

Bases de la producción vegetal

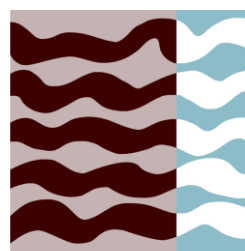
Tema 12

Bases agronómicas de la fertilización mineral

Ingeniería agrónoma grado en hortofruticultura y jardinería



Universidad
Politécnica
de Cartagena



ETSIA
Cartagena

Jorge Cerezo Martínez

12.1. La nutrición de las plantas

La composición de las plantas abarca 3 componentes:

- Materia orgánica
- Agua
- Minerales

La deshidratación de las plantas a altas temperaturas deja un peso de materia seca y elementos.

Generalmente las plantas se componen de un 80% de agua y 20% de materia seca, porcentajes que varían entre especies, relación de edad y estado vegetativo.

La materia seca está formada por:

- Compuestos orgánicos: Hidratos de carbono, proteínas y grasas
- Compuestos orgánicos unidos a elementos minerales

80% Agua	42%	Carbono		Suministrados por el aire y el agua
	44%	Oxígeno		
	6%	Nitrógeno		
	2%	Hidrógeno		
20% Materia seca	0,4%	Fósforo	Nutrientes principales	Suministrados a través del suelo
	2,8%	Potasio		
	1,3%	Calcio		
	0,4%	Magnesio	Nutrientes secundarios y microorganismo	
	0,4%	Azufre		
	1%	Microelementos		

Se pueden distinguir dos clases de elementos:

- Elementos plásticos
 - C,O,H: 92%
 - Nutrientes principales: N,P,K \cong 5%
 - Nutrientes secundarios: Ca, Mg, S \cong 5%
- Microelementos

12.2. Relación atmósfera-planta

El aire está compuesto por un 21% de oxígeno, el 79% de nitrógeno y el 0,03% de dióxido de carbono. Los procesos que realiza la planta con la atmósfera son:

- Fotosíntesis: Utiliza el dióxido de carbono para transformarlo en materia orgánica.
- Respiración: Utiliza el oxígeno del aire a fin de captar energía, desprendiendo al aire dióxido de carbono que se produce en el proceso.
- Transpiración
- Captación de energía

El nitrógeno es el único componente del aire no aprovechable directamente por las plantas. La influencia que ejercen la luz y el calor procedentes de la radiación solar y el agua del régimen de lluvias es decisiva.

12.3. Relación suelo planta

El suelo sirve de anclaje de su parte externa, y a través de sus raíces o pelos absorbentes extrae el agua del suelo y los elementos disueltos en él.

La nutrición de las plantas precisan 16 elementos, 3 de ellos los extrae del agua y del aire (C, H, O), el suelo suministra el resto, 13. Estos se clasifican como:

- **Macroelementos:**
 - **Primarios:** Son necesitados por la planta en grandes cantidades, con una presencia pequeña en el suelo: N, P, K
 - **Secundarios:** Necesidades en cantidad, pero su escasez en el suelo no es frecuente: Ca, Mg, S,
- **Microelementos:** Necesitados por la planta, pero en cantidades pequeñas: Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Cl

12.4. Balance suelo-planta-atmósfera

El desarrollo de las plantas está supeditado a las condiciones climáticas y edáficas (suelo). Los principales factores que influyen son:

- **Temperatura**
- **Luz**
- **Aire:** Un aire de similar composición al atmosférico, pero con mayor contenido de CO₂ y menos oxígeno, ha de encontrar las plantas en el suelo para su óptimo desarrollo.
- **El agua:** Es a la vez alimento, fuente de hidrógeno y oxígeno y un vehículo para los elementos nutritivos disueltos en ésta.

12.5. Funcionamiento de la planta durante el día

Las plantas, seres vivos, tiene la facultad de organizar determinados procesos, que aprovechando materiales a su alcance, los transforman en materiales útiles para su propia vida, Estos procesos o funciones vitales son la nutrición (fotosíntesis y mineral), la respiración y la transpiración.

La respiración y transpiración son continuas (día y noche), la fotosíntesis solo de día. En la fotosíntesis bajo la influencia de la luz y la temperatura, la planta absorbe por las hojas CO₂ y expulsa O₂ a la atmósfera. El CO₂ absorbido junto con el agua de sus tejidos da lugar a la **asimilación**, transformando materia inerte en productos orgánicos que junto a los demás elementos minerales se transforman en sustancias de reserva para semillas, frutos... de la planta.

