantidades de Ca y Mg. Por otra parte, el S se puede encontrar en grandes cantidades en suelos con descomposición lenta de materia orgánica.

Finalmente llegamos a los **micronutrientes**, éstos son utilizados por las plantas en muy pequeñas cantidades (micro). A estos elementos se les llama generalmente **elementos minoritarios** o **elementos traza**. Los micronutrientes son boro (**B**), cobre (**Cu**), hierro (**Fe**), cloro (**Cl**), manganeso (**Mn**), molibdeno (**Mo**) y zinc (**Zn**). El reciclamiento de materia orgánica (composta), es una buena vía para el aporte de estos elementos.

Actividad 1. Fomenta tu habilidad

Como recordaras los nutrimentos para las plantas se dividen en dos grandes grupos los macronutrimentos y los micronutrimentos. Las plantas requieren diversas cantidades de cada uno de ellos y los requerimientos también dependen del tipo de cultivo o planta. En el siguiente ejercicio pondrás en práctica tu habilidad para realizar investigación, búsqueda, selección y análisis de información. Por eso te propongo que realices la siguiente actividad. Para el cultivo de jitomate averigua ¿cuáles son los nutrimentos necesarios?, ¿cuál es su función y qué cantidad de ellos se requieren para obtener 1 tonelada de producto? Con la información que obtengas completa la siguiente tabla. Te sugiero que consultes las siguientes páginas:

http://www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/Requerimientos_Nutricionales.htm

http://www.sqm.com/PDF/SPN/CropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf

[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf)

Nutrimento	Símbolo	Requerimiento kg/ton	Función
Nitrógeno	<u>N</u>	<u>2.8</u>	<u>Síntesis de la proteína y clorofila.</u>
Fosforo	<u>P</u>	<u>0.6</u>	<u>División de la célula y transferencia de energía.</u>
Potasio	<u>K</u>	<u>3.2</u>	<u>Síntesis de proteína, procesos fotosintéticos y transporte de azúcares de las hojas a los frutos.</u>
Magnesio	<u>Mg</u>	<u>0.3</u>	<u>Parte central de la molécula de clorofila.</u>
Azufre	<u>S</u>	<u>0.6</u>	<u>Síntesis de aminoácidos esenciales: cisteína y metionina.</u>

Verifica tus respuestas

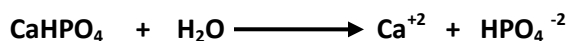
3. Forma química asimilable de los nutrimentos

Forma química asimilable de los nutrimentos.

QII-A-2,

Los elementos químicos minerales y no minerales que utilizan las plantas como nutrimentos requieren encontrarse en una forma química específica. ¿Sabes cual es ese estado o forma química? Una planta requiere de distintos elementos como lo hemos estudiado. Estos elementos no son asimilables si se encuentran en su forma elemental, para que puedan ser asimilables y absorbidos por las raíces de las plantas, deben estar en forma de **iones** es decir como especies con carga. Las sales cuando se disuelven en agua se disocian en iones (**cationes** y **aniones**), así los **ácidos** y las **bases** también producen iones en disolución.

A continuación te presento algunos ejemplos de sales que se usan como fertilizantes para las plantas y los iones que se producen al solubilizarse en agua.



Se anexa ejemplo archivo nombrado QII-A-4

Como se muestra en las ecuaciones de disolución, cuando una sal (fertilizante) se disuelve en agua entonces se disocia en los iones hidratados que forman el compuesto. De esta forma las raíces de las plantas pueden absorber, incorporar y asimilar los nutrimentos demandados por su metabolismo.

4. ¿Cómo mejorar un suelo deficiente en sales?

Como recordarás son 16 los elementos químicos que requieren las plantas para su buen crecimiento y supervivencia. Los tres primeros los obtienen del agua y el aire. El resto de ellos, los obtienen del suelo cuando estos se disuelven en agua. Sin embargo, no siempre se encuentran en el suelo o se agotan rápidamente por lo que es necesario realizar un análisis del suelo encaminado a determinar los elementos presentes y las cantidades o concentración que hay de cada uno de ellos.

Un análisis del suelo es un proceso en el cual los elementos fósforo, potasio, nitrógeno, calcio, magnesio, sodio, azufre, manganeso, cobre, hierro, zinc, etc., son removidos químicamente o físicamente de una muestra de suelo. Posteriormente mediante algunas técnicas de laboratorio que involucran **reacciones químicas** o utilizando algunos equipos de análisis, se identifican y mide la cantidad de nutrimentos presentes en la muestra. Con los resultados del análisis se sabe la disponibilidad y fertilidad de un suelo.

