

# Crecimiento

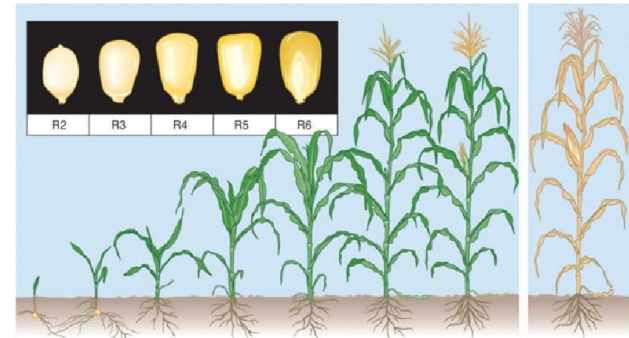
**Crecimiento.** Concepto. Meristemas: localización. División, alargamiento y diferenciación celular. Pared celular: composición, estructura, expansión y propiedades. Periodicidad del crecimiento. Cinética del crecimiento: curvas. Crecimiento de órganos e individuos. Factores que influyen sobre el crecimiento. Coeficientes e índices de crecimiento.

# Crecimiento

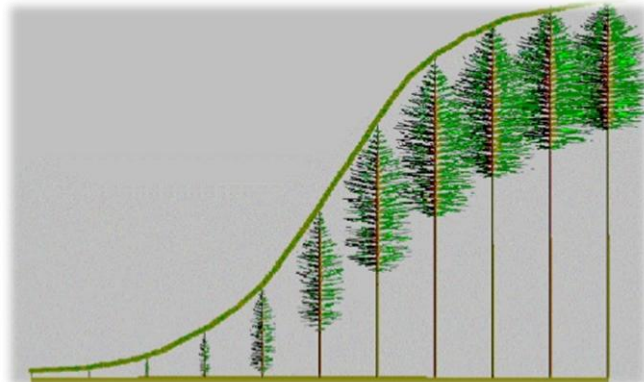
**Definición:** aumento del protoplasma o el incremento de peso seco o de volumen, irreversible que ocurre en un órgano o en una planta.

El tamaño no es el único criterio que se usa para medir el crecimiento

En un maizal por ejemplo se puede medir la altura de los tallos, su peso fresco o peso seco total, el área de las hojas o su número, el grado de cobertura de los surcos, el índice de área foliar, etc.



En un bosque se puede medir la altura de los árboles, el diámetro del tronco a distintas alturas, el número de ramas, el índice de área foliar, etc.



En organismos unicelulares se suele medir el crecimiento como número de células.

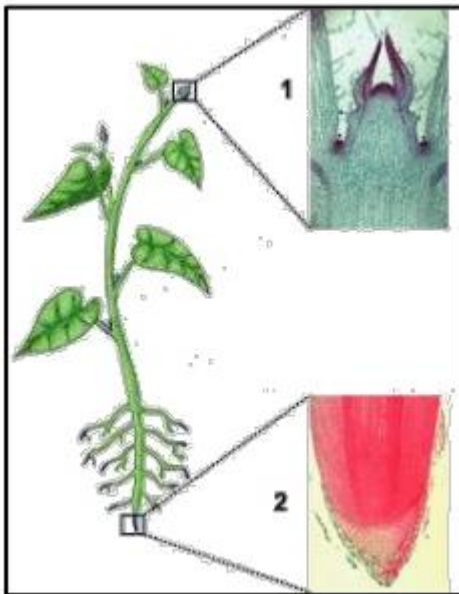
# Características propias del crecimiento vegetal

- ➔ está localizado en tejidos especiales, llamados **meristemas**.
- ➔ en las plantas superiores presenta **periodicidad**.
- ➔ poseen un crecimiento prácticamente **indeterminado**.

No obstante dentro de las distintas estructuras vegetales algunas de ellas poseen un crecimiento **determinado**, esto es que cesan en determinado momento como las **hojas, flores y frutos**, mientras que tallos y raíces lo hacen de forma **indeterminada**.