12.6. Funcionamiento de la planta durante la noche

La **respiración** es el proceso inverso a la fotosíntesis, la planta absorbe a través de todos sus órganos oxígeno, y a raíz de esto desprende CO₂ a la atmósfera por las hojas, tallos y raíces. Está estrechamente ligada a productos orgánicos específicos de la planta, cuya actuación exige la presencia de nutrientes como el k y el Mg.

Alcanza su máxima intensidad en la germinación, apertura de yemas y floración. La mayor parte del agua absorbida por la planta no es utilizada como fuente nutritiva y transportadora sino que a través de la **transpiración** se evapora y pasa al aire por las hojas y otros órganos. Tras esta eliminación se alcanza en las hojas una concentración favorable de elementos nutritivos.

12.7. El agua en el sistema suelo-planta atmósfera

Procede de las precipitaciones pluviométricas, o de los aportes debidos al riego.

El agua que llega al suelo, penetra en él ocupando los poros del mismo, desplazando al aire. Ocupa los macroporos, desciende a través de ellos por su peso, hasta llegar a las aguas subterráneas: Agua de lavado o drenajes.

Los poros grandes vuelven a estar ocupados por el aire y se retira el agua en exceso.

El agua queda retenida en los microporos almacenándolos en ellos, quedando a disposición de las raíces: Agua de reserva del suelo. Después de alcanzado el equilibrio de agua tras el drenaje, se comienza a perder agua por dos formas:

- Evapotranspiración (temperatura y viento)
- Transpiración (solución del suelo) (hojas, día)

12.8. Fotosíntesis

Desarrollo del proceso fotosintético, presencia de un pigmento verde en las hojas, sensible a la luz llamado clorofila.

Una planta vive, produce y funciona gracias a factores externos: Luz, calor y aire: Factores de funcionamiento.

Existen otros factores que directamente producen el crecimiento y la producción vegetal: Factores de nutrición.

Factores de funcionamiento: Son aquellos de asimilación directa, y los de nutrición precisan ser presentados a la planta en forma que sus órganos absorbentes (raíces) los aprovechen, mediante el agua, portador de los nutrientes. Solución del suelo.

12.9. Mecanismo de asimilación y transformación de las plantas

El ciclo ininterrumpido de formaciones y degradaciones de las sustancias que se encuentran en la planta recibe el nombre de metabolismo.

La conducción ascendente de la solución de suelo, desde las raíces hasta las hojas se realiza por una serie de elementos vasculares llamados xilemas. El fluido que circula se denomina savia bruta (agua y sustancias minerales).

La circulación de los azúcares y otros productos (savia elaborada), desde las hojas hasta el resto de la planta, se realiza a través del floema.

12.10. Principios de la fertilización

El objetivo de la fertilización mineral del suelo es mantener en el suelo un contenido adecuado de elementos minerales, en condiciones de asimilabilidad, para que la planta pueda absorberlos en el momento preciso y en la cantidad necesaria.

Elementos minerales necesarios para la nutrición vegetal, se encuentran en cuatro categorías:

- Elementos principales en la fertilización: Son imprescindibles, son extraídos en cantidades importantes por las plantas, se cubren las necesidades mediante abonos o fertilizantes minerales son: N, P, K.
- Elementos secundarios: Son imprescindibles, extraídos en cantidades importantes, se cubren las necesidades mediante abonos o fertilizantes minerales y enmiendas orgánicas y calizas: Ca, Mg, S.
- Microelementos o elementos traza: Son esenciales, extraídos en pequeñas cantidades: Fe, Mn, B, Cu, Zn, Mb, Cl.
- Microelementos no esenciales: Na, Co, I, Se, F, Si, Al, Cd,... (40 elementos).

Condiciones que reúne un elemento para ser considerado esencial:

- La ausencia del elemento ocasiona daño, impide que se complete el ciclo vital o causa la muerte de la planta
- Ningún otro elemento puede sustituirle.
- Es indispensable para un gran número de plantas.

12.11. Bases científicas de la fertilización mineral

Ley de la restitución: Si se quiere mantener su fertilidad, es indispensable devolver al suelo todos los elementos nutritivos que las cosechas extraen.