La cantidad o disponibilidad de nutrimentos en una muestra nos permite saber si el suelo es fértil o si está agotado. En el caso de un suelo agotado, este se puede mejorar por la adición de una cantidad específica de fertilizantes o abonos. Al aplicar fertilizantes, los nutrimentos están disponibles inmediatamente para las plantas, sin embargo, cuando se emplea un abono la disponibilidad es más tardada, ya que la materia orgánica tiene que ser mineralizada por **microorganismos** y gusanos.

También, aunque no son nutrientes, es importante determinar el **pH** del suelo, **materia orgánica** y **acidez intercambiable**. De estos parámetros depende la disponibilidad de algunos elementos o la cantidad de cal (hidróxido de calcio, NaOH), que se debe adicionar para mantener un pH óptimo para los cultivos.

Por ejemplo, cuando aplicamos mucho hidróxido de calcio, el pH del suelo aumenta con lo cual disminuye la disponibilidad de algunos elementos como hierro, manganeso, boro, cobre, zinc.

El pH es una función matemática, $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$, que nos indica la concentración de iones H^+ que se liberan en solución cuando un ácido o una sal ácida se disuelve en agua. Por cuestión práctica los valores de pH se graficaron y se estableció una escala. Con ayuda de ésta gráfica podemos clasificar fácilmente las sustancias como ácidas, neutras o alcalinas. Existen otras escalas generadas a partir de los cambios de color que presentan los distintos indicadores a diferentes valores de pH. Seguramente ya has utilizado el papel pH y has utilizado una escala de colores como la siguiente.

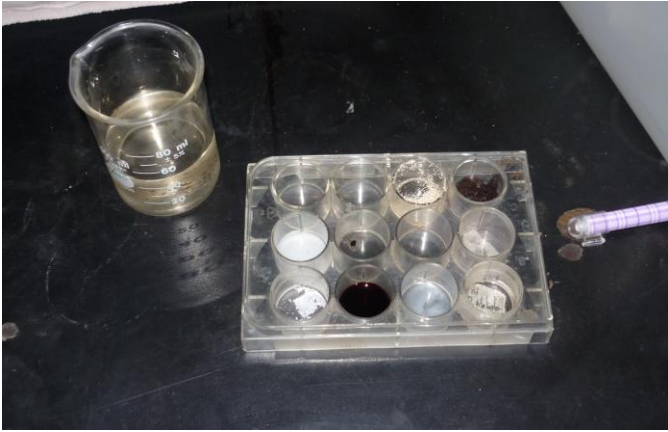


Determinación del valor de pH de una muestra de suelo

Con el papel pH y la escala correspondiente podemos medir de manera práctica y sencilla el pH de una disolución de suelo, de alimentos, del sudor, de la saliva, de un reactivo químico, etc.

5. Reacciones para la identificación de iones (nutrientes) en el suelo.

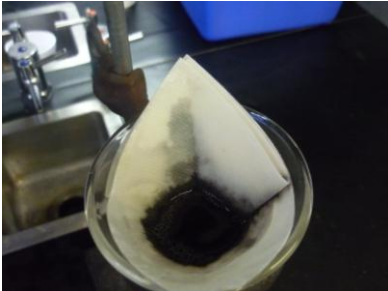
Como has visto, es necesario realizar análisis de las muestras de suelo para saber si es fértil de acuerdo al perfil de iones presentes. Para ello, es común realizar una extracción de los **iones**. Ésta consiste en tomar una muestra de suelo y colocarla en un vaso de precipitados o matraz Erlenmeyer al cual se le adiciona agua destilada para que disuelva las sales. ¿Por qué debe ser agua destilada? En efecto como queremos disolver solamente las sales de la muestra, entonces el agua que se emplea no las debe contener y solamente el agua destilada asegura que no están presentes. Finalmente, los sólidos presentes en la muestra de suelo se eliminan por medio de **filtración**. Ahora el filtrado contiene solamente los iones. Para determinar su presencia generalmente se realizan distintas reacciones químicas. En ellas se observan distintos cambios macroscópicos (cambio de color, producción de un gas, desprendimiento de calor, formación de precipitado), que es el resultado del cambio químico que ocurre a nivel atómico y molecular. Observa las siguientes imágenes que muestran evidencias experimentales de cambios químicos.



