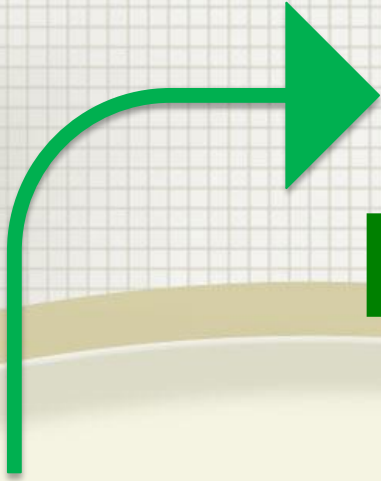
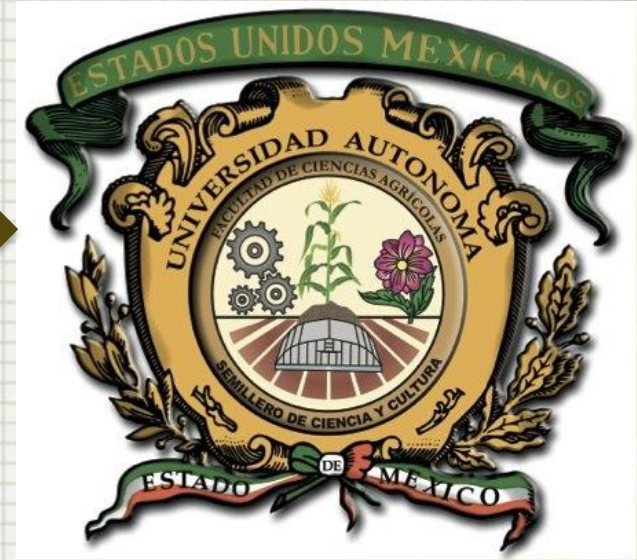
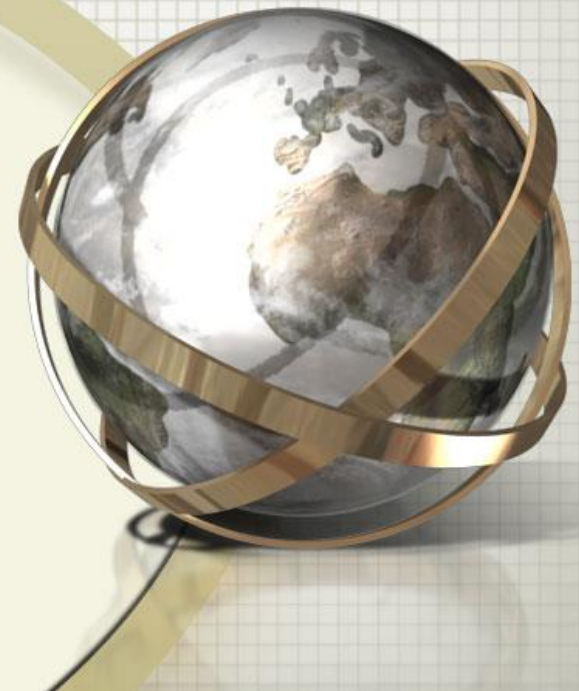


# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO





# FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



# LICENCIATURA INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA



# UNIDAD DE APRENDIZAJE

## FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICIÓN VEGETAL

PROCESO

DR. RODOLFO SERRATO CUEVAS



**LA UNIDAD DE APRENDIZAJE FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL, DE ACUERDO A MAPA CURRICULAR PERTENECE AL TERCER SEMESTRE, EN LA LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA.**

**EN ESTE MATERIAL SE PRESENTA INFORMACIÓN PARA COMPRENDER LA FERTIDAD DEL SUELO, POR TAL MOTIVO SE DEBE RECONOCER LAS INTERRELACIONES SUELO -AGUA-PLANTA - ATMÓSFERA EXISTENTES.**

**FACTORES EXTERNOS COMO EL AIRE, CALOR, LUZ, SOPORTE MECÁNICO, NUTRIENTES Y AGUA, CONTROLAN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.**

**LA PLANTA DEPENDE DEL SUELO TOTAL O PARCIALMENTE PARA EL SUMINISTRO DE ESTOS FACTORES, CON EXCEPCIÓN DE LA LUZ.**

**CADA UNO DE ELLOS AFECTA EN FORMA DIRECTA EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA; CADA UNO DE ELLOS ESTÁ RELACIONADO CON LOS DEMÁS.**



**POR OTRO LADO, EL AGUA Y EL AIRE EN EL SUELO OCUPAN TOTAL O PARCIALMENTE EL ESPACIO POROSO, AQUELLOS FACTORES QUE AFECTAN LAS RELACIONES HÍDRICAS NECESARIAMENTE INFLUENCIARÁN EL AIRE DEL SUELO.**

