

# Bases funcionales para el manejo de malezas

## Dinámica poblacional



Betina Kruk

Cátedra de Cerealicultura

Facultad de Agronomía,

Universidad de Buenos Aires

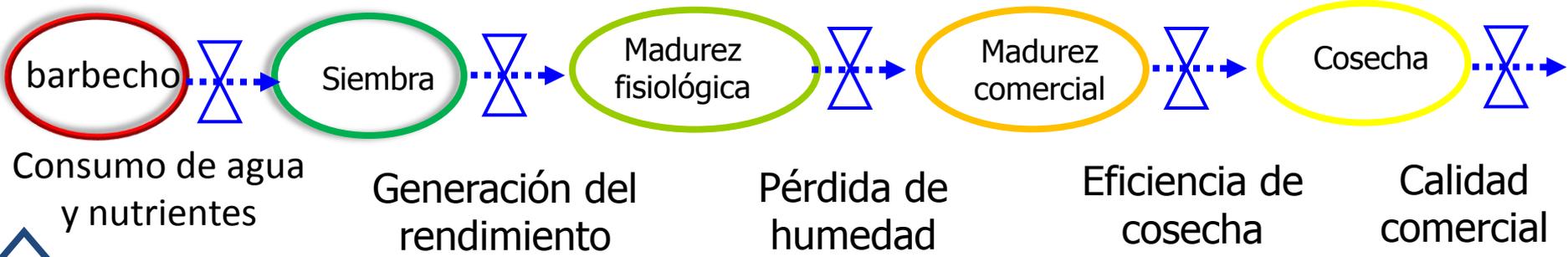
Maestría en Protección Vegetal UNLP

23 de agosto 2016

# Las malezas interfieren en la actividad del hombre afecta la producción de cultivos.



Qué estrategias tecnológicas están disponibles para disminuir los efectos de las malezas en los lotes de producción?

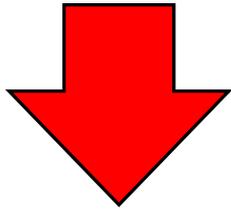


Procesos afectados



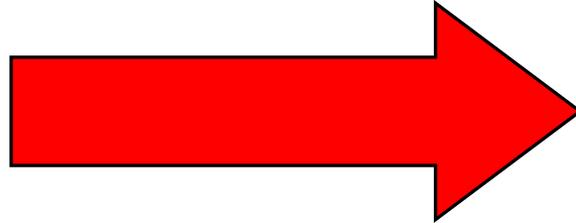
# Estrategia tecnológica a emplear

## **CONTROL**



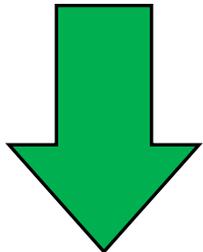
Corto plazo

Objetivo: minimizar pérdidas de rendimiento en el cultivo que se está produciendo



