



# Cultivo de Soja



@sojaenmultimedia

## Ecofisiología



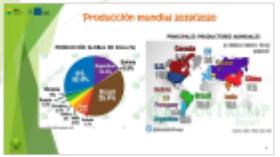
Ing. Agr. (Esp) Rubén Toledo.  
Cereales y Oleaginosas, FCA, UNC

 @rubenetoledo



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

# Hoja de ruta



**Estadísticas**

**Crecimiento**

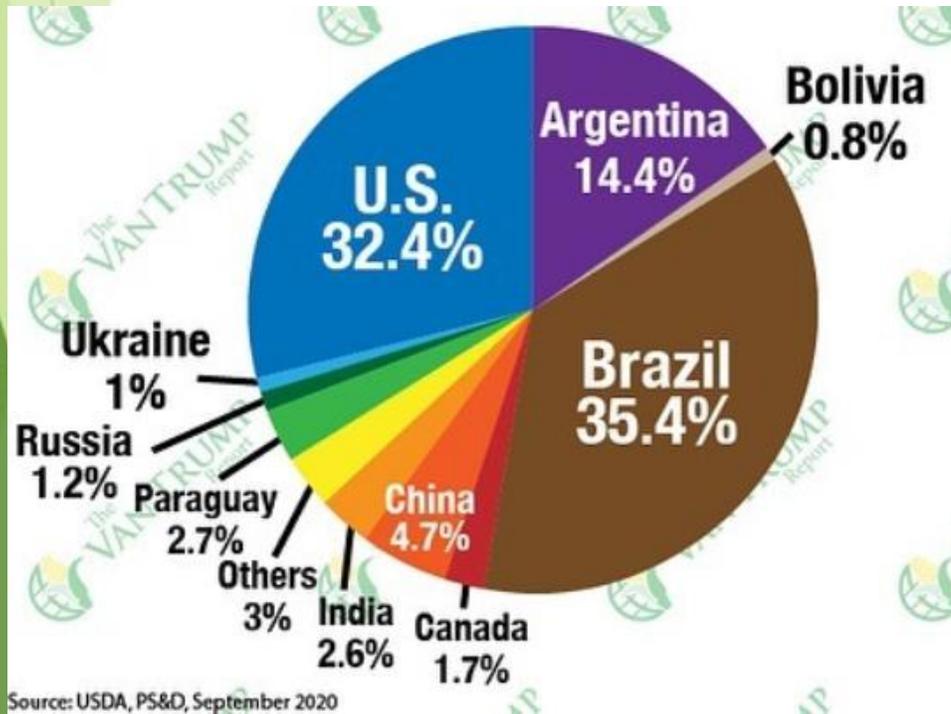
**Desarrollo**

**Generación de Rendimiento**



# Producción mundial 2019/2020

## PRODUCCIÓN GLOBAL DE SOJA (%)



## PRINCIPALES PRODUCTORES MUNDIALES



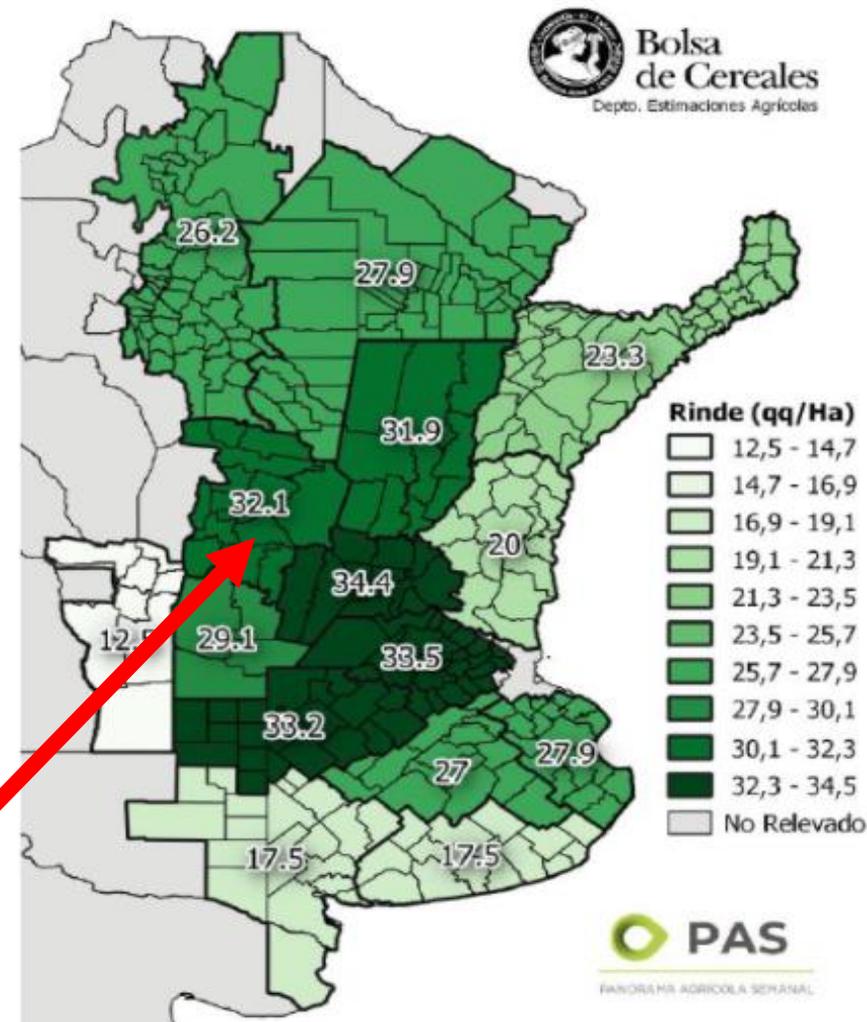
# Producción nacional 2019/2020

Durante el ciclo 2019/20 se estima que el 68% del área cosechada fue aportada por **lotés de primera**, con un rinde promedio de **32 qq/ha**. El otro 32% del área corresponde a **lotés de segunda**, que finalizaron con un rinde promedio de **23,9 qq/ha**.

Campaña Soja 2019/20. Rendimiento promedio, valor promedio de arrendamiento agrícola y kilogramo obtenido por dólar de hectárea arrendada			
Región	u\$s/ha	kg/ha	kg/u\$s.ha
Núcleo Norte	360	3440	9,6
Núcleo Sur	340	3350	9,9
Centro-Norte Santa Fe	240	3190	13,3
Sur Córdoba	210	2910	13,9
Norte La Pampa/Oeste Buenos Aires	230	3320	14,4
Centro-Norte Córdoba	220	3210	14,6

## Rendimientos Soja 2019/20

\* Rendimiento promedio nacional: 29,4 qq/Ha  
\* Datos al 17/06/2020



# Desarrollo



# Clave fenológica

Escala de Fehr y Caviness, 1977

**VE** Emergencia de los cotiledones

**VC** Cotiledones expandidos

**V1** 1er Nudo

**V2** 2do Nudo

**V3** 3er Nudo

**Vn** "n" N° de nudos

**R1** Comienzo floración

**R2** Fin floración

**R3** Inicio formación vainas

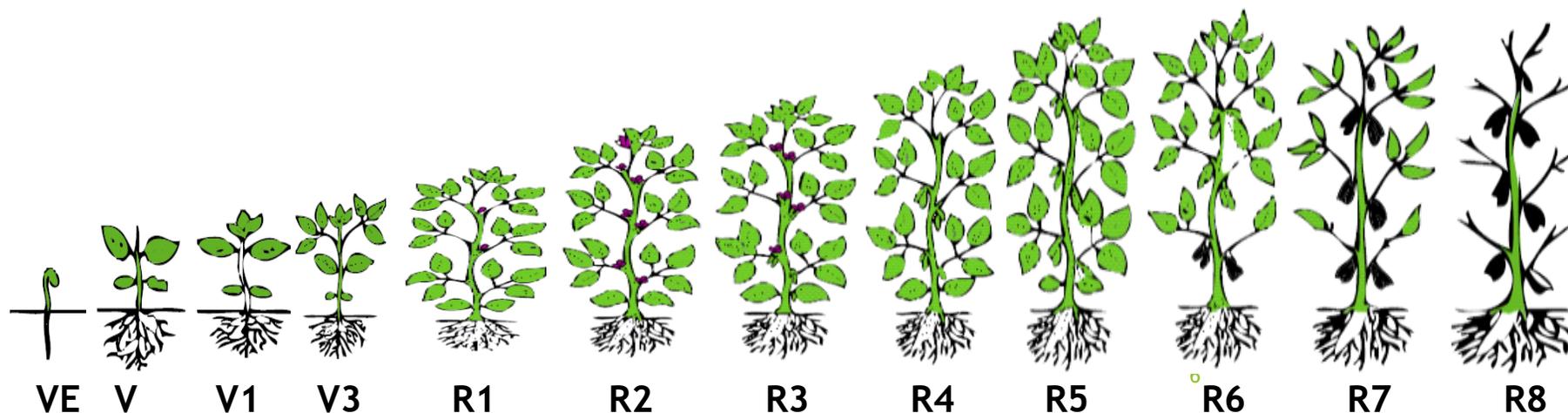
**R4** Fin formación de Vainas

**R5** Inicio formación de semillas

**R6** Fin formación de semillas

**R7** Inicio madurez

**R8** Fin de madurez



# Hábito de crecimiento determinado

Plantas que prácticamente detienen su crecimiento en altura en R1.