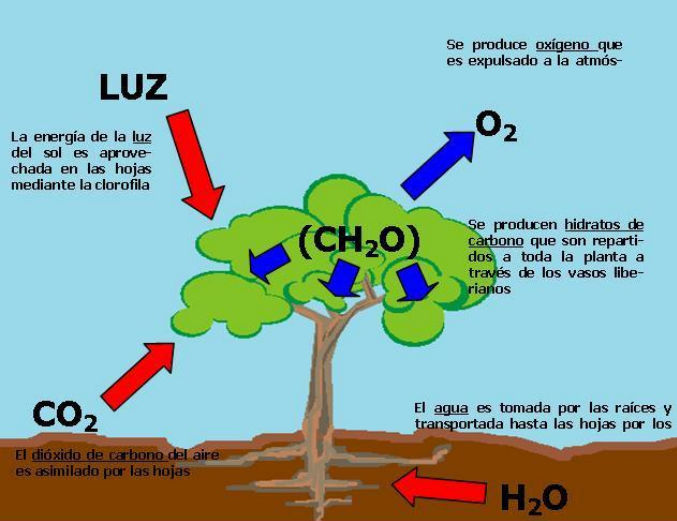
**A SU VEZ LOS CAMBIOS DE HUMEDAD AFECTARÁN LA TEMPERATURA DEL SUELO.**

**LA DISPONIBILIDAD DE LOS NUTRIENTES ESTÁ AFECTADA POR EL BALANCE ENTRE AGUA Y SUELO Y LA TEMPERATURA DE ÉSTE.**

**EL CRECIMIENTO RADICULAR TAMBIÉN ESTÁ INFLUENCIADO POR LA TEMPERATURA, POR EL AIRE Y EL AGUA DEL SUELO.**

**POR LO EXPUESTO ARRIBA, ES NECESARIO E INDISPENSABLE DAR A CONOCER A LOS ALUMNOS LAS INTERRELACIONES QUE SE PRESENTAN AL INICIR EL ESTUDIO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.**





# FUNDAMENTO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO



# Fertilidad del suelo y elementos asimilables

En función de lo anterior, la idea de Elemento Asimilable, correspondería

a cualquier elemento nutritivo que

en unas condiciones físico-químicas determinadas en el sistema suelo-planta está en disposición de ser absorbido por la planta.

Por lo tanto la disponibilidad de un elemento nutritivo es la resultante, en un determinado momento

de la serie de reacciones químicas complejas que se producen simultáneamente

cuyo equilibrio depende tanto de los factores físico-químicos

como de las interacciones de la planta en el sistema.





# Fertilidad del suelo y elementos asimilables

En la determinación de la fertilidad del suelo con relación a cualquier elemento nutritivo, existen tres conceptos o parámetros de la máxima importancia:

Capacidad

Intensidad

Velocidad

Lo anterior se visualiza de la siguiente forma:

E (suelo)

**Velocidad**

(Capacidad)

E (solución)

**velocidad**

(Intensidad)

E (planta)

(Absorción)



## CAPACIDAD

es la cantidad de elemento en las diversas fracciones del suelo (absorbido, fijado, precipitado, etc.), que esta en equilibrio con el elemento en solución, por lo tanto susceptible de restablecer el equilibrio compensando total o parcialmente las pérdidas del mismo de la solución, por la absorción de las plantas.

## INTENSIDAD

es la concentración del elemento en el suelo que, en gran parte, determina la absorción por la planta.

## VELOCIDAD

la medida en que se repone la solución del suelo por la liberación de elementos de fracción sólida es la velocidad o movilidad del elemento en el sistema.



En aquellos casos en que esta velocidad sea inferior a la velocidad de absorción por la planta, se produciría una reducción en el factor intensidad o concentración del suelo.

**Por lo tanto la capacidad productiva de los suelos esta determinada principalmente por sus propiedades químicas y físicas incluyendo el aprovechamiento de la humedad.**

humedad  
aprovechamiento de la  
físicas incluyendo el  
sus propiedades químicas y



**La utilización de la tierra para producción óptima y beneficio económico a largo plazo requiere de un profundo conocimiento de la fertilidad del suelo y de prácticas de manejo con principios científicos, pero a la vez reforzadas con experiencias prácticas.**

**Las condiciones del suelo, clima y topografía así como condiciones económicas, deben ser evaluadas con anticipación para que las prácticas de fertilidad se realicen inteligentemente.**



**DEFINICIÓN DE  
FERTILIDAD Y  
PRODUCTIVIDAD DEL  
SUELO**



# FERTILIDAD

Es la habilidad que tiene el suelo de abastecer los elementos esenciales y cantidades convenientes a la planta para su buen desarrollo y rendimiento.