# Meristemas

Los meristemas vegetales son los únicos tejidos que conservan la capacidad de dividirse indefinidamente, se pueden clasificar en:



## 1. MERISTEMAS APICALES

Caulinares  
Radicales

## 2. MERISTEMAS LATERALES

Cambium  
Felógeno

## 3. MERISTEMAS INTERCALARES

Base de los entrenudos  
Base de las vainas  
Base de la lámina

## 4. MERISTEMAS MARGINALES

Borde de las hojas



Las células derivadas de los meristemas apicales muestran patrones específicos de expansión celular, y estos patrones de expansión determinan la forma y el tamaño final de la planta.

# CRECIMIENTO A NIVEL CELULAR

**división**, en la cual una célula se divide en dos células separadas, no siempre iguales entre sí.

**expansión**, representado como el aumento de volumen.

**diferenciación**, en la cual una célula, que quizá haya alcanzado su volumen definitivo, se especializa en una de las muchas formas posibles.

Estos tres procesos están controlados por hormonas. Las auxinas, giberelinas y citocininas inducen la división celular. Las giberelinas lo hacen principalmente a nivel del meristema subapical, provocando divisiones celulares perpendiculares al eje longitudinal del tallo. El alargamiento celular está controlado por las auxinas y también por las giberelinas y las citocininas. El etileno induce el agrandamiento celular en las tres dimensiones.

# PERIODICIDAD DEL CRECIMIENTO



La característica peculiar del crecimiento de las plantas es su **carácter periódico**

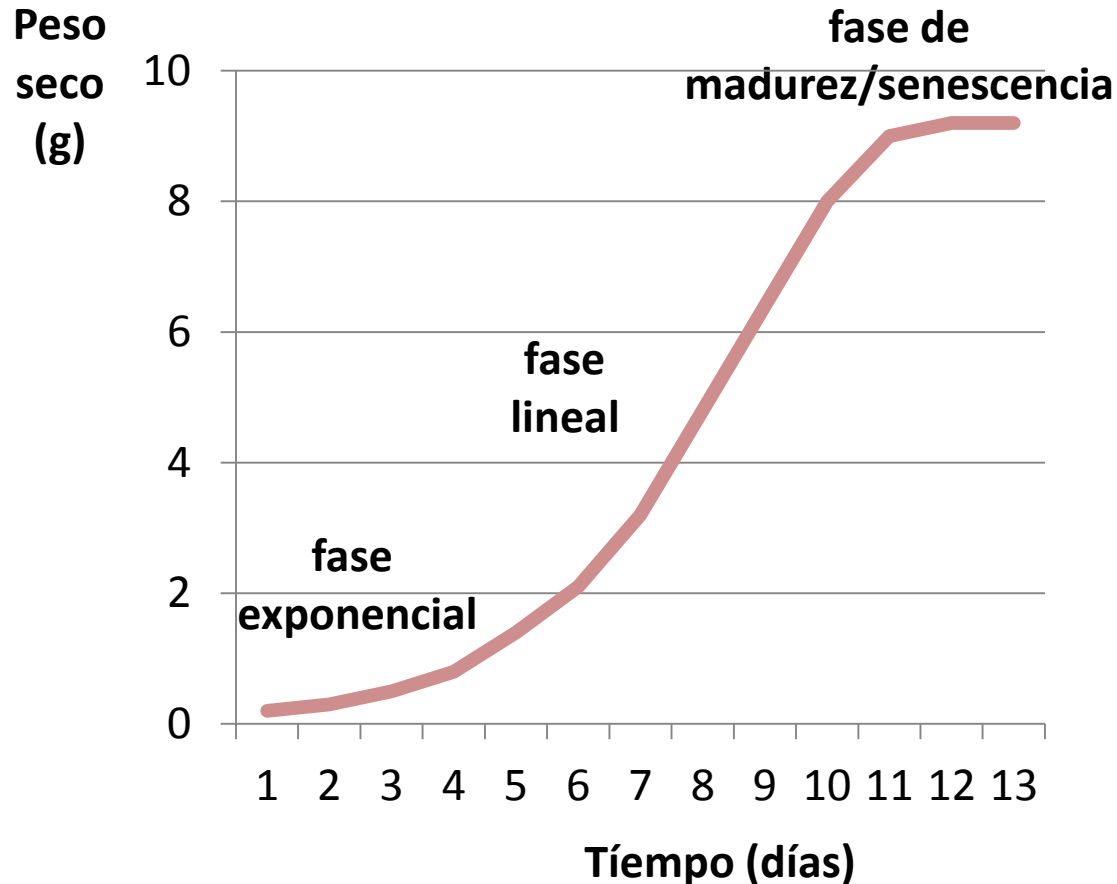
las plantas no crecen de manera continua, sino que presentan un **período de reposo** casi absoluto o de disminución de su actividad.