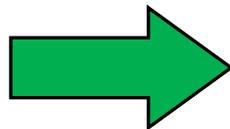
**Acción directa sobre la maleza**

## **MANEJO**

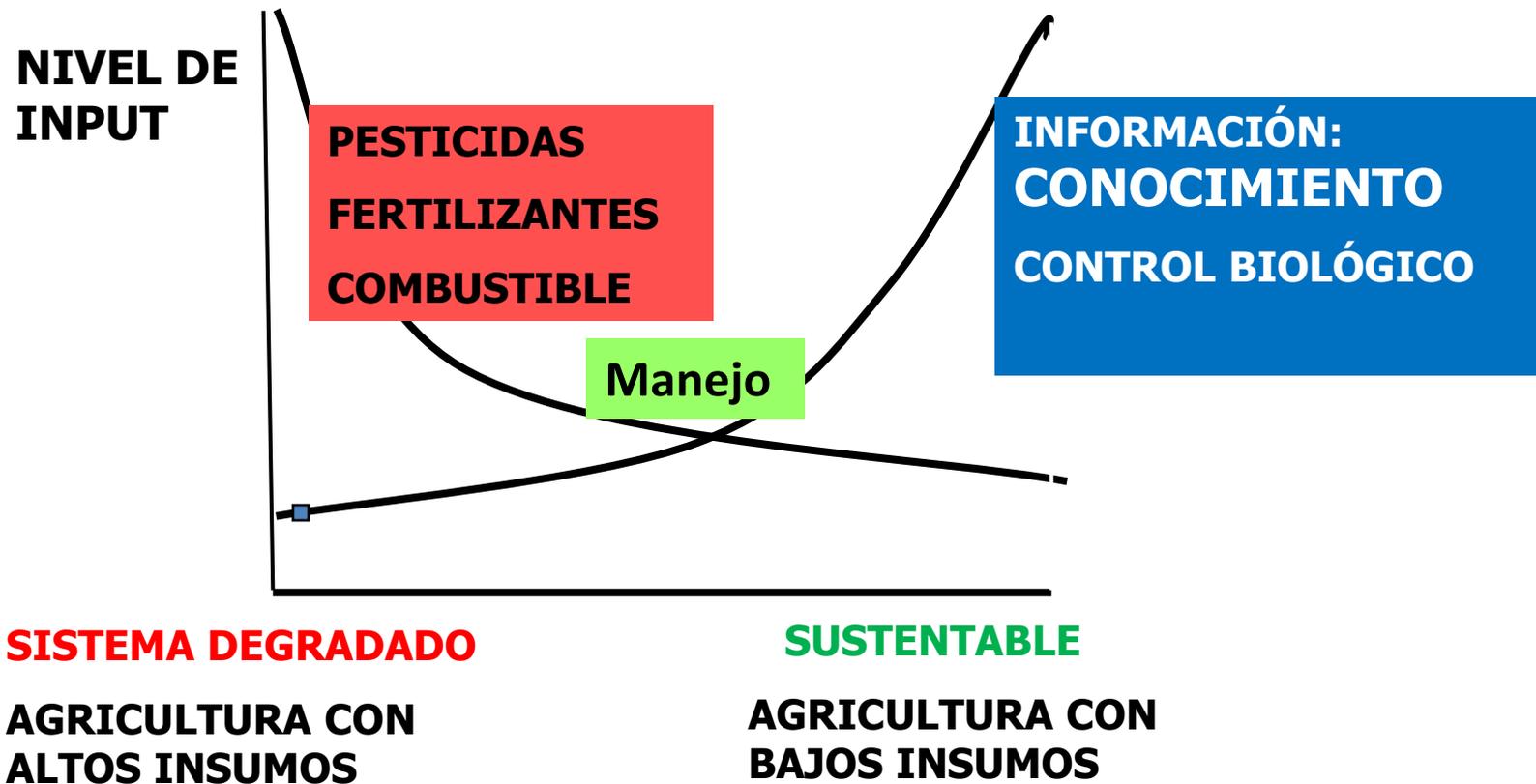


Largo plazo

Objetivo: mantener el tamaño poblacional de la maleza a través de sucesivos ciclos agrícolas en niveles económicamente y ecológicamente sustentables



**Combinación de distintas estrategias sobre la base de la dinámica poblacional de la maleza y su interacción con el cultivo.**



Para aumentar la eficiencia de los herbicidas se requiere un mayor **conocimiento** de las interrelaciones que se establecen en el **agroecosistema**

(Stinner & House, 1988).

# Niveles de organización de un agroecosistema



## Dinámica poblacional de malezas

Estudia los **cambios en el número de individuos** de una especie (**población**) o cualquier otra variable de estado poblacional, (ej. semillas por m<sup>2</sup>, biomasa, etc.) **en función del tiempo.**

# Dinámica poblacional de malezas

Estudia los cambios en el **número de individuos de una población** o cualquier otra variable de estado poblacional, (ej. semillas por m<sup>2</sup>, biomasa, etc.) **a lo largo del tiempo**.

A partir de esta aproximación es posible determinar y/o predecir el impacto de determinadas prácticas agrícolas sobre el tamaño de la población de malezas.



(Ballare et al, 1987)



# Contenidos

## - Dinámica poblacional de malezas

- \* Crecimiento de una población de malezas
- \* Ciclo de vida de una especie anual y perenne
- \* Estados y procesos demográficos
- \* Aproximaciones para el estudio de la  
Dinámica poblacional