Esta definición indica que la fertilidad del suelo estudia el abastecimiento balanceado de elementos esenciales y cantidades necesarias de éstos para satisfacer los requerimientos de la planta, adecuadamente.

Las plantas tienen diferentes requerimientos de nutrimento y tolerancia a los elementos tóxicos según la especie y su hábitat ecológico.



# PRODUCTIVIDAD

Es la capacidad que tiene un suelo de producir una cosecha o una secuencia de cosechas bajo un sistema de manejo específico, y está fuertemente relacionado con el medio y la fertilidad del suelo.

En esta definición se puede recalcar que la productividad es la capacidad que tiene un suelo de ofrecer un máximo de un cultivo bajo un sistema de manejo propio.

Todos los suelos productivos son fértiles para los cultivos que allí crecen pero no todos los suelos fértiles son productivos si hay algún factor o factores en cantidades inapropiadas que limitan el desarrollo y rendimiento del cultivo.

En la productividad de suelos hay una correlación positiva entre fertilidad y propiedades físicas del suelo, de manera tal que un suelo productivo siempre tendrá buenas características físicas y un alto nivel de fertilidad.



# FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS

FACTORES QUE INFLUYEN EN  
EL DESARROLLO Y  
RENDIMIENTO DE LOS  
CULTIVOS





No hay duda que el éxito de una explotación agrícola depende esencialmente del crecimiento de los cultivos , ya que de este crecimiento depende en última instancia la producción y, por tanto, los beneficios del productor.

Los factores que afectan el desarrollo y rendimiento de las plantas se pueden dividir en:

1. Genéticos(bióticos)
- 2 Ecológicos o del medio ambiente (abióticos).



# FACTORES BIÓTICOS

El medio ambiente de un organismo incluye;

el medio orgánico, que comprende a los productos de la materia orgánica y de otros organismos a las plantas y animales de la región,

variabilidad genética

Densidad de plantas

malezas

Densidad de plantas

hongos

virus

bacterias



# FACTORES ABIÓTICOS

Entre los factores se incluye

toxicidad de algunos elementos

disponibilidad de nutrimentos

estructura

textura,

pH del suelo

temperatura

humedad

luz,

viento,

heladas,

humedad relativa de la atmósfera

contaminantes de la atmósfera

aireación del suelo,



- Se reconoce que el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, se puede expresar considerando:

$$\text{Producción} = f(\text{suelo, cultivo, clima, manejo, ...})$$



La influencia de cada uno de estos factores, tiene relación a través de los aspectos siguientes:

**Suelo**

**Fertilidad actual,**

**textura,**

**humedad**

**aireación**

**condiciones específicas  
(acidez, alcalinidad, salinidad,  
toxicidad, erosión, etc.)**

**Cultivo**

**Clase de planta,**

**variedad,**

**número de plantas por  
hectárea, etc**



La influencia de cada uno de estos factores, tiene relación a través de los aspectos

Clima

Precipitación (intensidad, distribución total en el periodo vegetativo del cultivo)

temperatura (máxima, mínima, media),

luminosidad

viento, etc.

Manejo

Preparación del suelo

combate de plagas, enfermedades, malas hierbas

labores culturales

Época de aplicación de los fertilizantes, etc



En cuanto a los factores genéticos y tecnológicos

Cada planta tiene sus características propias de

las plantas no se comportan de la misma manera en diferentes condiciones ecológicas.

crecimiento

producción

exigencias con el medio que la rodea.



**Se ha  
considerado:**



**a\_\_ Cualidades de las plantas relacionadas con la genética de la semilla.**

**b\_\_ Observaciones relativas a híbridos y variedades mejoradas.**

**c\_\_ Diferencias de producción entre variedades.**

**d\_\_ Variedades y necesidades de nutrientes.**

**e\_\_ Adaptabilidad de variedades-interacción variedad-fertilidad.**





**Desde luego, la constitución genética determina la adaptabilidad de las plantas al clima que con otros factores ambientales actúan conjuntamente.**

**Las plantas se desarrollan en medios diferentes, y exigen condiciones adecuadas para un buen desarrollo**



**Considerando esto y los factores anteriores, el desarrollo y rendimiento de las planta son,**

**una función de los efectos de cada uno de ellos**

**siendo las interacciones en muchos casos más importantes que los efectos independientes.**

**más las interacciones de estos factores en sus diferentes combinaciones**



**Algunas de las interacciones más importantes de primer orden en fertilidad de suelos son:**

**Genotipo x Fertilidad**

**Genotipo x Humedad,**

**Temperatura x Humedad,**

**interacciones entre dos o más nutrimentos y otras**



Muchos de los factores que afectan el rendimiento de un cultivo

pueden ser controlables

según las condiciones del sitio donde está desarrollándose la planta.