Hasta R1 el crecimiento vegetativo es de aproximadamente de un 80% del total del ciclo.

En su extremo apical se forma un ramillete de estructuras reproductivas.



# Hábito de crecimiento determinado



En Argentina tienen este tipo de crecimiento variedades del **GM VII** y **GM VIII**

# Hábito de crecimiento indeterminado

Plantas que siguen creciendo en altura luego de R1.

Continua con la diferenciación de nudos en el tallo principal luego de R1, con la superposición de estructuras reproductivas y vegetativas.

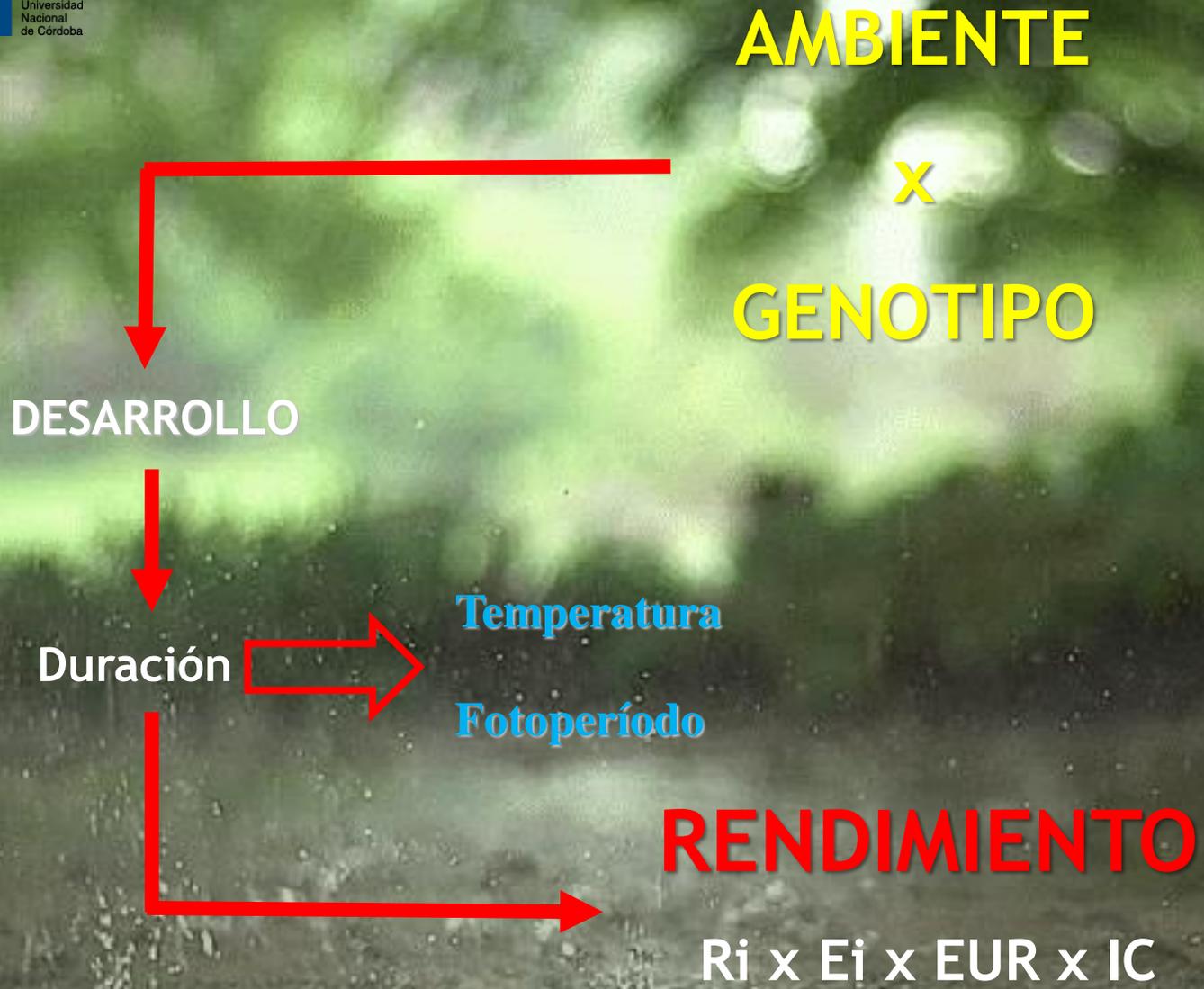
Hasta R1 el crecimiento vegetativo es de alrededor de un 50% del total del ciclo.

# Hábito de crecimiento indeterminado



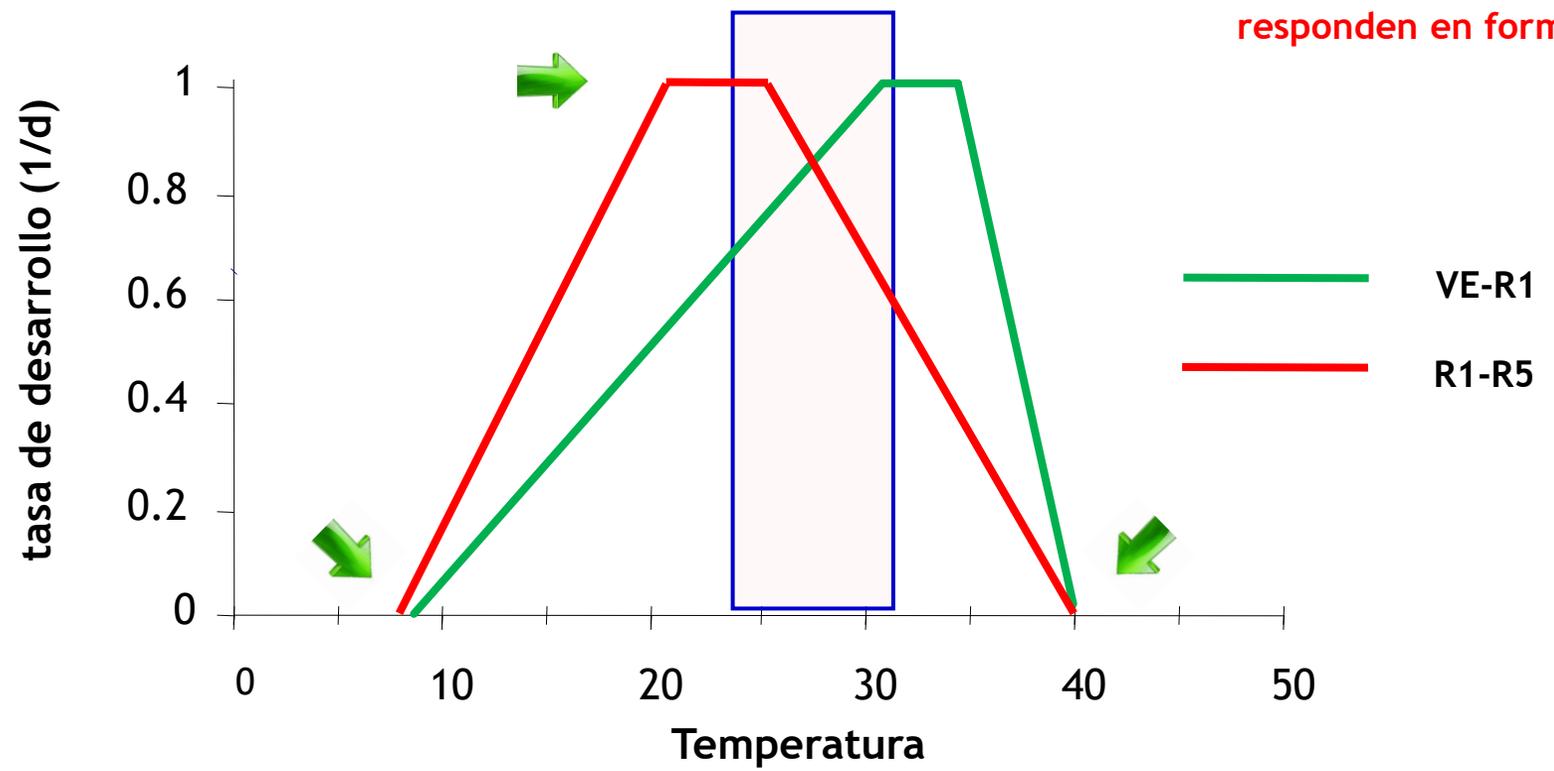
En Argentina los **GM III, GM IV, GM V**, la mayoría del **GM VI** y variedades del **GM VII y GM VIII** tienen este tipo de crecimiento





# Temperatura

Respuesta universal:  
 En general todos los GM responden en forma similar



Modificado de Kantolic, A. 2006

Vegetativo		Reproductivo	
T° Base	8°C	T° Base	7°C
T° Óptima	30 - 35°C	T° Óptima	20 - 25°C
T° Máxima	40°C	T° Máxima	40°C

Temperatura promedio de desarrollo: 25-30 °C

# Características generales

- ✓ Las **variedades** se agrupan en GM. En Argentina se siembran del **GM III al VIII**. Dentro de cada GM se encuentran **variedades** de **ciclo corto y largo**.
- ✓ Cada **GM** reúne variedades con **similar respuesta** al **fotoperíodo**, en general con similar duración de días de **VE a R1**.