## - Procesos demográficos claves de enmalezamiento:

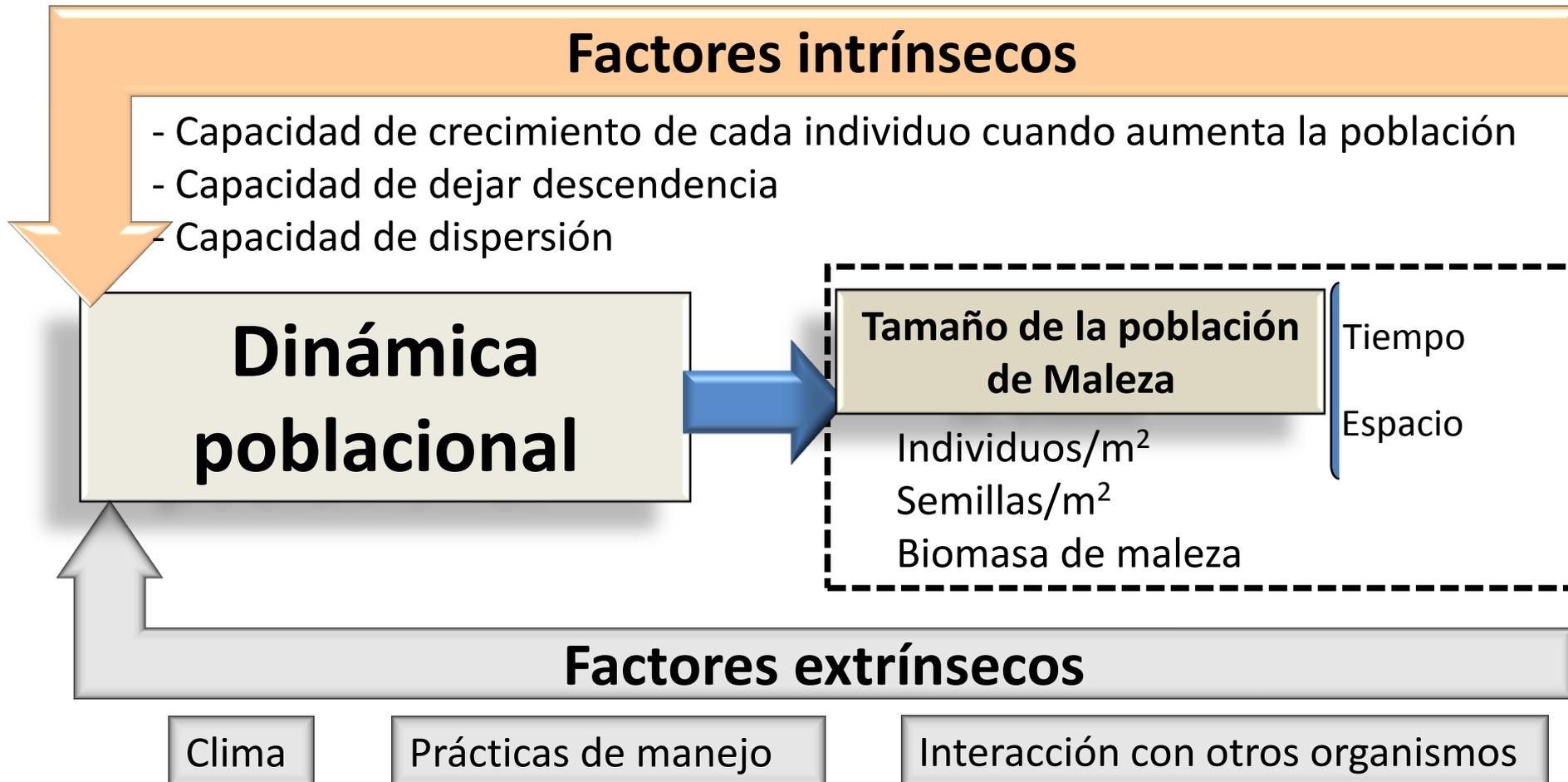
### Establecimiento - Competencia-dispersión

Banco de semillas, Dormición, Germinación, Emergencia

Objetivo es desarrollar los criterios de manejo y control de malezas sustentados en la dinámica poblacional y en los procesos claves de enmalezamiento y los factores que los regulan