- dormición
- quiescencia



Este período de reposo se caracteriza por la **ausencia de crecimiento.**

# CINÉTICA DEL CRECIMIENTO: Curva sigmoidea



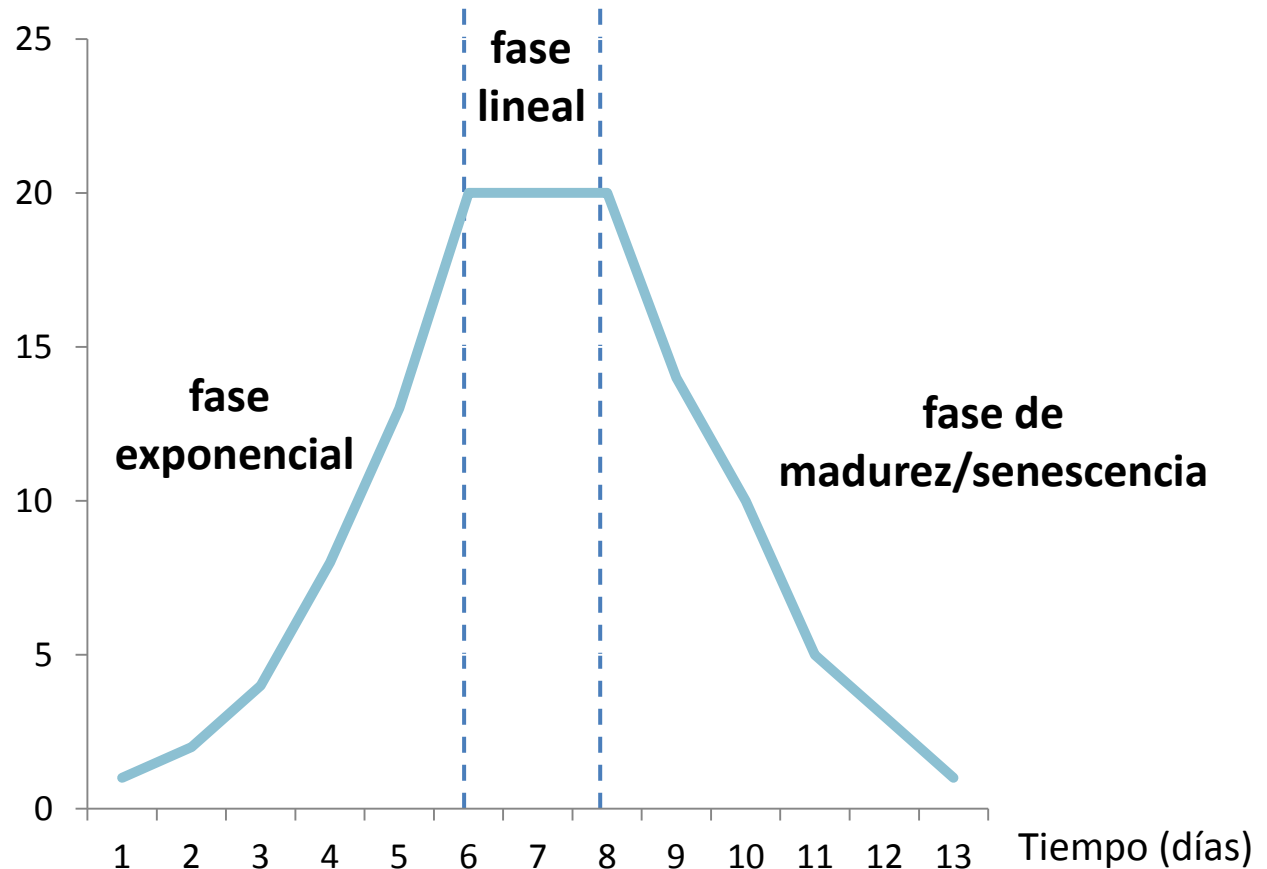
En esta curva se pueden identificar claramente 3 fases:  
**fase exponencial, lineal y de madurez/senescencia**