Antes de ver el efecto del fotoperíodo recordar...

**GM PRODUCTIVOS**



Los **GM III, GM IV, y GM V** de ciclo corto son denominados **GM bajos o menores**



Más bajo el GM **menos sensible** al fotoperíodo

**GM ESTABLES**



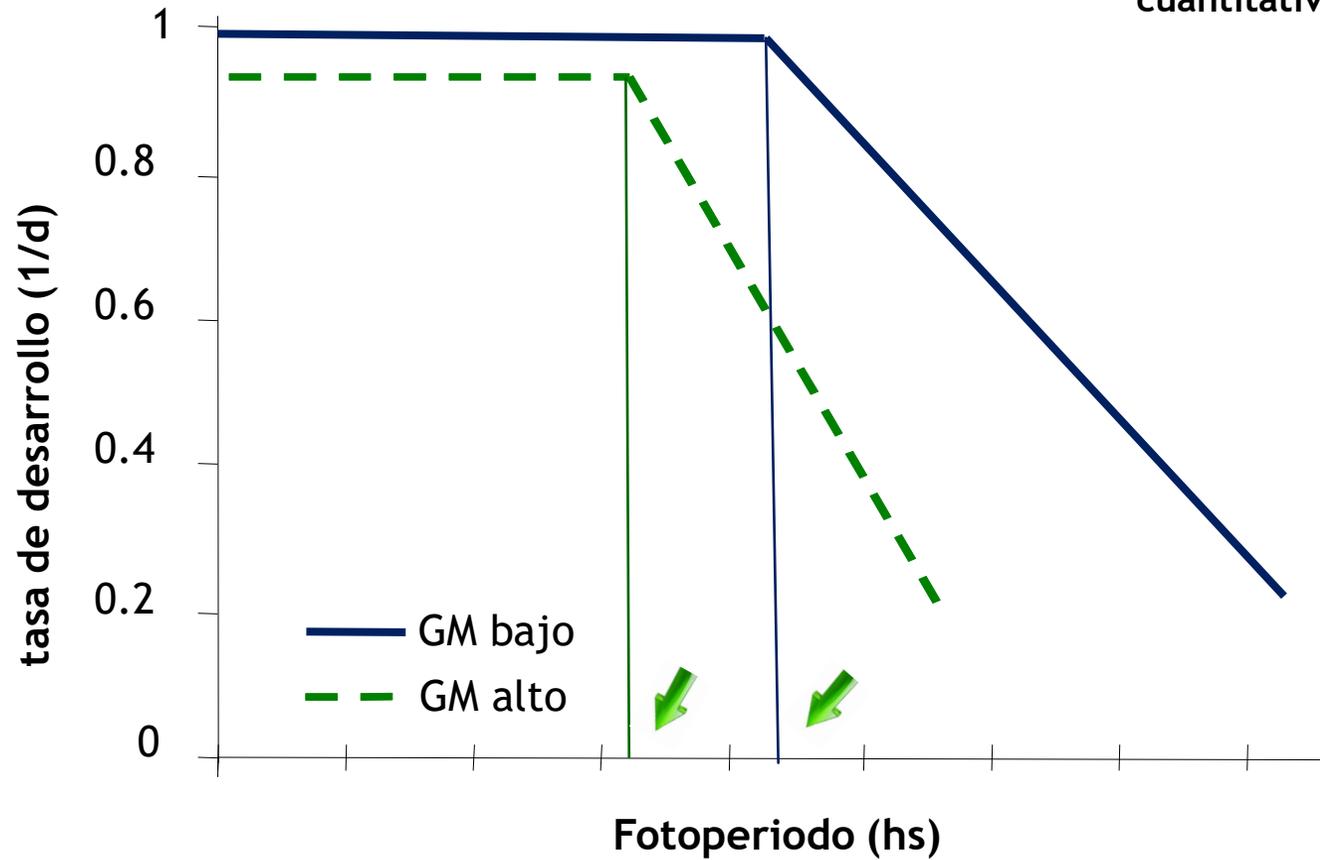
Los **GM V** de ciclo largo, **GM VI, GM VII y GM VIII** son denominados **GM altos o mayores**



Más alto el GM **más sensible** al fotoperíodo

# Fotoperiodo

Planta de días cortos con respuesta cualitativa y cuantitativa

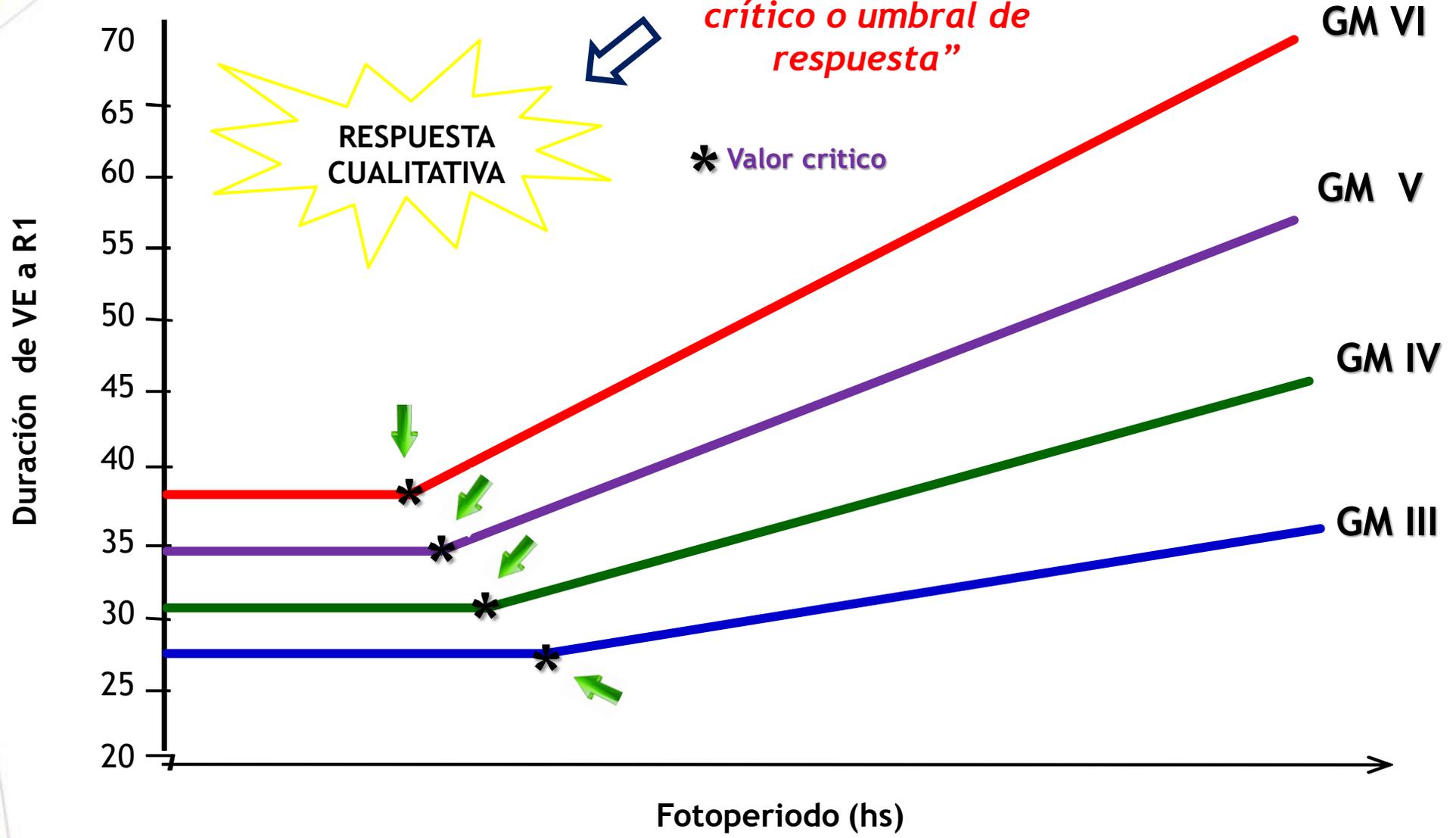


***“Cuanto más bajo el GM tienen menor sensibilidad y un mayor umbral, o a la inversa, cuanto mayor es el GM mayor es la sensibilidad y el umbral es menor”***