Esta ley es necesaria pero no es suficiente, existen pérdidas distintas a las extracciones de las cosechas

Ley de la restitución ampliada: Si se desea mantener la fertilidad del suelo, es necesario devolver todos los elementos nutritivos por cualquier causa que puedan perderse. Causas:

- Extracción de cultivos
- Extracción de malas hierbas
- Lixiviación
- Pérdida de asimilabilidad por atracción de otros elementos minerales
- Pérdida de asimilabilidad por transformación en compuestos orgánicos, o por precipitación de elementos minerales

Clasificación de suelos:

- **Suelos ricos:** Se pueden cultivar sin restituir las pérdidas, la fertilidad descenderá pero puede controlarse mediante análisis de suelo hasta llegar a suelos medios.
- **Suelos medios:** Podemos encontrar dos casos, en los que no hay respuesta significativa de los cultivos ante una fertilización mineral, y en los que hay respuesta significativa ante un abonado.
- **Suelos pobres:** Respuesta positiva del aporte de fertilizantes, necesarios abonados de corrección o de fondo. Hasta el nivel medio en cultivos extensivos y nivel rico en cultivos intensivos.

Ley del mínimo o de los factores limitantes: Liebig enunció que, el rendimiento de las cosechas es proporcional al elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad. Este elemento limita la producción, es decir, es el factor limitante.

Así si elevamos el nivel del elemento limitante, la cosecha aumentará linealmente hasta un punto en que dejará de serlo.

La ley del mínimo aplicada a la fertilización del suelo obligará a tener en cuenta todos los elementos nutritivos. El equilibrio de la fertilización es más importante que el valor absoluto de cualquiera de ellos.

Cualquier factor climático, edáfico o de cultivo actúa como mínimo y llega a limitar el efecto de los fertilizantes.

Ley de Mitscherlich: La ley del mínimo expresa aspectos cualitativos, la de Mitscherlich expresa aspectos cuantitativos, con su ley de los rendimientos decrecientes, o ley de los incrementos de rendimiento menos que proporcionales. A cada incremento del factor productivo corresponden aumentos de cosechas cada vez más pequeñas hasta que la curva llega a un máximo.