- **fase exponencial** definida según una progresión del tipo 1, 2, 4, 8, 16, etc. Es decir que durante esta fase el crecimiento se acelera también se la denomina **fase logarítmica**. En las plantas superiores esta fase se presenta para el aumento de peso durante las primeras etapas del crecimiento de la plántula.
- **fase lineal o rectilínea** se caracteriza porque a períodos iguales de tiempo, corresponden aumentos iguales de crecimiento. En las plantas superiores, el crecimiento del tubo polínico, de la raíz principal y de los tallos con entrenudos de longitud uniforme y que se extienden, a partir de la yema apical, a intervalos regulares, presentan predominantemente en el tiempo, esta fase de su curva de crecimiento con la máxima intensidad.
- **fase de madurez/senescencia** el crecimiento es desacelerado y en su transcurso el crecimiento se hace cada vez menor hasta cesar totalmente.



# Curva de incremento del crecimiento o curva de incremento diario

Altura  
(cm.día<sup>-1</sup>)



La curva de incremento diario (ID) se calcula como la diferencia entre la altura en el día 2 menos la altura en el día 1, dividido la diferencia de tiempo transcurrido en el período



$$ID = (A2 - A1) / (t2 - t1)$$

# Como ejemplo hagamos las curvas de Peso seco de una planta de trigo

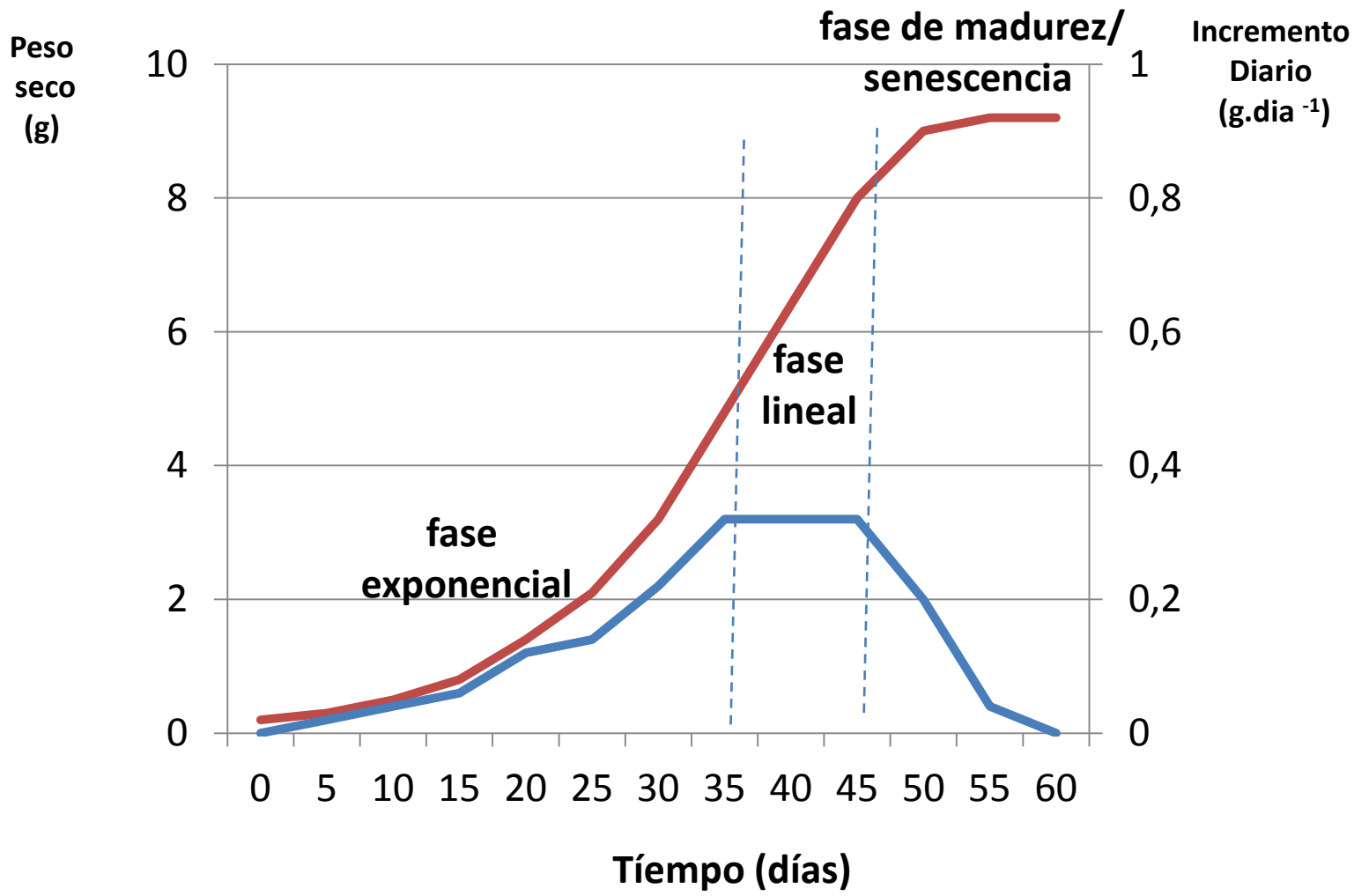
Tiempo (días)	Peso Seco (g)	Incremento diario (g.dia <sup>-1</sup> )
0	0,2	0
5	0,3	0,02
10	0,5	0,04
15	0,8	0,06
20	1,4	0,12
25	2,1	0,14
30	3,2	0,22
35	4,8	0,32
40	6,4	0,32
45	8	0,32
50	9	0,2
55	9,2	0,04
60	9,2	0

$$ID = (PS2 - PS1) / (t2 - t1)$$

$$ID = (0,3 - 0,2) / (5 - 0)$$

$$ID = 0,02$$

A partir de estos datos  
podemos calcular el ID



# COEFICIENTES E ÍNDICES DE CRECIMIENTO

## 1- crecimiento relativo (CR) y crecimiento absoluto (CA)

Son dos parámetros que pueden ayudar a caracterizar el crecimiento de órganos a través del tiempo.

CA es el incremento de masa por unidad de tiempo:  $CA = \Delta M / dt$ .

Por ejemplo si dos hojas, una de 5 cm<sup>2</sup> de área y la otra de 50 cm<sup>2</sup>, crecen 2 cm<sup>2</sup> día<sup>-1</sup>, éste es el crecimiento absoluto de las dos.

En cambio, si el crecimiento se expresa sobre una base porcentual se tiene el CR:  $(2/5) \times 100 = 40\%$  para la primera y  $(2/50) \times 100 = 4\%$  la segunda.