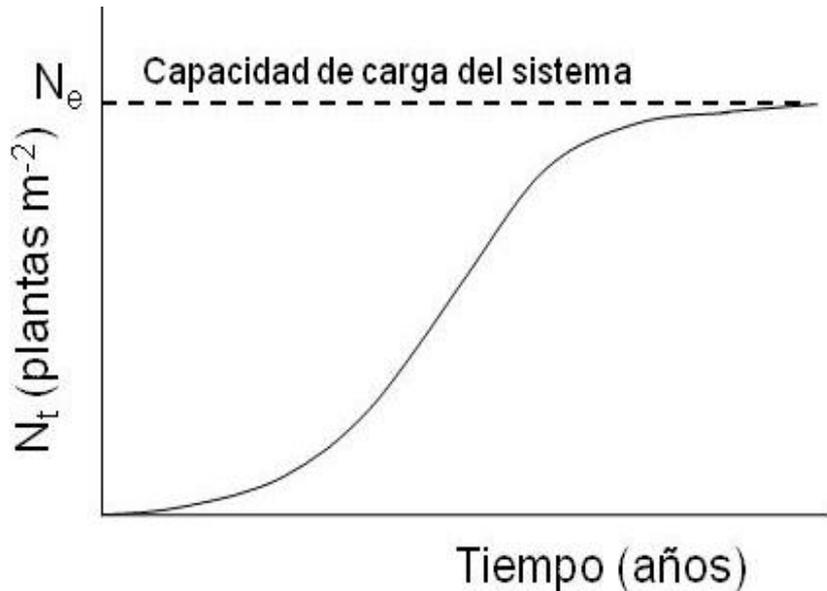


# Factores que determinan variaciones en el número de individuos de una población de malezas



# Factores intrínsecos

## Curva de crecimiento de una población: Función logística



$$N_{t+1} = R * N_t / (1 + a * N_t)$$

**$N_{t+1}$** : número de individuos de la población en la siguiente generación,

**$N_t$** : número de individuos de la población en la generación  $t$ ,

**R**: tasa intrínseca de crecimiento de la población

**a**: determina una disminución en la tasa de crecimiento poblacional con respecto a la observada en la generación anterior como resultado de la **interferencia intraespecífica** que será mayor conforme aumente la densidad de individuos.

El crecimiento de una población en el tiempo se puede expresar como:

$$N_{t+1} = N_t + N_c - M + I - E$$

donde  $N_{t+1}$ : es el resultado de

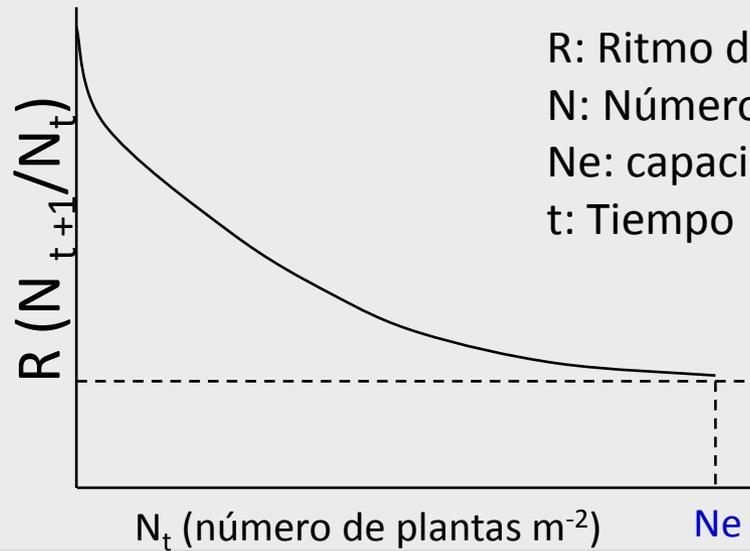
la suma de:

- a) número de individuos que existen inicialmente en el lugar ( $N_t$ )
- b) el número de nacimientos locales ( $N_c$ )
- c) las inmigraciones desde otros lugares ( $I$ )

y de la resta de

- a) las muertes locales ( $M$ )
- b) las emigraciones hacia otros lugares ( $E$ )

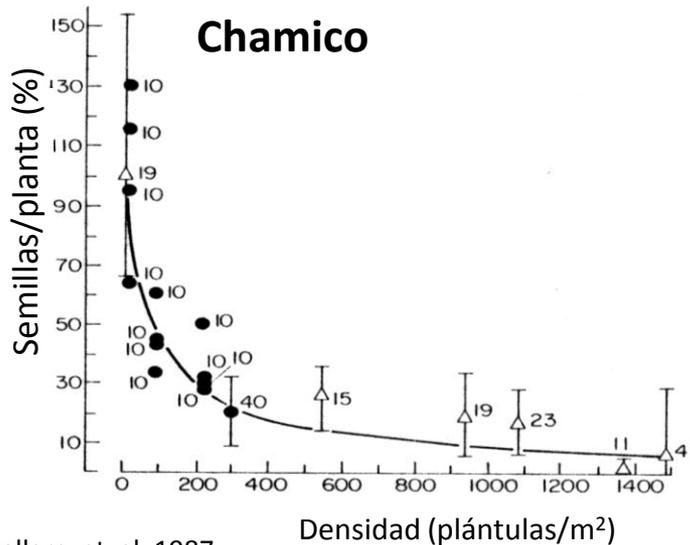
# El ritmo de crecimiento de una población (R) es función del número de individuos de la población.