En las siguientes imágenes te presento el proceso de toma de muestra de un suelo, el método físico de extracción y separación hasta obtener el extracto con los iones presentes en la muestra.



Toma de la muestra de suelo de un cultivo de nopales en Tlayacapan, Morelos



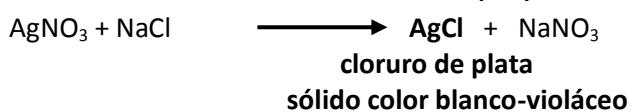
Disolución de suelo y filtrado para eliminar sólidos



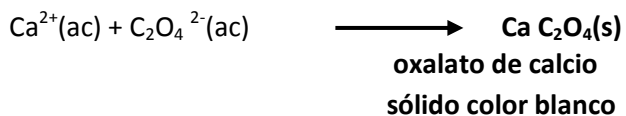
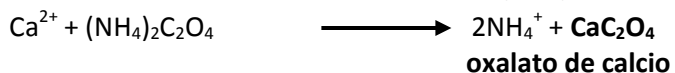
Filtrado con los iones disueltos para el análisis químico

A continuación te presento una serie de reacciones químicas que se emplean para el análisis químico cualitativo (presencia o ausencia) de distintos iones y que son una herramienta valiosa para determinar los nutrientes presentes en el suelo.

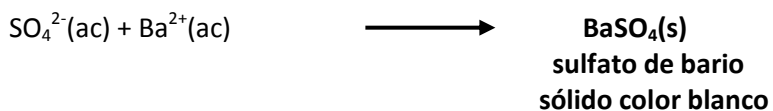
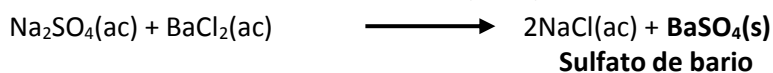
Determinación de Cl como ion cloruro (Cl^{1-})



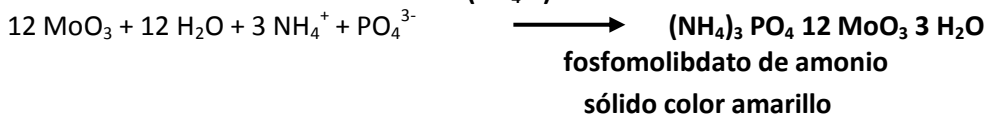
Determinación de Ca como ion calcio +2 (Ca^{+2})



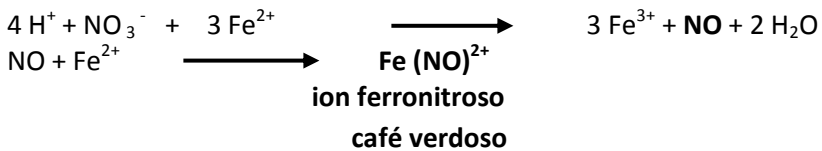
Determinación de S como ion sulfato (SO_4^{2-})



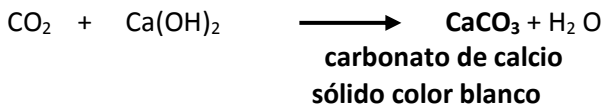
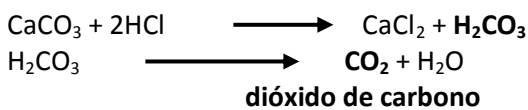
Determinación de P como ion fosfato (PO_4^{3-})



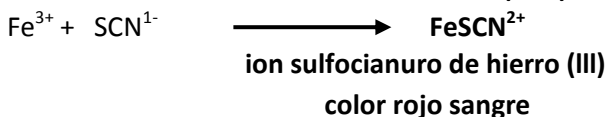
Determinación de N como ion nitrato (NO_3^{1-})



Determinación de C como ion carbonato (CO_3^{2-})



Determinación de Fe como ión hierro 3+ (Fe^{3+})



Actividad 2. ¿Sobre qué estas parado?

Ahora que ya sabes como determinar algunos iones o elementos, te invito a que realices la siguiente actividad experimental en micro escala **¿Sobre qué estas parado?** (Navarro *et al.*, 2010), para que determines el perfil químico de una muestra de suelo.

Al final con los resultados y conclusiones derivadas de esta actividad y con tu investigación de la actividad 1 indica si la muestra de suelo es optima para el cultivo de jitomate.

Una vez que conoces el perfil químico de la muestra de suelo, puedes aplicar algún tipo de fertilizante sintético para reponer los nutrimentos faltantes para el cultivo de jitomate.