# Fotoperiodo



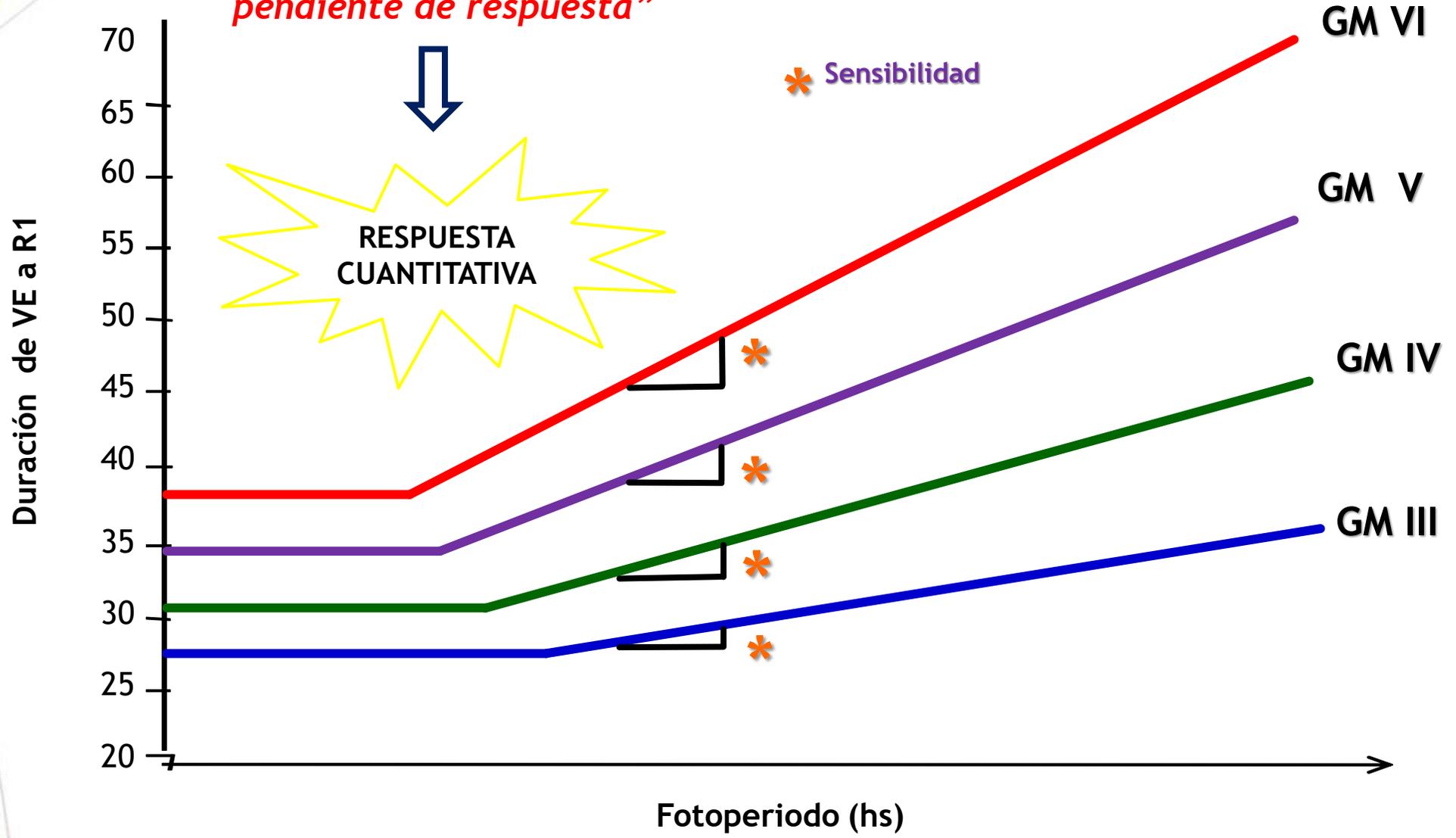
*“Cada GM tiene un valor crítico o umbral de respuesta”*