No controlables



# GENOTIPO E INTERACCIÓN



## **INTERACCIÓN GENOTIPO x FERTILIDAD**

Un ejemplo, es la dosis óptima económica de nitrógeno para la variedad de trigo de tallo largo C-306 tradicional en la India es de 90 kg/ha con un rendimiento de 4 t/ha de grano, mientras que la variedad Sonora 64 de tallo largo y mayor capacidad productiva es de 150 kg/a con un rendimiento de 6,5 t/ha.

## **INTERACCIÓN VARIEDAD x HUMEDAD**

**Un ejemplo es el cultivo de maíz de una región determinada se han desarrollado híbridos recomendables para condiciones de riego y de temporal.**



## HIBRIDOS RECOMENDADOS PARA

ZONA	RIEGO	TEMPORAL
Valle de México	H129 H309; H352; H366	H28; H30; H32 H220: H230

Los primeros son de ciclo más largo, más exigentes en agua y más rendidores, mientras que los segundos son de ciclo más corto, requieren menos agua y nutrimento, pero ofrecen menores rendimientos con la ventaja de que hay mayor probabilidad de obtener cosecha bajo condiciones de humedad limitada.



## INTERACCIÓN VARIEDAD x TEMPERATURA

Bajo una misma latitud, a menor altitud corresponde una mayor temperatura y para los cultivos como maíz que es sensible a la altitud, se ha desarrollado variedades específicas para las diferentes altitudes.

A menor altitud corresponde un menor ciclo de desarrollo pero al mismo tiempo un rendimiento más bajo.

### HIBRIDOS DE MAÍZ DE RIEGO RECOMENDABLES PARA TRES ALTITUDES EN MÉXICO

ALTITUD	HIBRIDOS DE RIEGO	DÍAS A MADURÉZ	RENDIMIENTO
0 -1 200	H503 – H507	105	5
1 400 – 1900	H309; H352	130 – 150	7
1 900 – 2 300	H129; H131	180	9





# FACTORES ECOLÓGICOS



# TEMPERATURA

La temperatura es una medida de la intensidad del calor.

Los físicos consideran que la temperatura de nuestro universo fluctúa desde  $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ , hasta varios millones de grados cerca del centro del sol.

El límite de supervivencia de los organismos vivos en nuestro planeta se ha considerado generalmente entre  $-35$  y  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

La esfera de crecimiento para la mayoría de las plantas, sin embargo, es habitualmente más limitada, quizá entre  $15$  y  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A temperaturas por debajo o por encima de estos límites el desarrollo disminuye rápidamente.

La temperatura afecta las siguientes funciones de las plantas:



Tratándose de una reacción fotoquímica la fotosíntesis resulta afectada por la temperatura.

El efecto o reacción temperatura-fotosíntesis es compleja y difiere con las plantas de especies diferentes tanto como el contenido de dióxido de carbono, la intensidad de la luz y la duración de la luz de una intensidad determinada.

## a. Fotosíntesis

Bajo condiciones de luminosidad limitada, el aumento de temperatura se traduce en una pérdida de  $\text{CO}_2$  por intensificación de la respiración.

Se sabe que tiene poca influencia la baja luminosidad, pero al ser limitante el  $\text{CO}_2$ , la actividad fotosintética es mayor al aumentar la temperatura.

En experimentos realizados, se pudo apreciar que bajo una intensidad luminosa adecuada la fijación de  $\text{CO}_2$  aumenta al elevarse la temperatura de 40 a 80 °F.

La fotosíntesis se realiza en condiciones favorables de 10 a 35°C.



# Respiración

La respiración es también afectada por los cambios de temperatura.

Se establece que en general, la respiración tiene lugar más lentamente a bajas temperaturas y se incrementa con las temperaturas más altas.

Es posible que, bajo condiciones de temperaturas prolongadas, por encima de la óptima, una planta presenta signos de hambre o sufre inanición porque la respiración es más intensa que la fotosíntesis.

La fotosíntesis neta resulta del balance fotosíntesis-respiración.

Cuando la temperatura favorece en mayor grado a la respiración que a la fotosíntesis, los rendimientos se abaten.



# **Absorción de agua y nutrimento**

**La absorción aumenta con una elevación de la temperatura en el medio ambiente de las raíces de 0°C hasta alrededor de 60 o 70°C.**

**Una baja temperatura reduce la absorción de agua y nutrimento por la planta debido a que abate la elongación de la raíz, la permeabilidad de las células radicales y la actividad metabólica general.**

**El efecto que la temperatura ejerce en la absorción del agua se puede explicar en parte como el resultado de cambios en la viscosidad del agua y protoplasma, en la permeabilidad de la membrana celular y en la actividad fisiológica de las mismas células de la raíz.**



A mayor temperatura corresponde una mayor transpiración, aunque a este respecto existe diferencia entre especies.