6. Reposición de nutrimentos en el suelo.

Cuando un suelo esta agotado, es decir falta alguno de los nutrimentos, es necesario restituirlos con la adición de fertilizantes sintéticos (sales). Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan, proporcionan de manera inmediata los iones necesarios para que el suelo recobre su fertilidad.

Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los

rendimientos de los cultivos son reducidos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse.

El empleo de sales en el suelo, debe ser con asesoría de expertos pues su mal uso o una aplicación excesiva de fertilizantes puede traer consecuencias graves para el suelo. Un exceso de fertilizantes puede acabar con la flora y fauna de un suelo sano promoviendo la erosión y pérdida del mismo. Como consecuencia de esto se tendría un desequilibrio ecológico. Por ello, antes de pensar en la aplicación de los fertilizantes, se debe adicionar materia orgánica (excrementos de vaca, de cerdos, de pollos, desperdicios vegetales, paja, estiba de maíz y otros materiales orgánicos). Esta materia deberá ser convertida previamente en abono y ser descompuestos antes de su aplicación en el suelo.

El abono orgánico es muy valioso porque mejora las condiciones del suelo en general. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, reduce la erosión del mismo, tiene un efecto regulador en la temperatura del suelo y le ayuda a almacenar más humedad, mejorando significativamente de esta manera su fertilidad. Además la materia orgánica es un alimento necesario para los organismos del suelo. Así los abonos permiten que el uso de fertilizantes sintéticos sea exitoso.

La combinación de abono y **fertilizantes sintéticos** ofrecen las condiciones optimas para los cultivos. La materia orgánica mejora las propiedades del suelo (biota) y los fertilizantes proveen los nutrimentos necesarios para el desarrollo de las plantas.

7. Actividad final

La siguiente actividad tiene como finalidad que valores los logros que alcanzaste en esta unidad didáctica. Por eso te invito a que resuelvas la siguiente serie de ejercicios.

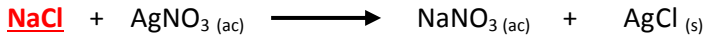
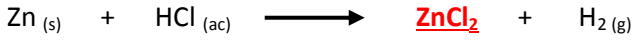
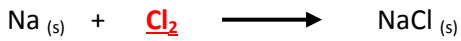
Escoge y arrastra las palabras que completen correctamente el siguiente texto.

Las plantas requieren 16 **elementos**, como son N, P, K, Ca, Mg, Cl, S, Cu, entre otros. Estos deben encontrarse disponibles para ser absorbidos por las raíces. Desde el punto de vista químico, estos elementos se encuentran en los suelos formando **sales** y se disocian en **iones** por la presencia del agua. La forma iónica de los elementos resulta ser la forma química en la que los elementos son disponibles para las plantas y que éstas los puedan aprovechar". Los tres elementos que su presencia es imprescindible en el suelo, para un adecuado desarrollo de las plantas, son **nitrógeno**, **fosforo** y **potasio**. A estos elementos se les conoce como **macronutrimentos** ya que el metabolismo vegetal los demanda en grandes concentraciones. Por otra parte, existen otros elementos que por su requerimiento tan bajo se les han nombrado **micronutrimentos**. Sin embargo si no están presentes en el suelo, el desarrollo y funciones fisiológicas de las plantas se ven severamente afectadas. Otro factor muy importante de controlar y medir es el **pH** ya que de él depende la disponibilidad y fertilidad del suelo.

Azufre, boro, cal, elementos, primarios, fosforo, iones, macronutrimentos, nitrógeno, pH, potasio, sal, sales, secundarios, micronutrimentos, calcio, ácido, materia orgánica.

Verifica tus respuestas

En esta sección pondrás en práctica tu habilidad para escribir ecuaciones químicas de síntesis de sales, completa correctamente las siguientes ecuaciones químicas:



De la fracción inorgánica que compone al suelo, algunos de los principales aniones son los siguientes, escribe su fórmula o nombre según corresponda:

Ion	Nombre
CO_3^{2-}	Ion carbonato
SO_4^{-2}	Ion sulfato
NO_3^{-1}	Ion nitrato
Cl^{-1}	Ion cloruro
OH^{-1}	Ion hidróxido
PO_4^{3-}	Ion fosfato
K^+	Ion potasio
Fe^{3+}	Ion hierro 3+