# Fotoperiodo



*“Cada GM tiene una pendiente de respuesta”*



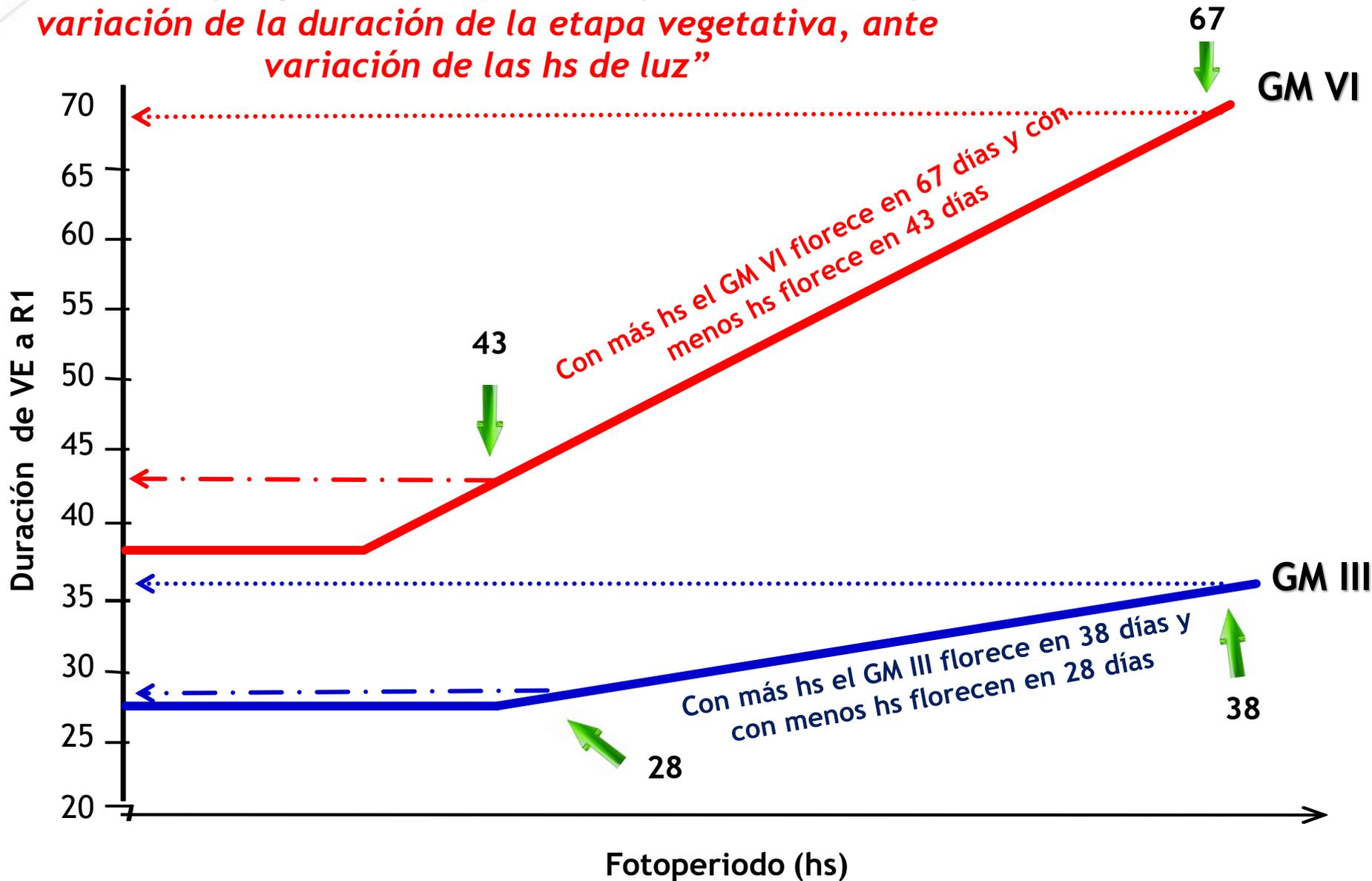
# Fotoperiodo



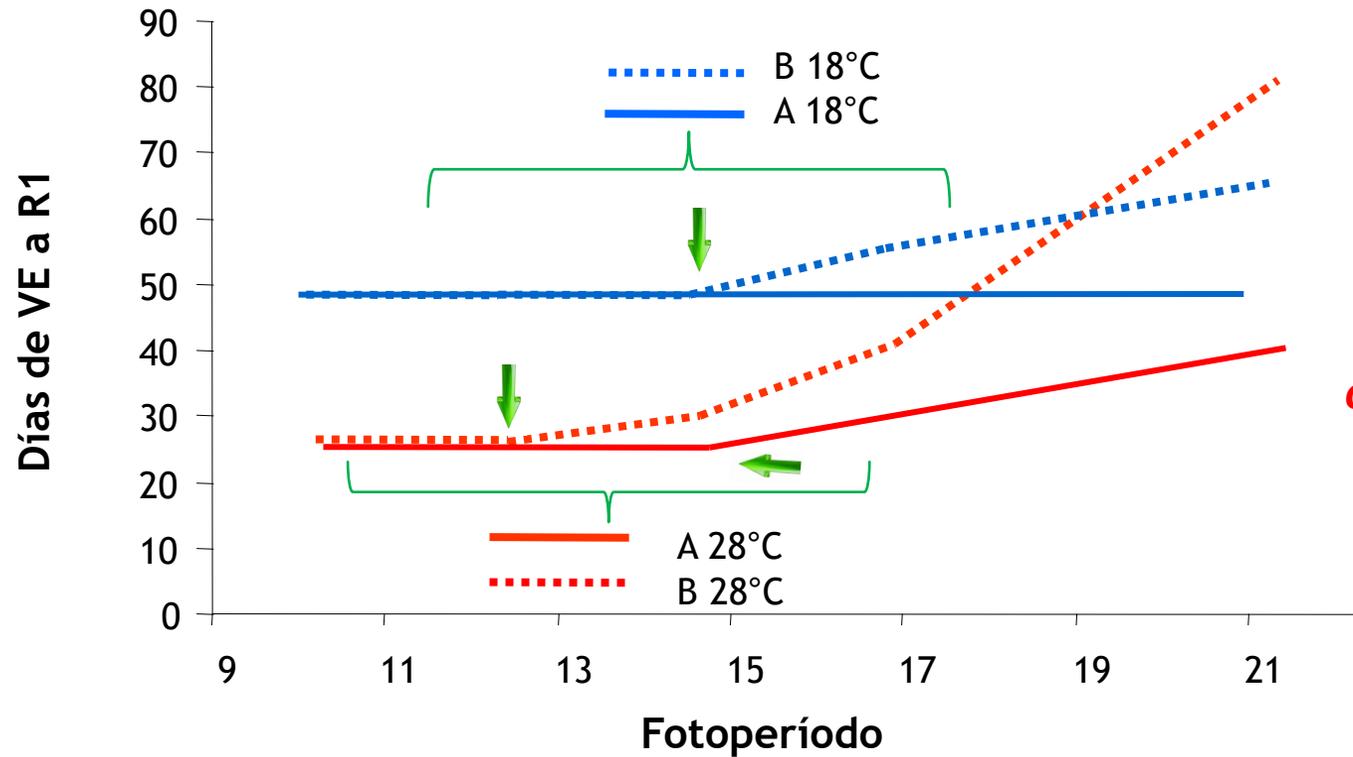
Campo Escuela, FCA-UNC.  
 (31°19'LS, 64°13'W)  
 Campañas 2002 al 2020



*“Por una mayor pendiente, los GM mayores tienen mayor variación de la duración de la etapa vegetativa, ante variación de las hs de luz”*



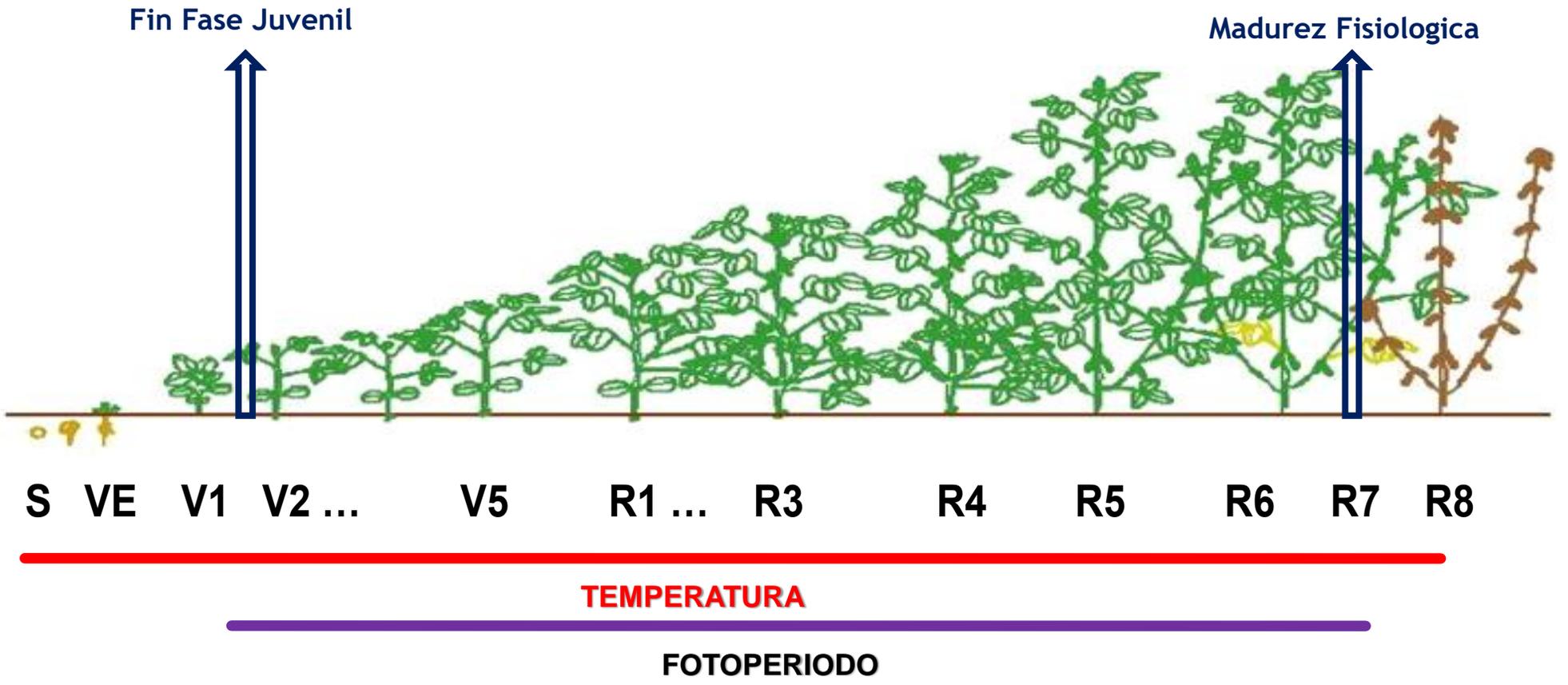
# Interacción Temperatura - fotoperiodo



*“Temperaturas frescas además de aumentar el tiempo a floración disminuyen la sensibilidad fotoperiódica”*

*“Con temperaturas frescas los GM mayores responden a mayor hs de luz. En los GM menores desaparece su respuesta al fotoperiodo ”*

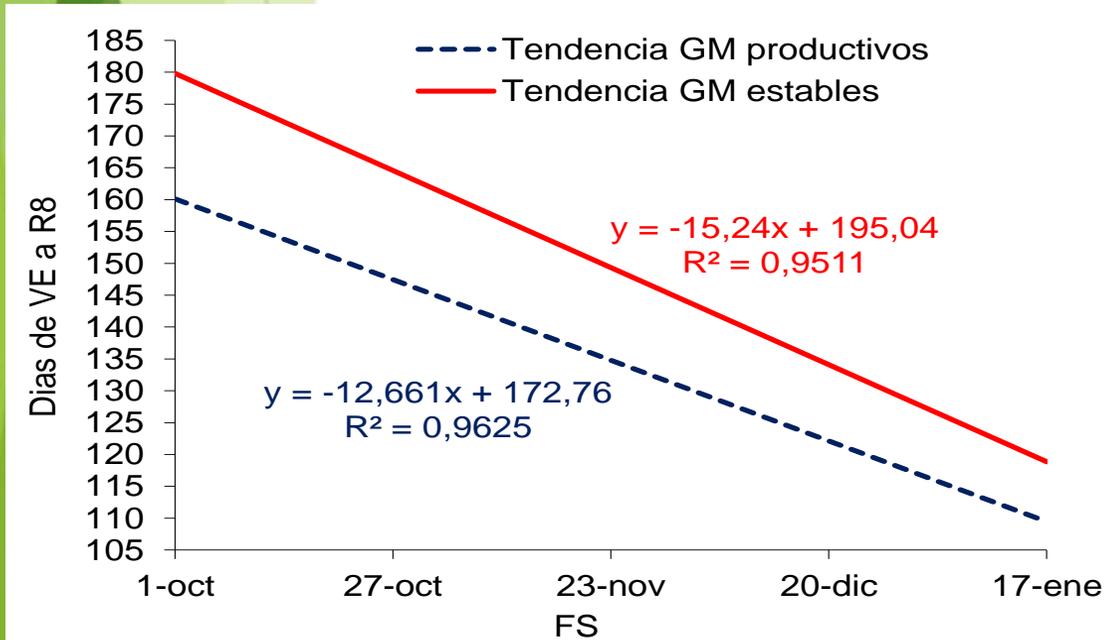
# Influencia de Temperatura y Fotoperíodo