# Transpiración

Debe existir un adecuado equilibrio entre la velocidad de transpiración y la velocidad de absorción de agua para la planta a fin de que ésta conserve su turgencia.

La absorción del agua por las raíces de la planta resulta afectada por la temperatura; la absorción aumenta con una elevación de la temperatura en el medio ambiente de las raíces.

Una deficiencia de agua u oxígeno en el suelo puede ocasionar un desequilibrio en la planta y consecuentemente su marchites.

En condiciones de excesiva transpiración, las pérdidas de agua pueden exceder al agua de que dispone la planta y pueden aparecer signos de marchites.

A la transpiración también se le conoce como la pérdida de agua de los estomas de las hojas.

Las proporciones de transpiración, por lo general, son bajas a baja temperatura y aumenta con temperaturas altas.



## **Actividad microbiana del suelo**

**La temperatura ejerce indirectamente su influencia en el desarrollo de la planta por su efecto en la población microbiana del suelo.**

**Los organismos heterotróficos, se incrementan con una elevación de la temperatura.**

**La liberación de N y P y otros nutrientes de los residuos de la materia orgánica, es más rápida a temperaturas más altas y frecuentes.**

**Así mismo algunas enfermedades de la planta se favorecen o desfavorecen con altas temperaturas.**

**La actividad microbiana, influenciada por la temperatura, afecta también la concentración de oxígeno y CO<sub>2</sub> en la atmósfera del suelo**

**Al afectar la temperatura la actividad microbiana del suelo, se afectan otras propiedades del mismo, como el pH que resulta ser menor en el verano que en el invierno por la mayor liberación de CO<sub>2</sub> en el suelo.**



## Crecimiento

A altas temperaturas el crecimiento se retrasa debido a que los tejidos se deshidratan por la elevada transpiración y escasa absorción de agua y de sustancias nutritivas.

Se considera que esto último puede deberse a cambios de: viscosidad del agua, permeabilidad de la pared celular, actividad propia de las células de la raíz.

## Otros efectos de la temperatura

Los frutales caducifolios requieren de un cierto número de días para estimular el desarrollo de yemas florales.

Temperaturas excesivamente altas esterilizan el polen del maíz y reducen la fecundación y el rendimiento del grano.





**Interacción  
Temperatura x  
Fertilidad**

Según datos reportados por Trierweiler (1971), plántulas de maíz de 9 días de edad y 9 cm de Altura sufrieron una helada de  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 96 % de las plántulas no fertilizadas fueron dañadas por la helada; en cambio solamente 20 % de las plántulas fertilizadas se dañaron.

El contenido de sales minerales fue estadísticamente igual en plantas fertilizadas y no fertilizadas, por lo que la resistencia al frío de las plántulas se atribuye a un posible mayor contenido de aminoácidos libres, azúcares, etc., que pudo abatir el punto de congelación.



**El desarrollo de las plantas está en proporción a la disponibilidad del agua, restringiéndose en presencia de contenidos extremos (limitaciones o abundancias).**

## **2. HUMEDAD**

**El agua en el tejido vegetal es indispensable porque desempeña las siguientes funciones:**

**a. Elaboración y constituyente en la síntesis de carbohidratos.**

**b. Mantener hidratado al protoplasma.**

**c. Vehículo de transporte de alimentos y nutrientes minerales**

**d. La humedad interna en cierta forma regula la división y el crecimiento celular y en consecuencia el desarrollo de las plantas.**

**e. Contenidos extremos de humedad (limitado o abundante) perjudica a los microorganismos del suelo y limita la aprovechabilidad de los nutrimentos.**

**f. Con escasa humedad la absorción del N y K es reducida, por el efecto de la alta tensión con que el agua es retenida en el suelo.**

**g. Conservación de una baja temperatura en las plantas.**

**h. Medio de transporte de nutrientes.**



# 3. LUZ



**indispensable en el desarrollo de los vegetales por intervenir en reacciones vitales para la planta como es la fotosíntesis y síntesis de clorofila.**



**Así, se requieren diez cuanto de luz (fotones) para reducir una molécula de CO<sub>2</sub>.**

**La luz es indispensable en el desarrollo de los vegetales por intervenir en reacciones vitales para la planta como es la fotosíntesis y síntesis de clorofila.**



La luz es importante en sus características de:

Que se refiere a la longitud de onda.

Calidad.