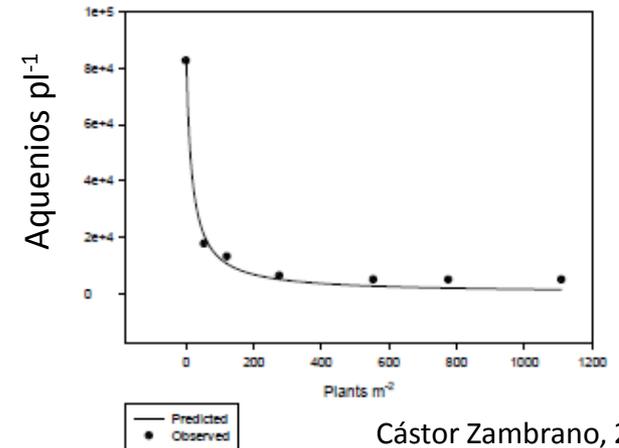
R: Ritmo de crecimiento (Tasa intrínseca de crecimiento)  
 N: Número de individuos de la población  
 Ne: capacidad de carga del sistema.  
 t: Tiempo

(Adaptado de Cousens y Mortimer, 1995)

Ne (capacidad de carga del sistema)



*Conyza bonariensis*



Cástor Zambrano, 2013

Figure 5. Relationship between fecundity and density of a *C. bonariensis* population. The line corresponds to the fit of the hyperbolic model (eqn 1). The points correspond to the values observed.

# Factores extrínsecos que regulan el crecimiento poblacional

## Prácticas de manejo

Fertilización  
Fecha de siembra  
Densidad de cultivo  
Arreglo espacial  
**Herbicidas**  
**Rotaciones**  
**Cultivos de cobertura**