Los crecimientos relativos son muy diferentes y son los que interesan en cualquier análisis del crecimiento. Sin embargo, en algunas circunstancias son importantes los crecimientos absolutos

# COEFICIENTES E ÍNDICES DE CRECIMIENTO

## 2- Coeficiente de asimilación neta o C.A.N. (E):

Este índice de crecimiento relaciona el incremento de materia seca y el área foliar, a través del tiempo. Su expresión matemática es:

$$E = \frac{(PS2 - PS1) \cdot (\ln AF2 - \ln AF1)}{(t2 - t1) \cdot (AF2 - AF1)}$$

Las unidades son:  $\text{g. dm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$

# COEFICIENTES E ÍNDICES DE CRECIMIENTO

## 3- Índice de área foliar (I.A.F.)

Este índice representa la relación existente entre la suma de toda la superficie foliar fotosintetizante de un cultivo y la superficie de suelo por ella ocupada. Su expresión matemática es:

$$\text{I.A.F.} = \frac{\sum \text{superficie foliar}}{\text{superficie de terreno}}$$

Este índice es adimensional

# COEFICIENTES E ÍNDICES DE CRECIMIENTO

## 4- Coeficiente de productividad neta (C)

es el producto de E por I.A.F, y representa la ganancia diaria neta de peso seco por unidad de superficie de suelo. Su expresión matemática es:

$$C = E \cdot I.A.F.$$

Las unidades son:  $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$

# TRABAJO PRÁCTICO DE CRECIMIENTO

El objetivo del trabajo práctico es realizar las siguientes curvas de crecimiento total y de incremento diario:

- Altura de una planta de maíz
- Peso seco de una planta de trigo
- Área foliar de *Cucumis sativus*
- Número de células de una colonia de bacterias
- Altura de un *Pinus sp.*



## Altura de una planta de maíz

<b>DIAS</b>	<b>ALTURA (cm)</b>	<b>INCREMENTO DIARIO</b>
0	0.10	
5	1.10	
10	2.50	
15	5.00	
20	8.75	
25	14.00	
30	20.00	
35	30.00	
40	42.50	
45	60.00	
50	87.00	
55	114.00	
60	130.00	
65	137.00	
70	142.00	
75	146.00	
80	149.00	
85	151.00	
90	152.00	
95	152.5	
100	152.5	

## Peso seco de una planta de trigo

<b>DIAS</b>	<b>PESO SECO (g)</b>	<b>INCREMENTO DIARIO</b>
0	0.20	
5	0.30	
10	0.50	
15	0.80	
20	1.40	
25	2.10	
30	3.20	
35	4.80	
40	6.40	
45	8.00	
50	9.00	
55	9.20	
60	9.20	

## Área foliar de *Cucumis sativus*

<b>DIAS</b>	<b>AREA FOLIAR (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>INCREMENTO DIARIO</b>
0	0	
2	5	
4	20	
6	50	
8	90	
10	130	
12	170	
14	200	
16	210	
18	215	
20	215	

## Número de células de una colonia de bacterias

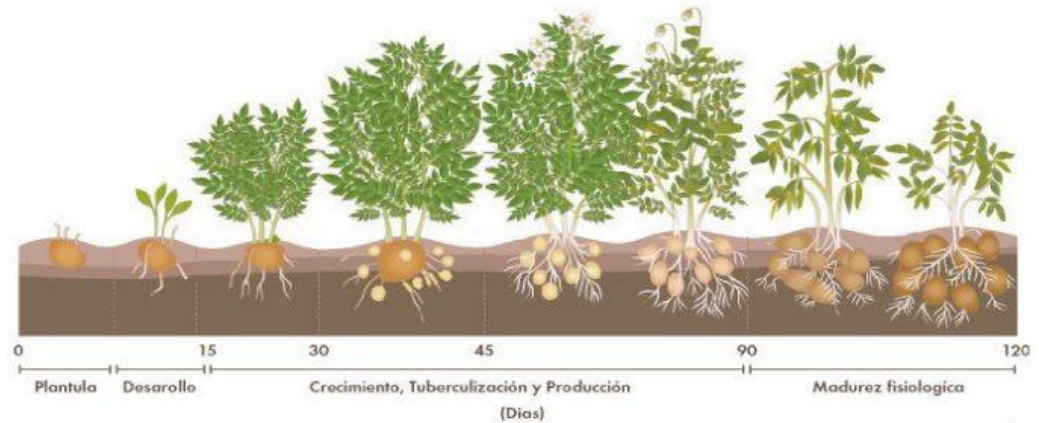
<b>DIAS</b>	<b>N° DE CELULAS</b>	<b>INCREMENTO DIARIO</b>
0	1	
1	2	
2	4	
3	8	
4	16	
5	32	
6	48	
7	60	
8	68	
9	70	
10	70	
11	60	