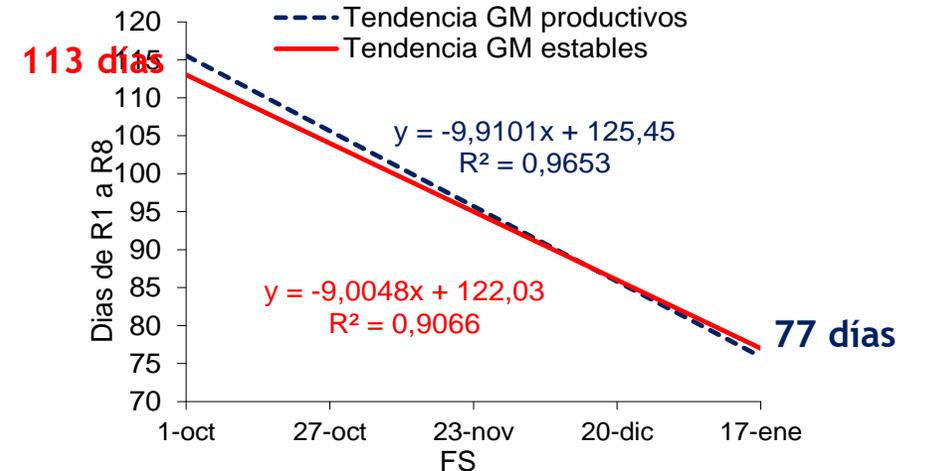
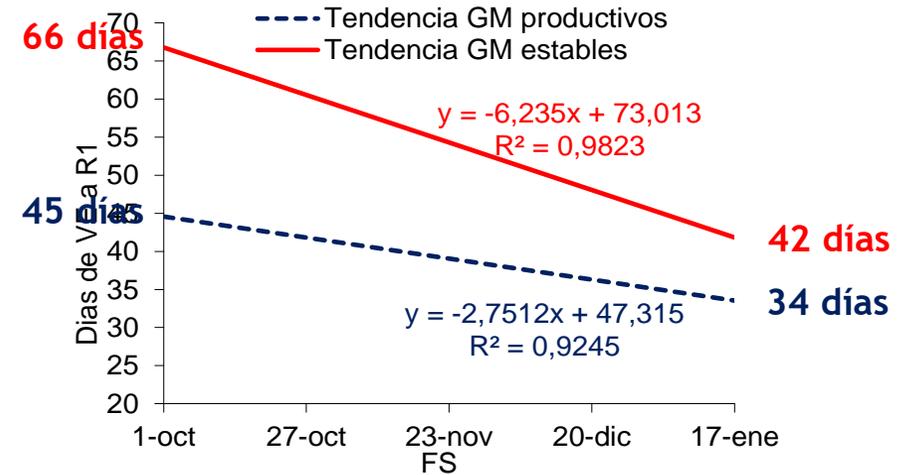
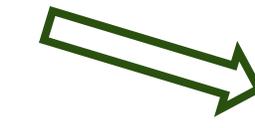
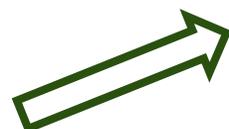
# ¿Que pasa si atrasamos la Fecha de siembra?

Campo Escuela, FCA-UNC.  
 (31°19'LS, 64°13'W)  
 Campañas 2002 al 2020

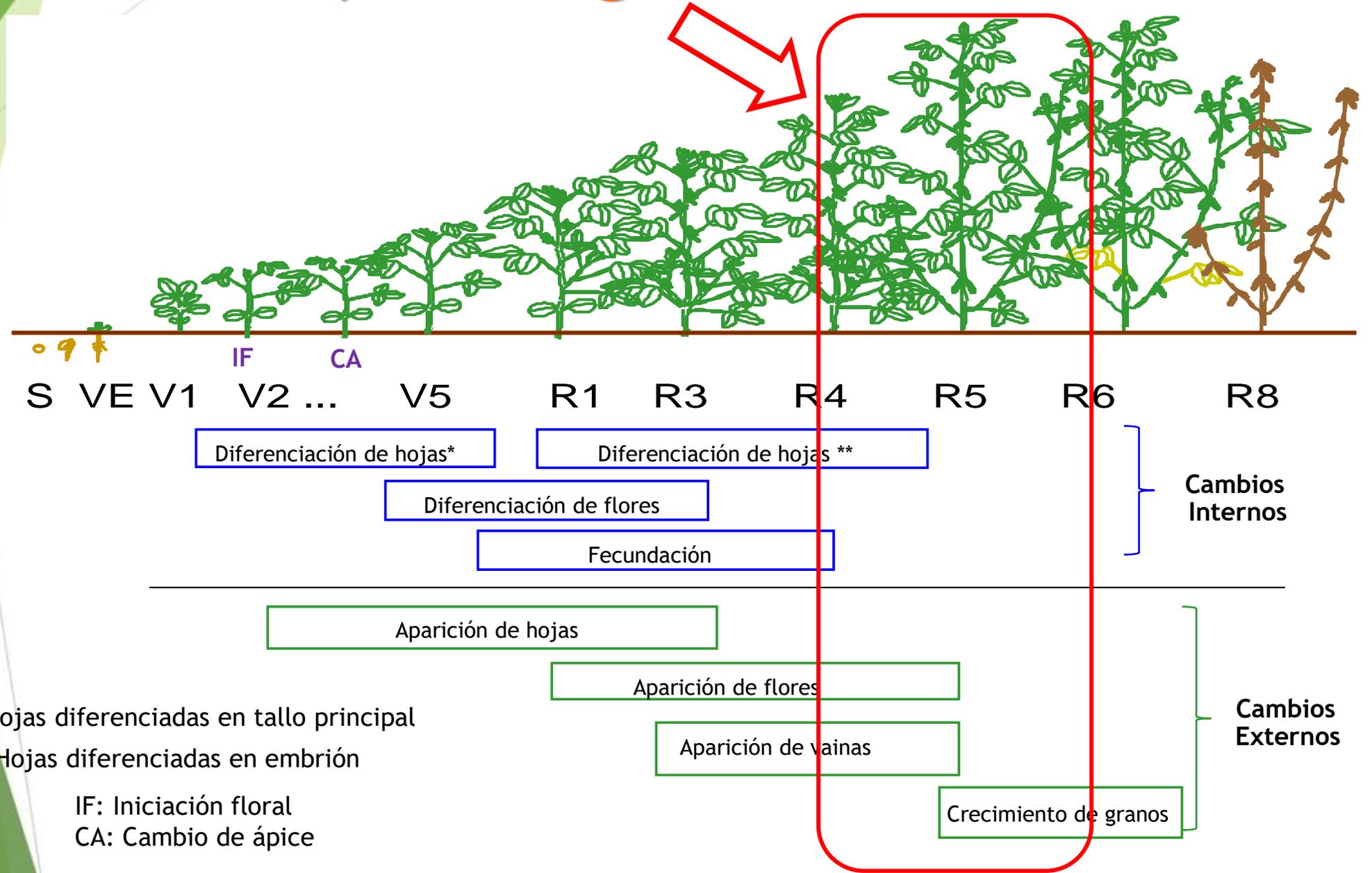
----- GM IV largo GM V corto (productivos)  
 ——— GM V largo GM VI (estables)



**“En todos los GM el atraso de la FS reduce el ciclo”**



# Período Crítico



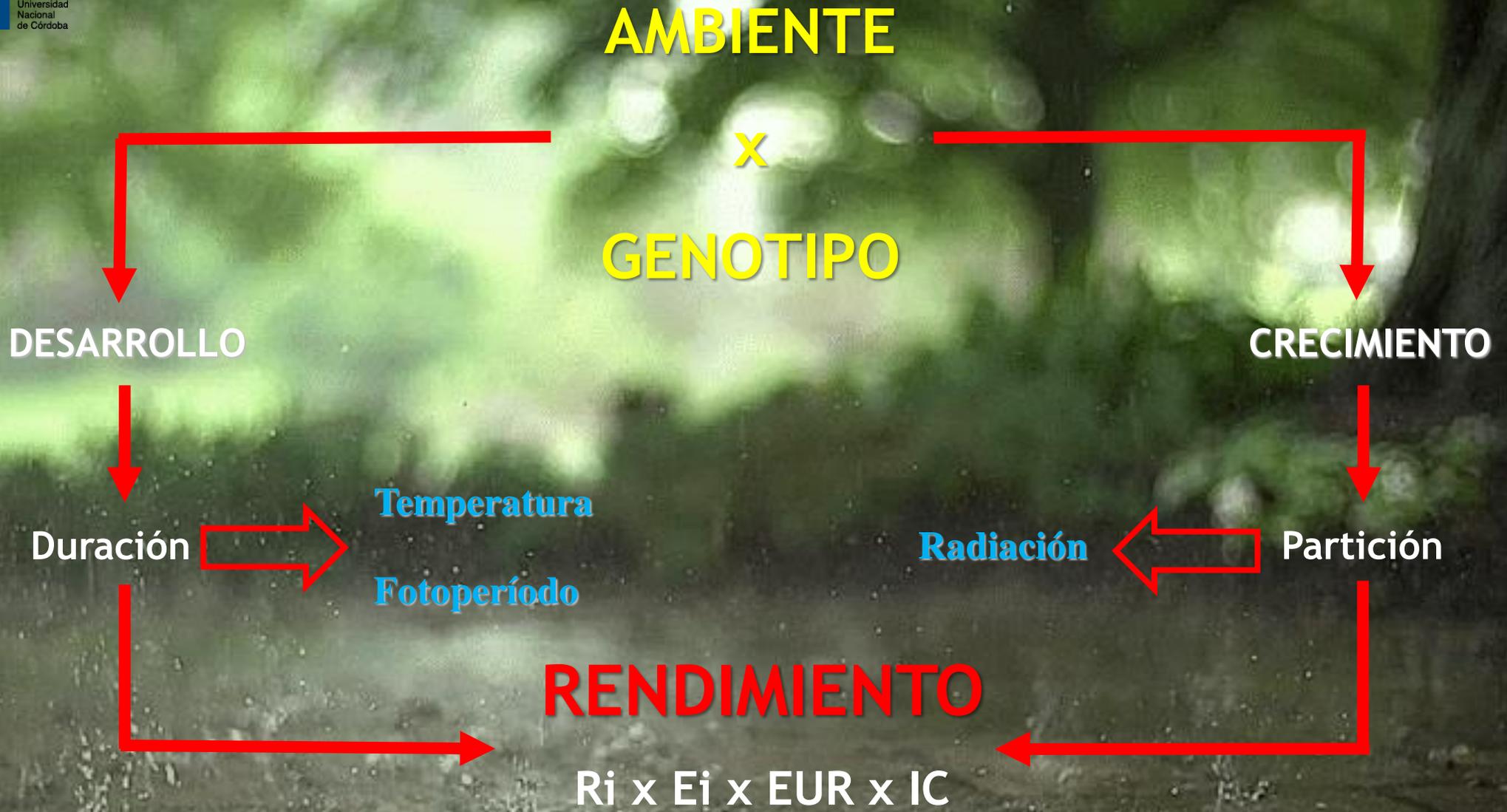
\*Hojas diferenciadas en tallo principal