Verifica tus respuestas

Determina los estados de oxidación de cada uno de los elementos presentes en los siguientes compuestos, arrastra el estado de oxidación al elemento que corresponda

Cu_2SO_4		FePO_4		$\text{Pb}(\text{IO}_3)_4$	
Cu	+1	Fe	+3	Pb	+4
S	+6	P	+5	I	+5
O	-2	O	-2	O	-2
+1, -2, +4, +6, -2, +5, +5, -2, +3					

Balanza y clasifica las siguientes reacciones como óxido reducción (Redox) y no óxido reducción (No Redox)

$\underline{\quad} \text{H}_2\text{SO}_4 + \underline{2} \text{NaOH} \longrightarrow \underline{\quad} \text{Na}_2\text{SO}_4 + \underline{2} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{2} \text{Al} + \underline{6} \text{HCl} \longrightarrow \underline{2} \text{AlCl}_3 + \underline{3} \text{H}_2$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{HNO}_3 + \underline{\quad} \text{KOH} \longrightarrow \underline{\quad} \text{KNO}_3 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{N}_2 + \underline{2} \text{O}_2 \longrightarrow \underline{2} \text{NO}_2$	Redox	No redox
$\underline{3} \text{HCl} + \underline{\quad} \text{Al(OH)}_3 \longrightarrow \underline{\quad} \text{AlCl}_3 + \underline{3} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{2} \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \underline{2} \text{H}_2 + \underline{\quad} \text{O}_2$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \underline{2} \text{NaOH} \longrightarrow \underline{\quad} \text{Na}_3\text{PO}_4 + \underline{2} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{Fe(NO}_3)_3 + \underline{3} \text{KSCN} \longrightarrow \underline{\quad} \text{Fe(SCN)}_3 + \underline{3} \text{KNO}_3$	Redox	No redox
$\underline{3} \text{HBr} + \underline{\quad} \text{Fe(OH)}_3 \longrightarrow \underline{\quad} \text{FeBr}_3 + \underline{3} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{K}_2\text{CrO}_4 + \underline{\quad} \text{PbCl}_2 \longrightarrow \underline{\quad} \text{PbCrO}_4 + \underline{2} \text{KCl}$	Redox	No redox
$\underline{\quad} \text{H}_2\text{S} + \underline{\quad} \text{BaBr}_2 \longrightarrow \underline{\quad} \text{BaS} + \underline{2} \text{HBr}$	Redox	No redox
$\underline{3} \text{Cu} + \underline{8} \text{HNO}_3 \longrightarrow \underline{3} \text{Cu(NO}_3)_2 + \underline{2} \text{NO} + \underline{4} \text{H}_2\text{O}$	Redox	No redox
$\underline{2} \text{Na} + \underline{\quad} \text{Cl}_2 \longrightarrow \underline{2} \text{NaCl}$	Redox	No redox

Verifica tus respuestas

8. GLOSARIO

Acidez intercambiable: Cuando existe una diferencia entre el valor de contenido intercambiable de cationes (CIC) y de bases totales, la misma esta dada por H^+ y Al^{3+} , a estos iones se les llama en su conjunto acidez intercambiable. De forma práctica es la suma de H^+ y Al^{3+} ocupando posiciones de intercambio al pH del suelo y se mide en meq/100 g.

Ácidos: De acuerdo con la teoría de Arrhenius son sustancias químicas que contenían hidrógeno, y que disueltas en agua producían una concentración de iones hidrógeno o protones, mayor que la existente en el agua pura.

Aniones: Especie química monoatómica o poliatómica cargadas negativamente, producidas por haber más electrones que protones, ejemplo S^{2-} NO_3^{-1} .

Bases: De acuerdo con la teoría de Arrhenius son sustancias químicas que disueltas en agua producían un exceso de iones hidroxilo, OH^- .

Cationes: Especie química monoatómica o poliatómica cargada positivamente, consecuencia de una pérdida de electrones. Ejemplo Fe^{3+} , NH_4^+

Elementos traza: Son elementos que se requieren en muy baja cantidad (**Ver microelementos**).

Fertilizantes sintéticos: Fertilizante mineral de origen inorgánico, que contiene, por los menos, un elemento químico que la planta necesita para su ciclo de vida y que se obtiene vía síntesis química en un laboratorio o industria.

Filtración: Se denomina filtración al proceso de separación de sólidos en suspensión en un líquido mediante un medio poroso, que retiene los sólidos y permite el paso del líquido.