Aunque todo el espectro visible es útil para la fotosíntesis

mayor eficiencia se tiene entre los 4 000 y 4 300 Å (violeta)

entre 6 000 y 6 300 Å (anaranjado) ( $1 \text{ Å} = 10^{-8} \text{ cm} = 0.0001 \text{ μ}$ )



## Intensidad



Aunque la investigación no es fácil, se sabe que:

el crecimiento es mayor a la luz completa del día

las hojas y tallos pueden mostrar mayor desarrollo a baja intensidad, pero tienen menos “peso seco total”, que a alta intensidad

la densidad de siembra puede limitar la intensidad de luz en una plantación.



# Duración (fotoperiodo)

El comportamiento de la planta en relación a la duración de la luz del día se denomina fotoperiodo.

Sobre la base de su reacción al fotoperiodo, las plantas se han clasificado en:



## **Duración (fotoperiodo)**

### **Plantas de día corto**

**Las que florecen en un periodo de duración igual o inferior a su periodo crítico. (algunas variedades de tabaco, caña de azúcar, fresa, camote, soya).**





# Duración (fotoperiodo)

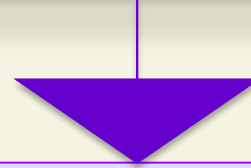
## Plantas de día largo

Las que florecen en un periodo de mayor duración a su periodo crítico.

Si es mayor, su reproducción es solo vegetativa (trébol, espinaca, lechuga, papa, etc.).



# Duración (fotoperiodo)



Las que florecen aunque los días tengan diferente duración.

Plantas  
intermedias

Algunas veces se atribuye a la duración del día los fracasos de la floración.



**Generalmente, las plantas presentan buen desarrollo a una intensidad y duración inferior a un día completo.**

**Se requieren diez cuantos de luz (fotones) para reducir una molécula de CO<sub>2</sub>.**

**Solo 45 % de la radiación solar total es luz visible y por lo tanto efectiva para la fotosíntesis (R.F.A = 45 %); la planta absorbe 80 % de la R.F.A; 25 % de la energía fijada en la fotosíntesis se pierde en la respiración.**

**Por lo anterior y por limitaciones en la eficiencia enzimática y de los pigmentos, la planta solo puede usar como máximo el 52 % del total de la radiación solar en procesos fotosintéticos.**

**El fotoperiodo, la humedad y la temperatura tienen influencia cualitativa y cuantitativa en la inducción floral, en la magnitud de la floración y la madurez fisiológica de las plantas.**



**La respuesta al fotoperiodo puede ser cualitativa en algunas especies o cuantitativa en otras.**

**También puede observarse respuesta cualitativa o cuantitativa al frío, a altas temperaturas y a la humedad.**

**Hay varias referencias indicando la influencia de la luz en la absorción y metabolismo de nutrimento.**

**Bajo cultivos extensivos en la práctica, la intensidad luminosa se controla en cierto grado con la densidad de población, la anchura y orientación de los surcos y la distribución de las plantas en el terreno.**



**El conocimiento de la exigencia de las plantas a la intensidad luminosa en sus diferentes etapas de desarrollo pueden orientar en la selección de las especies apropiadas para usarse en asociaciones de cultivo de imbricados (sobrepuestos).**

**La eficiencia fotosintética de la luz en las plantas varían según su longitud de onda (color).**

**La mayor eficiencia se logra con longitudes de onda de 420 y 760 milimicras, que corresponde al color azul y el anaranjado rojizo.**

**La luz verde (de 500 a 600 milimicras) es la menos efectiva, porque se absorbe en mínima cantidad por los pigmentos de clorofila.**



# 4. COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA



**El oxígeno y el CO<sub>2</sub> de la atmósfera son esenciales para el desarrollo vegetal.**

**La interacción entre el CO<sub>2</sub> y la intensidad luminosa, en experimentos realizados, se advierte que es inútil para la fotosíntesis el tener una alta intensidad luminosa si se cuenta con insuficiente CO<sub>2</sub> o viceversa.**

**Un control directo de CO<sub>2</sub> en la atmósfera solo puede lograrse bajo condiciones de invernadero; sin embargo, en el campo puede favorecerse la liberación de CO<sub>2</sub> mediante la aplicación de abonos orgánicos y favoreciendo la descomposición de la materia orgánica del suelo.**



aldehidos

amoniaco

CO

Cl

HCl

HF

SO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>S

HCN



partículas  
suspendidas  
(ceniza,  
hollín y  
humo),

hidrocarburos

fosgenos  
(cloruro de  
carbonilo),

óxidos  
nitrosos

Con el incremento de la actividad industrial y la circulación de los vehículos de motor, en ciertas áreas urbanas e industriales la atmósfera se ha cargado con gases tóxicos a la planta que según Foy (1970) los más importantes son:



**puede haber  
contaminantes  
secundarios por la  
luz solar sobre los  
primarios, ejemplo  
ozono, ácidos  
orgánicos y  
oxidantes como el  
nitrito  
peroxiacetilo.**