\*\*Hojas diferenciadas en embrión

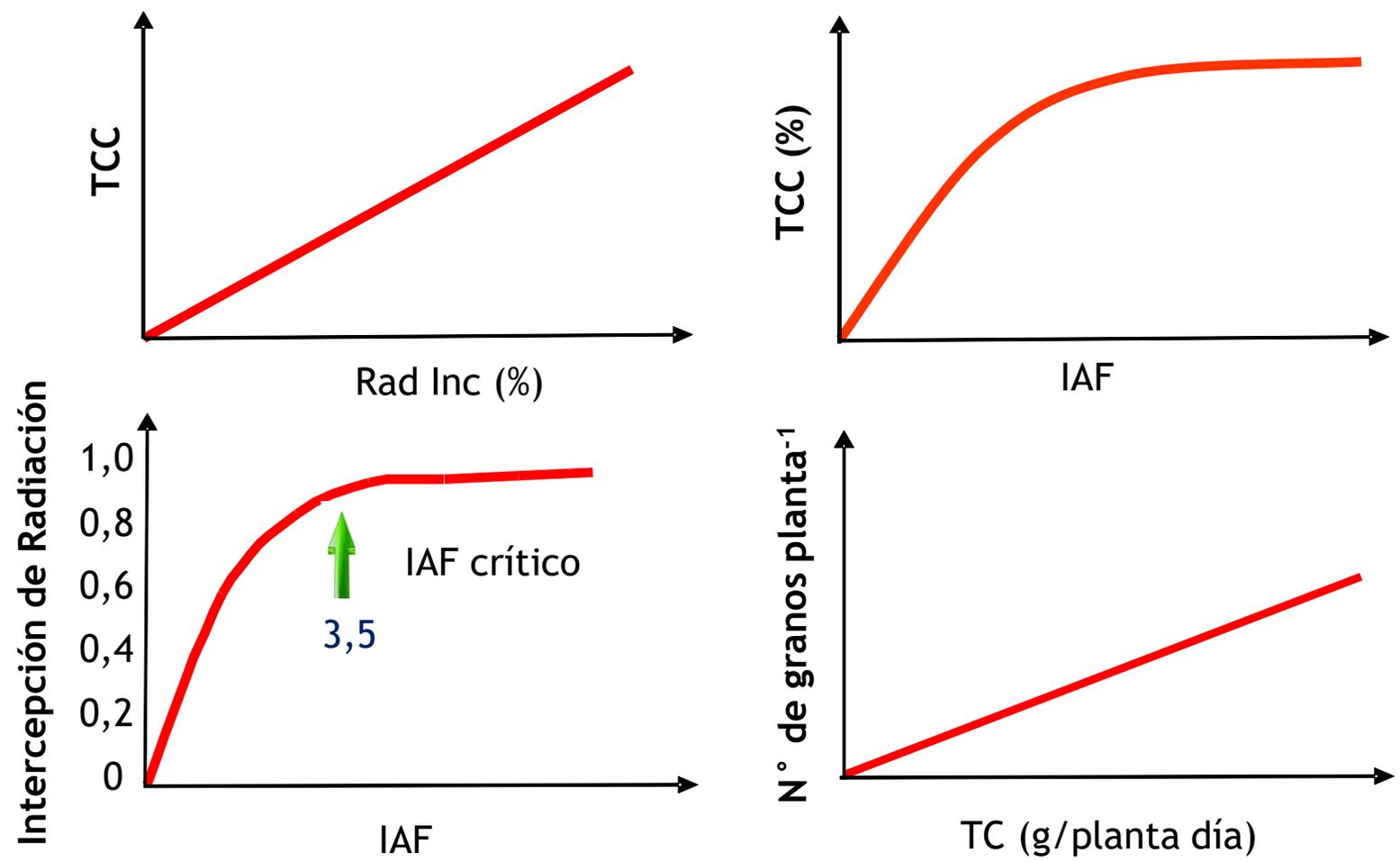
IF: Iniciación floral  
 CA: Cambio de ápice

# Crecimiento



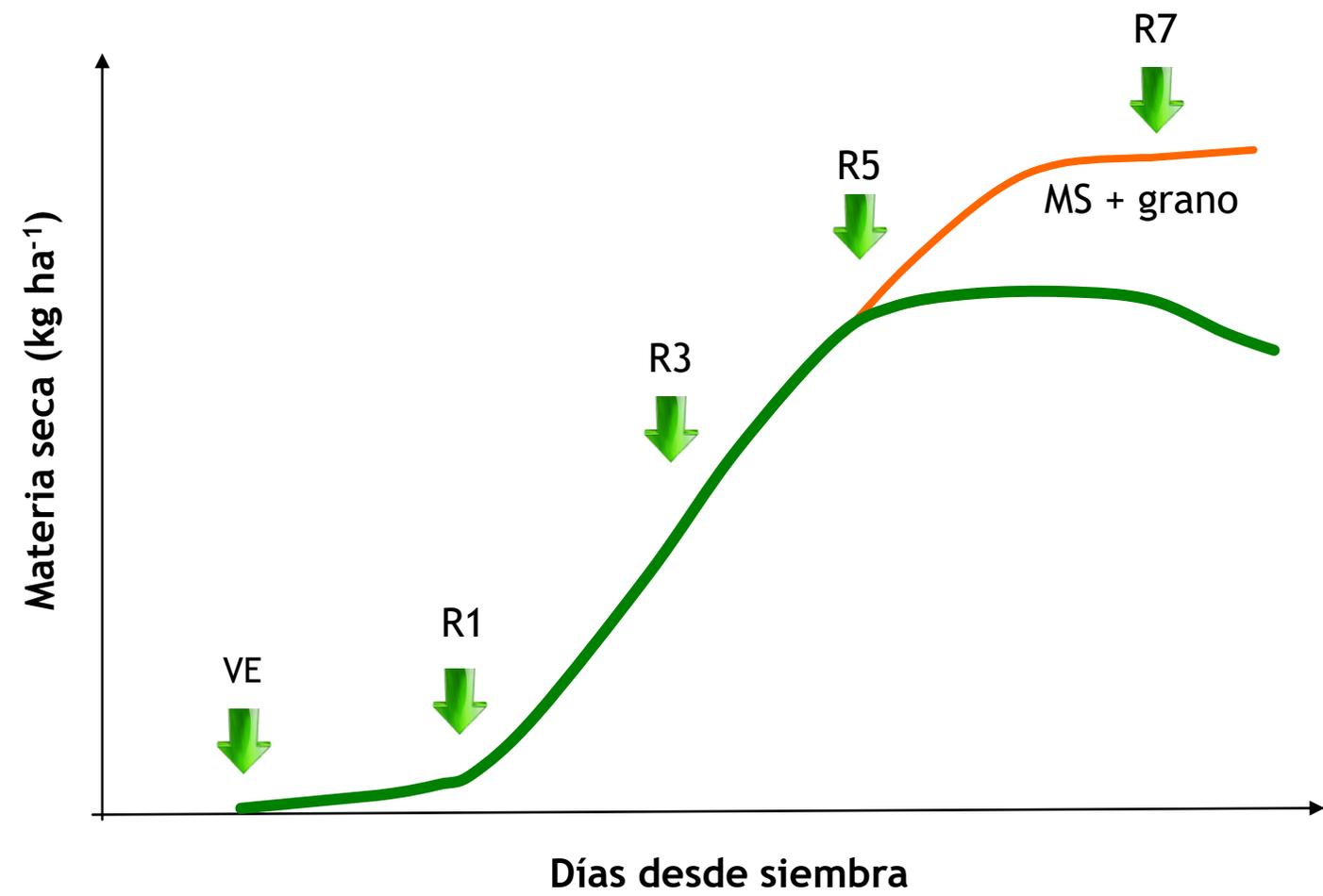


# Crecimiento



“IAF crítico: entre 3,1 y 4,5. Depende de la estructura de la planta, la densidad de siembra y el espaciamiento entre surco”