Fotosíntesis: Es la conversión de materia inorgánica (C e H del aire y agua) en materia orgánica (almidones y azúcares), gracias a la energía que aporta la luz solar.

Iones: Son partículas cargadas eléctricamente constituidas por un átomo o grupo de átomos que no son eléctricamente neutros.

Macronutrientes: Se requieren en grandes cantidades como: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg y S.

Materia orgánica: Es una sustancia química o mezcla de sustancias que contienen carbono, formando enlaces carbono-carbono y carbono-hidrógeno. En muchos casos contienen oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo, boro, halógenos y otros elementos menos frecuentes en su estado natural. Generalmente se obtiene de restos de seres vivos.

Micronutrientes: Se requieren en pequeñas cantidades. Su insuficiencia da lugar a una carencia, y su exceso a una toxicidad. Entre estos se encuentran: Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, Cl.

Microrganismos

Minerales: Son elementos que se encuentran formando parte de las sales solubles por lo que las plantas los absorben en forma de iones.

No minerales: Son nutrientes como el hidrógeno (**H**), oxígeno (**O**) y carbono (**C**), que se encuentran formando parte del agua y aire. Las plantas los transforman y utilizan en forma de almidones y azúcares.

Nutrientes: Es un producto químico procedente del exterior de la célula y que ésta necesita para realizar sus funciones vitales. Éste es tomado por la célula y transformado en constituyente celular a través de un proceso metabólico de biosíntesis llamado anabolismo o bien es degradado para la obtención de otras moléculas y de energía.

pH: Potencial de hidrógeno es una medida de la acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio [H_3O^+] presentes en determinadas sustancias.

Primarios: Son los nutrientes más importantes debido a que las plantas usan grandes cantidades de ellos: N, P y K.

Reacciones químicas: Es un proceso termodinámico en el que se verifica un **cambio químico**, en el cual una o más sustancias (*llamadas reactivos*), por efecto de un factor energético, se transforman en otras sustancias llamadas productos. Esas sustancias pueden ser elementos o compuestos.

Redox: En un proceso químico o reacción química en donde el estado de oxidación de los átomos cambia. Este puede ser un proceso simple como la oxidación del carbón a dióxido de carbono o la reducción del carbono por hidrógeno en el metano o muy complejo como la oxidación de la glucosa dentro del cuerpo humano por una serie de procesos de transferencia de electrones. El término **Redox** proviene de la abreviación en inglés de **“reduction-oxidation”**

Secundarios: Estos nutrientes (Ca, Mg y S) también se requieren en grandes cantidades sin embargo, frecuentemente se encuentran en el suelo y muchas veces no requieren ser adicionados por medio de fertilizantes.

9. REFERENCIAS

Bibliográficas

Brady, J.E. 2001. Química Básica. **Principios y estructura**. 2ª ed. Ed. Limusa-Willey. México, D.F., México. 994 pp.

Diningrado, L., Gregg, K.V., Hainen, N. y Wistrom, C. 2002. **Química Materia y Cambio**. 1ª ed. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Bogotá, Colombia. 696-735.

FAO-IFA. 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. **Los fertilizantes y su uso: Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión**. Cuarta edición. Roma, 77 p.p.

Kotz, J.C., Treichel, P.M. y Weaver, G.C. 2005. **Química y reactividad química**. 6a ed. Ed. Thomson. México, D.F., México. 378-405.

Navarro, F., Carrillo, M., Gonzáles, R.M., Lira, S., Montagut, P., Nieto, E. y Sansón, C. 2004. **Enseñanza experimental en microescala para el bachillerato. Química II**. UNAM – CCH. México, D.F., México. 148p.

Petrucci, R.H., Harwood, W.S. y Herring, F.G. 2003. **Química General**. 8ª ed. Ed. Prentice Hall. Madrid, España. 1058-1078.

Smil, V. 1999. **Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture**. 1999. Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Alabama, USA. 36 p.p.

Hemerográficas

Ciberográficas

1. Archivo agronómico No. 3. **Requerimientos nutricionales de los cultivos**. En la URL:
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf)
2. Calderón F. S. 2005. **Requerimientos nutricionales de un cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en la sabana de Bogota**. En la URL
http://www.drcalderonlabs.com/Cultivos/Tomate/Requerimientos_Nutricionales.htm
3. Tjalling H.H. 2006. **Guía de Manejo Nutrición Vegetal Especialidad Tomate**. En la URL:
http://www.sqm.com/PDF/SPN/CropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf

Audiovisuales