**Así entonces, el  
promedio del CO<sub>2</sub>  
es de 0.03%, que  
es producido por la  
respiración animal  
y vegetal, y  
descomposición de  
materiales  
orgánicos.**



**El  $\text{CO}_2$  es necesario en la fotosíntesis, las investigaciones desarrolladas demuestran que:**

**\_\_En una plantación, en un día sin viento y buena luminosidad, el contenido de  $\text{CO}_2$  es reducido (por la mayor intensidad de la fotosíntesis) y con baja luminosidad el contenido de  $\text{CO}_2$  es alto.**

**\_\_La respiración de las plantas sufre trastornos con alto contenido de  $\text{CO}_2$**



**AIRE DEL SUELO**



**Guarda relación  
con la textura,  
estructura y  
actividad  
bacteriana.**

**El contenido de  
oxígeno que es  
indispensable para  
la respiración de  
las raíces, esta  
influenciado por:**

**Las  
inundaciones**



El arroz y algunos otros cultivos resisten inundaciones prolongadas porque cuentan con mecanismos especiales de transformación de oxígeno de la parte aérea de las raíces, pero otras requieren de una adecuada aireación del suelo para poder crecer y funcionar normalmente, ya que necesitan un alto contenido de  $O_2$  en la zona de raíces.

El daño ocasionado por la falta de oxígeno a las raíces en las plantas susceptibles, depende de la edad de la planta.

Presencia de microorganismos, con la temperatura adecuada necesitan suficiente oxígeno para realizar su trabajo.

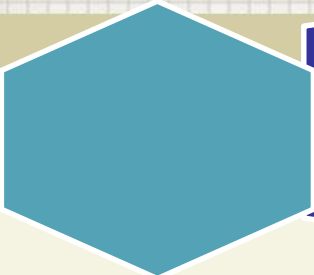
Se ha observado que la falta de  $O_2$  en la zona de raíces, al disminuir la respiración reduce la adsorción de elementos nutritivos.

El oxígeno es indispensable para la respiración de las raíces.




# 6. REACCIÓN DEL SUELO





**La concentración de  $H^+$  en la solución del suelo como tal, normalmente tiene poca importancia**

**Sus efectos indirectos, sin embargo, son muy importantes en la fertilidad de los suelos, ya que afecta la solubilidad de varios nutrimentos como P, Fe, Zn, Mn y Mo y elementos fitotóxicos como el aluminio.**



**En suelos ligeramente ácidos, los cambios leves en pH afectan la disponibilidad de algunos microorganismos como el Zn, Mn, Fe, etc.**



**La reacción desfavorable del suelo pueden afectar seriamente al desarrollo de las plantas:**

**\_\_En suelos ácidos con Fe y Al solubles. El P aprovechable es reducido.**

**\_\_En suelos alcalinos el Mn es escasamente disponible. En suelos calcáreos el P también es limitado.**

**\_\_Algunas enfermedades suelen afectar a los cultivos según el pH del suelo.**





**En papas, la roña, cuando la reacción es ligeramente ácida o alcalina.**

**En tabaco, los hongos de la raíz, a pH neutro o alcalino, etc.**

**Welch et al (1976) lograron controlar la infección de *Plamosiophora brassicae*, en la raíz de la col de Bruselas (hernia de la col) mediante aplicaciones de cal al suelo que elevaron el pH 6.1 a 7.3 con ello los rendimientos se triplicaron.**



Foy et al (1967) encontraron que las plantas sensibles a pH bajo contenían más aluminio en sus raíces y menos calcio en sus tallos que las plantas tolerantes.

El pH del suelo tienen influencia también en el metabolismo del nitrógeno y en la actividad microbiológica del suelo.

El pH varía según la temperatura, aumenta en verano y disminuye en invierno, esto se debe a la mayor actividad microbiana mayor temperatura, y tales cambios pueden afectar el crecimiento de las plantas.

La liberación de  $\text{CO}_2$  consecuencia de la respiración de las raíces y de la descomposición de la materia orgánica, forman  $\text{H}_2\text{CO}_3$  con el agua.