# Acumulación de materia seca



# Generación de rendimiento



# Generación de rendimiento

**ECUACION  
ECOFISIOLÓGICA**

Radiación incidente sobre el cultivo



← Área foliar

Radiación interceptada



← Eficiencia de uso de radiación

Materia seca acumulada



← Índice de cosecha

**RENDIMIENTO**



N° de granos m<sup>-2</sup>

Peso de granos

N° de nudos m<sup>-2</sup>

N° de granos nudo<sup>-1</sup>

Tasa de llenado

Duración de etapa

Plantas m<sup>-2</sup>

Nudos planta<sup>-1</sup>

Granos vaina<sup>-1</sup>

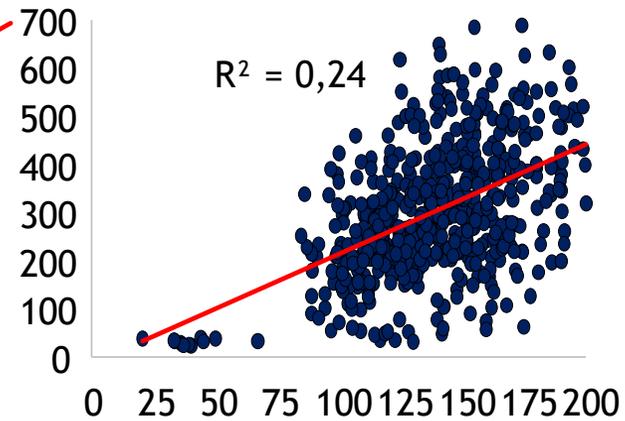
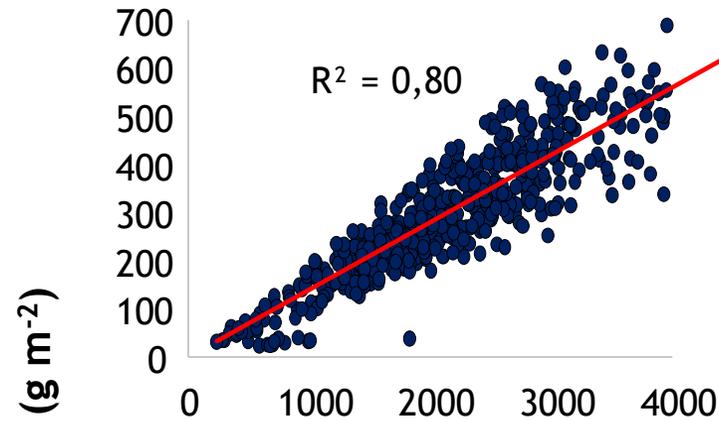
Vainas nudo<sup>-1</sup>

**ECUACION  
NUMÉRICA**

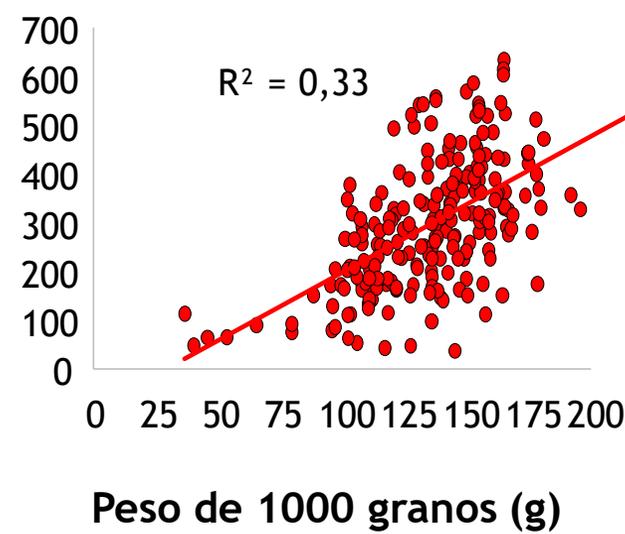
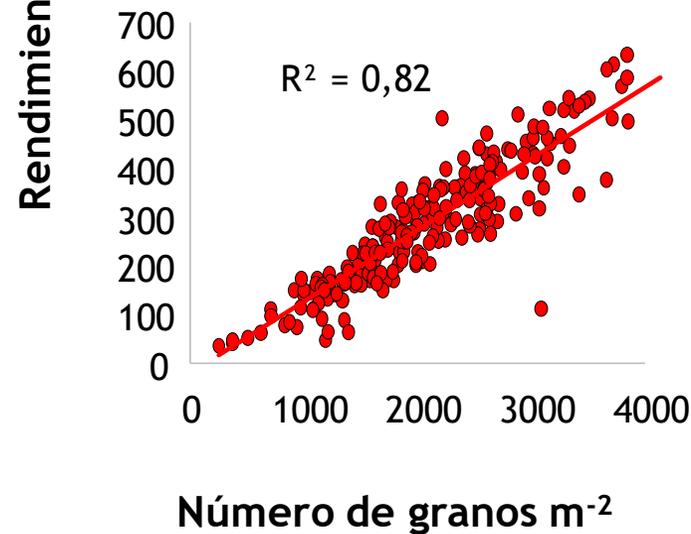
# Componentes numéricos

Campo Escuela, FCA-UNC.  
 (31°19'LS, 64°13'LV)  
 Campañas 2002 al 2020

ECUACION NUMÉRICA

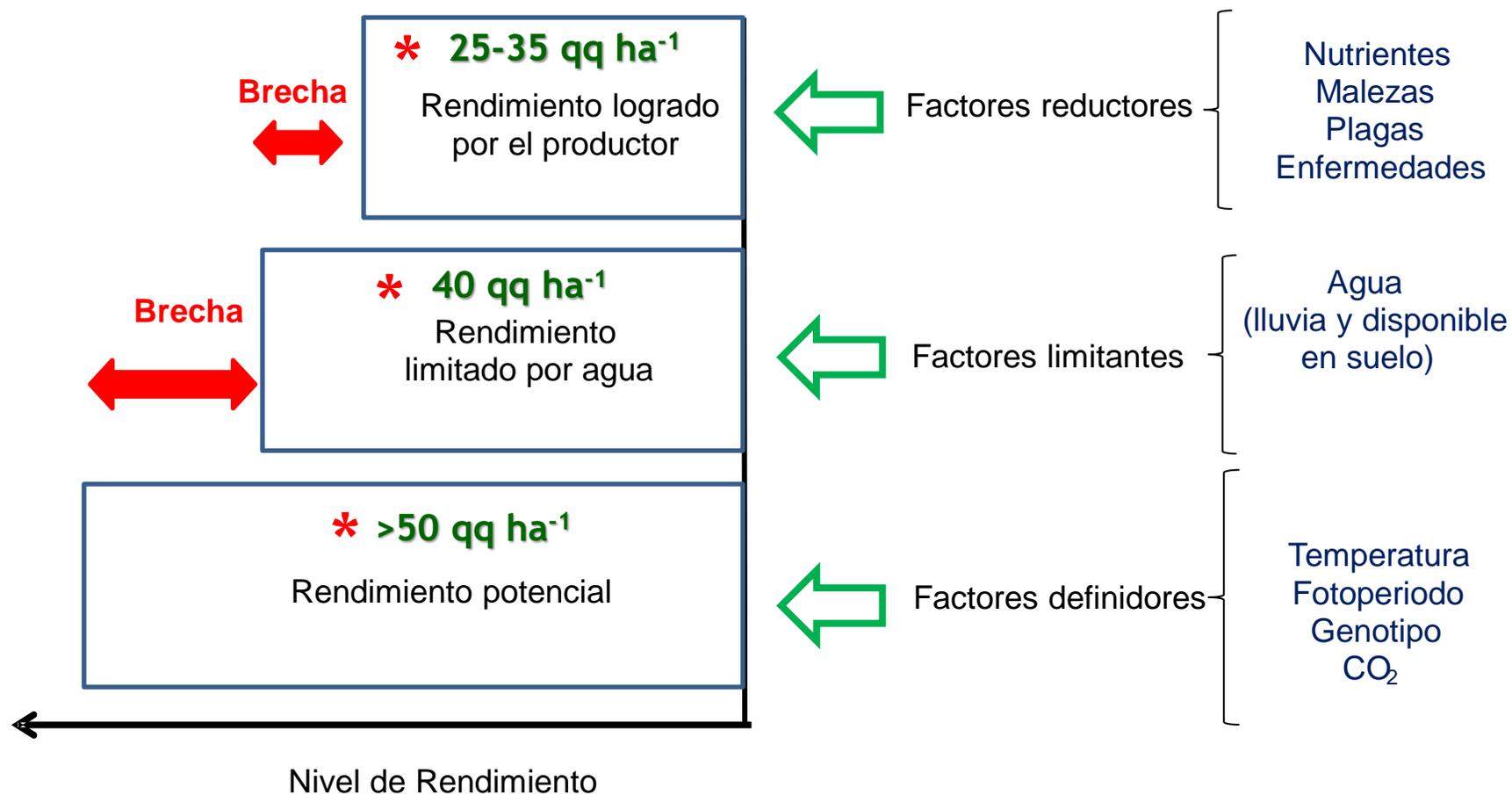


Relación promedio  
 de los GM IV y GM  
 V corto  
 (productivos)



Relación promedio  
 de los GM V largo  
 y GM VI (estables)

# Brechas de rendimiento



\* Valores de referencia para el Centro Norte de Córdoba