## Interacción con otros organismos

Patógenos  
Depredadores  
Cultivo

## Clima

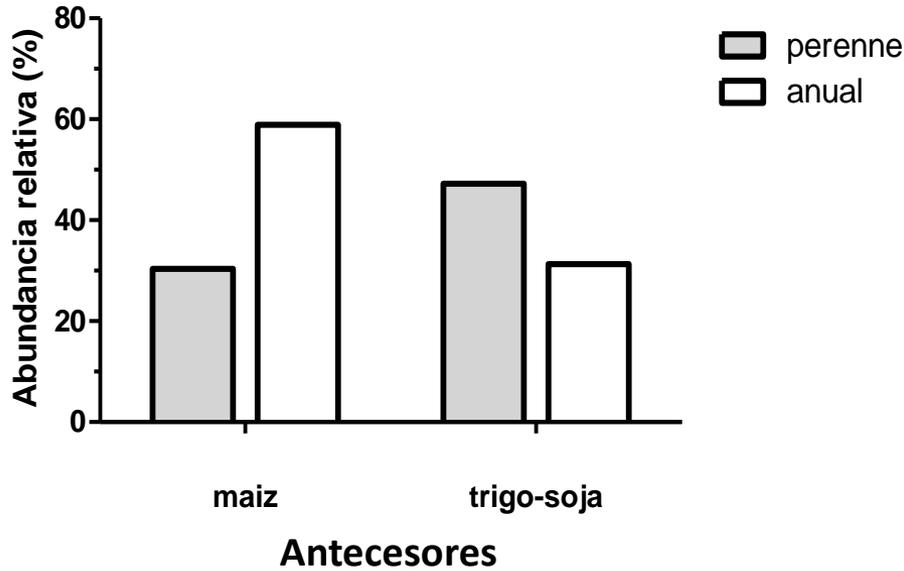
Heladas  
Sequía  
Temp.  
extremas

Ejemplos



# ROTACION – Cultivos antecesores

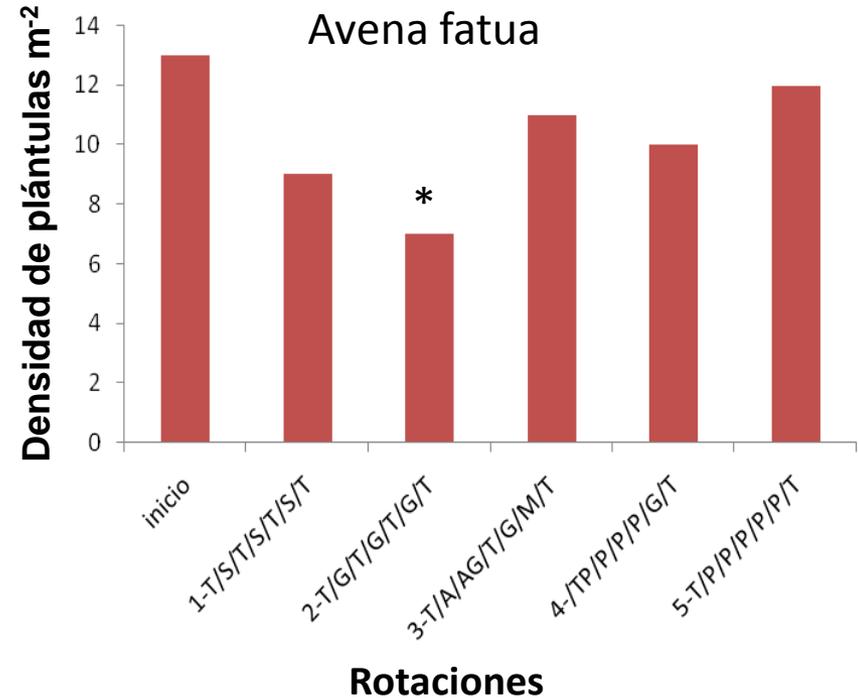
## Malezas en soja



Porcentaje de la abundancia relativa de dos grupos funcionales, (barra gris) especies perennes y (barra blanca) especies anuales, en 12 lotes de soja en Entre Rios cuando el cultivo antecesor fue maíz o trigo-soja. El error estándar de las diferencias (SED) de los datos medios transformados fue 0.043 y 0.041, respectivamente (Adaptado de Mas, Kruk, Satorre, Guglielmini, Verdú, 2010).