### Altura de un *Pinus sp.*

ANOS	ALTURA (m)	INCREMENTO ANUAL
0	0.00	
2	1.00	
4	2.50	
6	4.50	
8	8.00	
10	12.50	
12	17.00	
14	21.50	
16	26.00	
18	30.00	
20	33.50	
22	36.50	
24	39.00	
26	41.00	
28	42.00	
30	42.00	

# Otros conceptos importantes ...

**especies planófilas** cuyas hojas están dispuestas en un plano horizontal (**girasol, col, lechuga, algodón, papa, soja**)



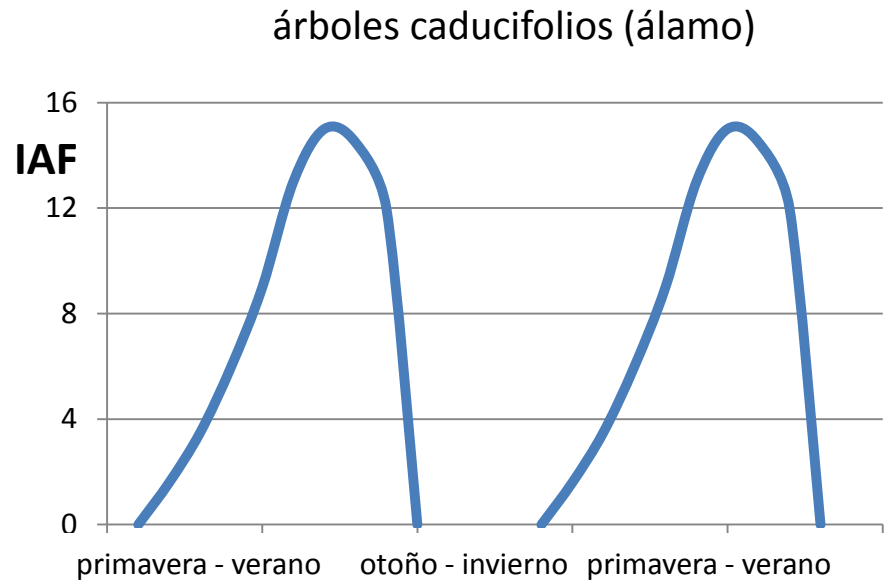
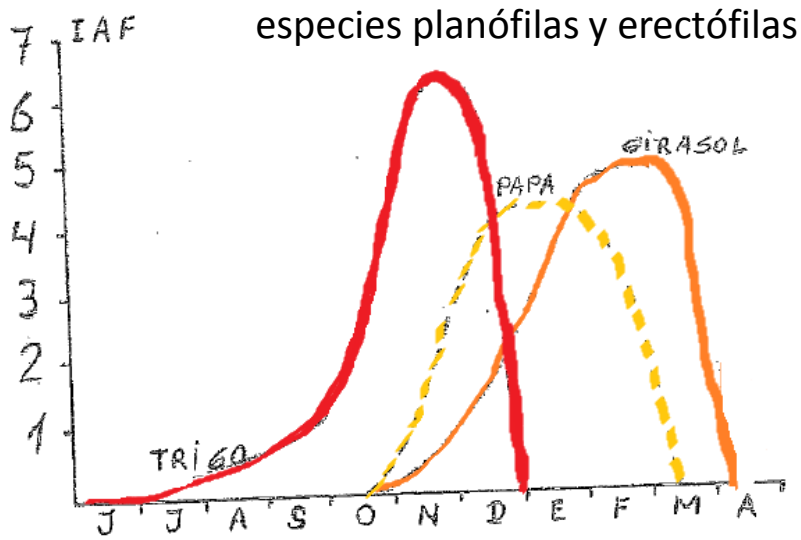
Evolución del cultivo de papa (planófila)