# 7. Factores bióticos



**Los muchos factores bióticos que pueden limitar el desarrollo de la planta se agrupan todos aquellos organismos que pueden afectar favorable o desfavorablemente el desarrollo de las plantas como ejemplo de los segundos tenemos las malas hierbas, las plagas y los microorganismos patógenos.**



**Como organismos favorables por ejemplo se tiene a los fijadores de nitrógeno atmosférico, a las micorrizas y a los que hacen pasar los nutrimentos vegetales a formas aprovechables según su actividad.**



**El hombre mismo puede actuar como factor favorable o desfavorable según su actividad, otros efectos del factor biótico a considerar son:**

**\_\_Una fertilización abundante, favorece un buen desarrollo, puede promover la manifestación de algunas enfermedades, como es el caso del mildew del trigo cuando se fertiliza con exceso de nitrógeno.**

**\_\_Una insuficiente fertilización potásica aumenta la susceptibilidad a enfermedades vasculares porque los vasos son más angostos y mal distribuidos.**

**\_\_Una excesiva fertilización nitrogenada favorece la pudrición de las bellotas al propiciar un abundante desarrollo vegetativo.**



**\_\_La fertilización nitrogenada y la alta densidad de población abatieron la incidencia de carbón de la espiga de maíz**

**\_\_El ataque de algunas enfermedades en las plantas se puede manifestar como una gran necesidad de nutrientes, esto requiere de un diagnóstico preciso.**

**\_\_Las malas hierbas limitan el desarrollo y compiten con los cultivos en nutrientes, agua, luz solar, espacio, su combate es obligado.**

**\_\_El ataque de nematodos reduce la capacidad absorbente del agua y nutrientes, generando síntomas de sequía y de deficiencias nutritivas en las plantas. Las plantas sobrepasan mejor esa limitación cuando se tiene mayor concentración de nutrientes en el suelo.**

**\_\_Los insectos también presentan problemas, su ataque oportuno evita daños serios en las plantas cultivadas.**

**\_\_Una planta con fertilización balanceada tiene buen desarrollo y puede resistir el ataque de enfermedades.**

**\_\_Los híbridos y variedades rendidoras dan mejor respuesta de cosecha con las aplicaciones requeridas de fertilizantes.**



# 8. ELEMENTOS NUTRITIVOS DE LAS PLANTAS



Desde 1927, Arnon, dejó establecido un criterio de esencialidad de los nutrimentos vegetales.

De acuerdo al mismo, un elemento nutriente puede considerarse esencial

1. En ausencia, la planta no completa su ciclo vital.

2. El síntoma de deficiencia se corrige solo agregando el elemento en cuestión.

3. El elemento interviene directamente en el metabolismo de la planta independientemente de su efecto indirecto sobre el suelo o sobre otros organismos.





**Se han  
identificado  
16 elementos  
nutrientes  
esenciales**

**oxígeno y  
carbono**

**proceden del agua y  
del aire**

**nitrógeno  
, fósforo y  
potasio**

**macroelementos primarios  
requeridos en altas  
cantidades  
están comúnmente en  
cantidades insuficientes en  
los suelos agrícolas**

**calcio,  
magnesio  
y azufre**

**macroelementos secundarios  
requeridos en altas  
cantidades, pero sus  
deficiencias generalmente  
se corrigen en forma  
colateral al agregarse  
fertilizantes**



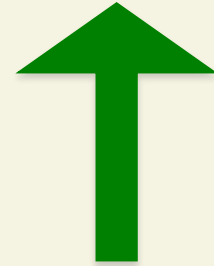
Se han  
identificado  
16  
elementos  
nutrientes  
esenciales

hierro  
boro  
cobre  
manganeso  
molibdeno  
zinc



requeridos en  
pequeñas dosis  
por las plantas

microelementos



fundamentalmente  
intervienen como  
catalizadores de  
reacciones  
metabólicas



**elementos  
nutrientes  
esenciales**

**Existen otros  
elementos que  
aunque no reúnen  
las condiciones de  
esencialidad**

**sodio,  
cobalto,  
vanadio y  
silicio**

**Son importantes  
por beneficiar a  
ciertas plantas.**



**El suministro adecuado de elementos minerales es necesario para una producción agrícola eficiente,**

**pero tales elementos por sí solos no son garantía de una cosecha abundante,**

**por el posible efecto limitante de otros factores que intervienen en el crecimiento de las plantas.**



**Los elementos nutritivos minerales son absorbidos por las plantas:**

**En su mayor parte de la solución del suelo por las raíces.**

**Por cualquier parte viva, como lo demuestran las aspersiones al follaje con sustancias nutritivas.**



**\_\_En los minerales primarios y secundarios**



**No son directamente asimilables, pasan a formas solubles a través de la intemperización.**

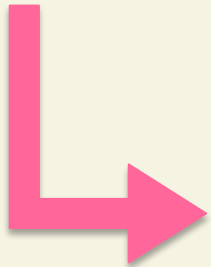
**Los elementos nutritivos pueden encontrarse en tres formas en el suelo.**



**\_\_Cationes adsorbidos a los coloides del suelo (minerales y orgánicos).**



**En esta forma los nutrimentos pueden ser asimilables mediante el intercambio de cationes.**



**\_\_En la solución del suelo.**



**Los nutrientes asimilables están en forma iónica o en compuestos de bajo peso molecular.**



**POR SU ATENCIÓN**

**GRACIAS**