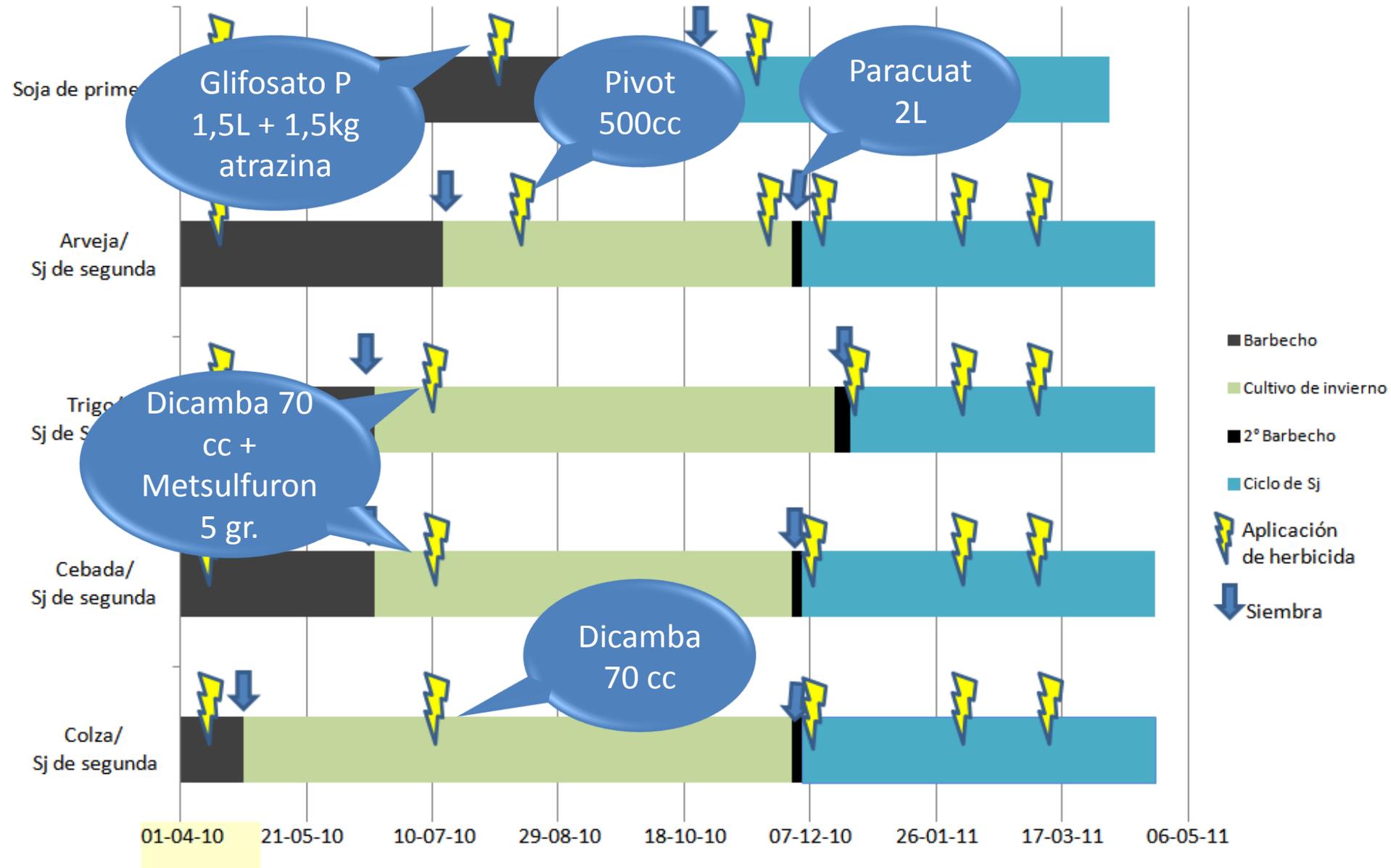


## Avena fatua



Densidad (pl m<sup>-2</sup>) de *Avena fatua* al inicio y después de 6 años en cada una de las rotaciones. T:trigo; S:soja; A:avena; G:girasol; M:maiz ; P: pasturas consociadas. Los asteriscos \*, indican diferencias significativas (P<0,05)

# Manejo de los cultivos



(Kruk y Salaverri, 2014)