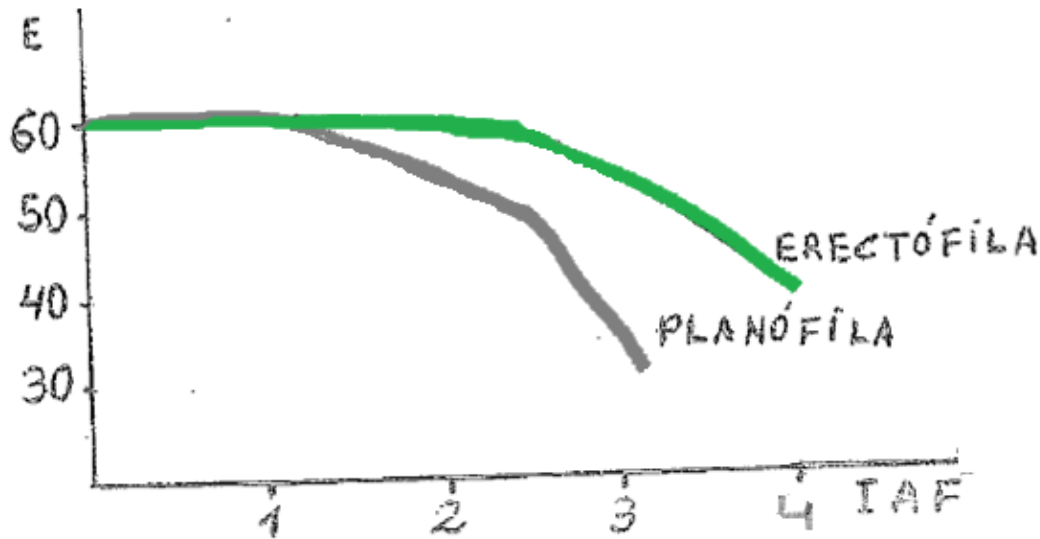
**especies erectófilas** con hojas dispuestas en un plano vertical (**gramíneas en general, cereales**).



Evolución del cultivo de maíz (erectófila)

# Evolución del IAF en función del tiempo





Evolución del E en función del IAF de especies planófilas y erectófilas

Pensemos como interviene en estos conceptos la DENSIDAD DE SIEMBRA

Las especies planófilas presentan una intercepción mayor de luz en los primeros estadios de crecimiento y una cobertura del suelo más rápida, lo que las hace eficientes en el valor de E al principio del ciclo. Luego el mayor sombreado entre las hojas, hace disminuir el E.

Las especies erectófilas, presentan menor intercepción de luz en los primeros estadios, con una cobertura del suelo más lenta, lo que las hace menos eficientes al principio del ciclo. Aunque, son más eficientes a medida que el ciclo avanza dado el mayor aprovechamiento de la luz por un menor sombreado entre las hojas.



# Algunas preguntas ...

1. ¿De qué forma puede evaluar el crecimiento de un cultivo de maíz a lo largo del tiempo?
2. ¿Y de una plantación de álamos?
3. ¿Cómo afecta el déficit hídrico al crecimiento, a nivel célula y a nivel planta? ¿Qué otros factores afectan el crecimiento?
4. ¿En qué momento del año podemos encontrar valores más altos de E en una pradera monofítica de alfalfa? ¿Por qué?
5. Explique cuáles son las causas que provocan la disminución del E cuando aumenta el IAF. ¿Cuáles son las diferencias entre especies planófilas y erectófilas?