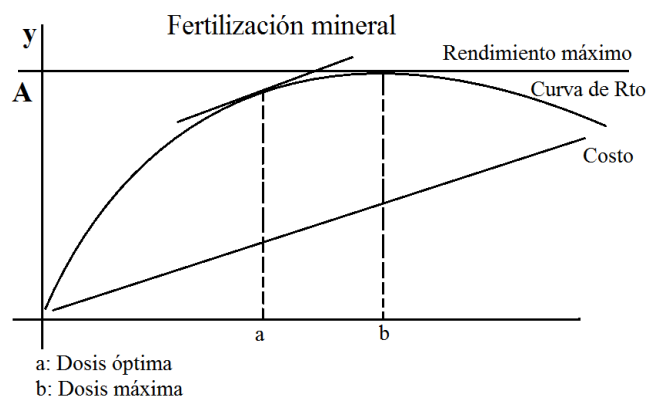
$$\frac{dy}{dx} = C(A - y)$$

Donde

A: Máximo punto

y: Decrecimiento del cultivo

X: Acción del factor

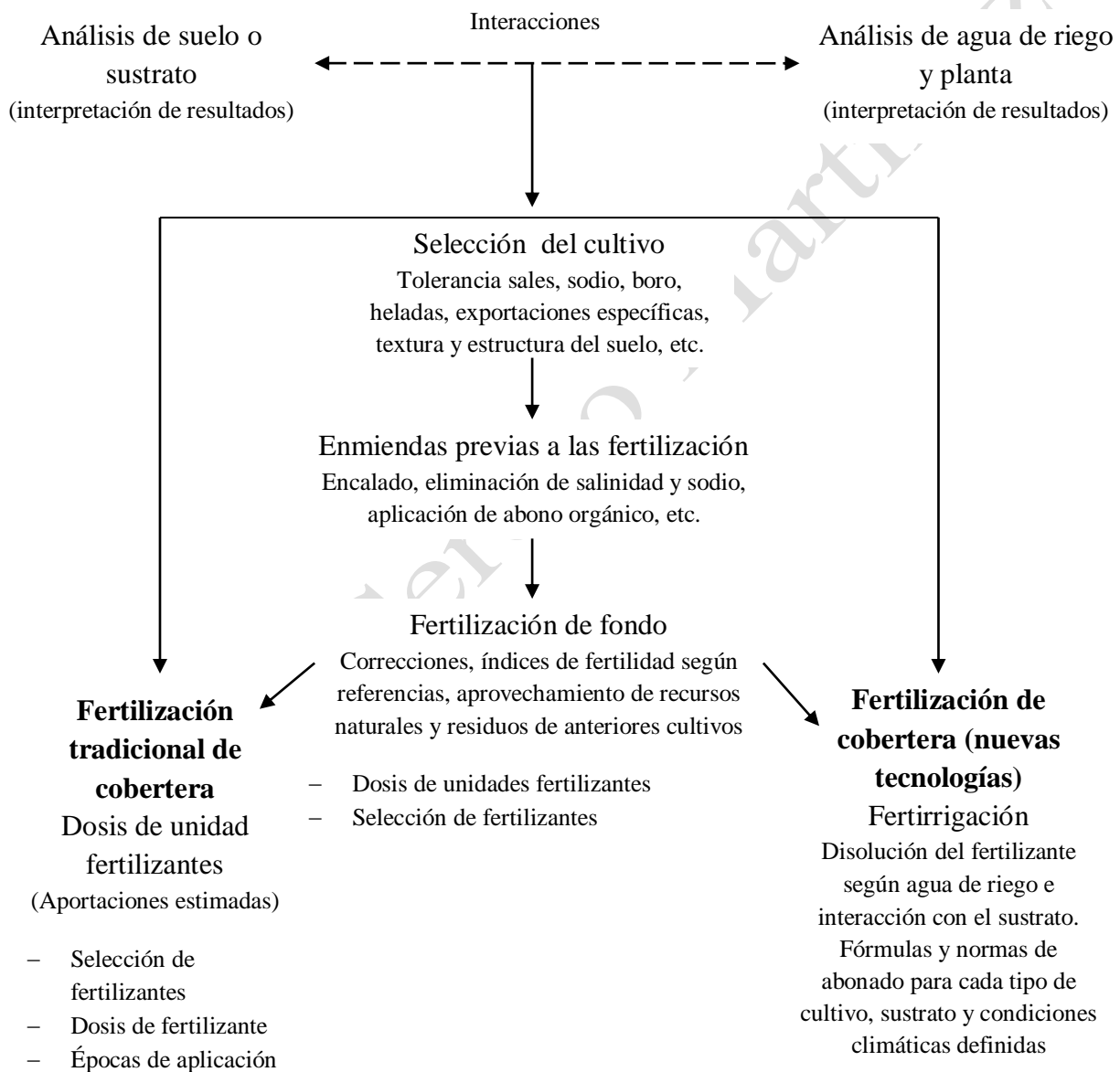


Aplicación de la ley de productividad decreciente a la fertilización mineral:

- Para el cálculo de dosis de abonado hay que tener en cuenta las reservas del suelo, la curva no comienza desde el origen de coordenadas.

$$y = A[1 - e^{-c(x+b)}]$$

- Se realizarán abonados de fondo o corrección si la fertilidad del suelo es media o pobre
- El nitrógeno tiene un coeficiente de rendimiento específico más bajo que el fósforo y que el potasio, es necesario aplicar dosis nitrogenadas para alcanzar un resto máximo.
- Las curvas de Mitscherlich pueden establecer niveles óptimos y máximos para la aplicación de fertilizantes en función del valor de la producción obtenida y del costo de los abonos empleados.



12.12. Abonos

Son sustancias que se aplican directa o indirectamente a las plantas, para favorecer su crecimiento, aumentar su producción o mejorar su calidad. Descripción de la riqueza de los abonos.

Antiguas		Actuales	
N		N	Nitrógeno
P ₂ O ₅		P	Fósforo
K ₂ O		K	Potasio
MgO	Materiales	Mg	Magnesio
CaO	calizos	Ca	Calcio

12.13. Clasificación

- Según la forma de obtención
 - Abonos naturales: Estiércol, turba, materia orgánica.
 - Abonos artificiales: Abonos nitrogenados, P, K.
- Según su procedencia:
 - Abonos de granja
 - Abonos comerciales
- Según su forma de actuar:
 - Efecto directo: La mayor parte de los N, P, K, estiércoles, líquidos...
 - Efecto indirecto: Enmiendas del suelo.
- Según la velocidad de su efecto
 - Efecto rápido: Ponen rápidamente a disposición de las plantas sus sustancias nutritivas, o mejorar el suelo en poco tiempo.
 - Efecto lento: Solo actúan cuando están descompuestos en el suelo.
- Según el tipo de compuesto químico
 - Abonos orgánicos
 - Abonos minerales
- Según el número de elementos nutritivos
 - Abonos simples
 - Abonos compuestos o complejos