# Factores Extrínsecos: Diferentes Cultivos

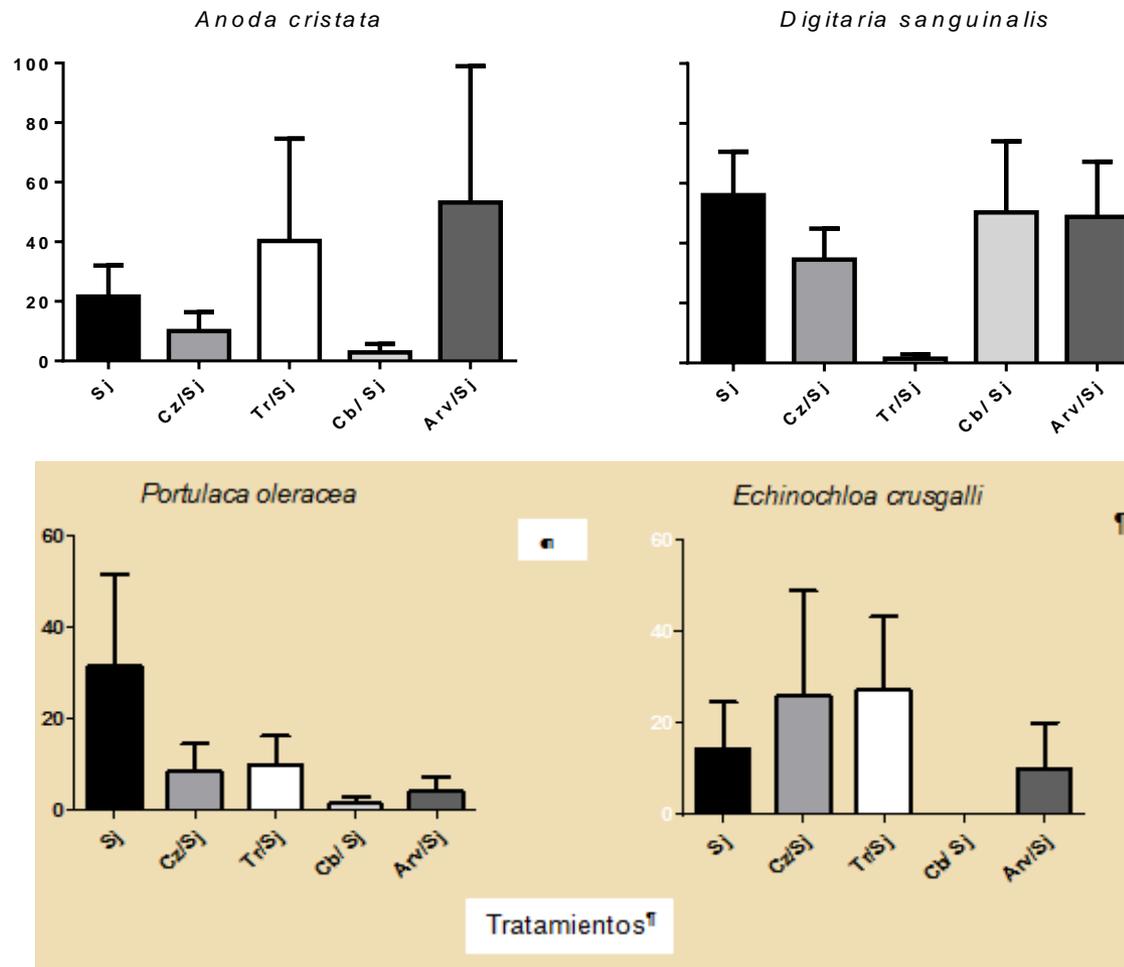
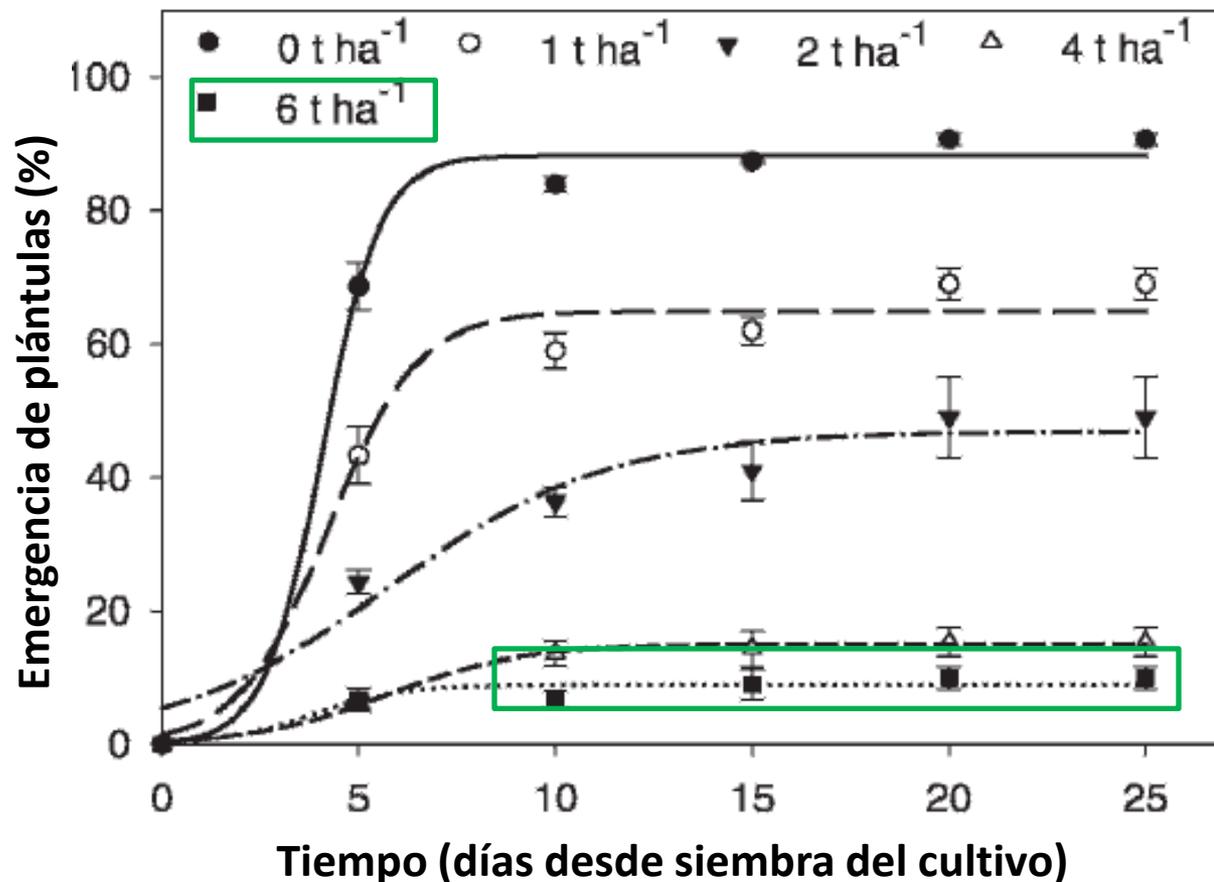


Figura 7: Densidad de plántulas de *Anoda cristata*, *Digitaria sanguinalis*, *Portulaca oleracea* y *Echinochloa crusgalli* emergidas del banco de semillas provenientes de los lotes de con antecesores Sj: Barbecho-Soja de primera, Cz/Sj: Colza-Soja de segunda, Tr/Sj: Trigo-Soja de segunda, Cb/Sj: Cebada-Soja de segunda y Arv/Sj: Arveja-soja de segunda en Junín. Líneas verticales indican el error estándar.

## Rastrojo

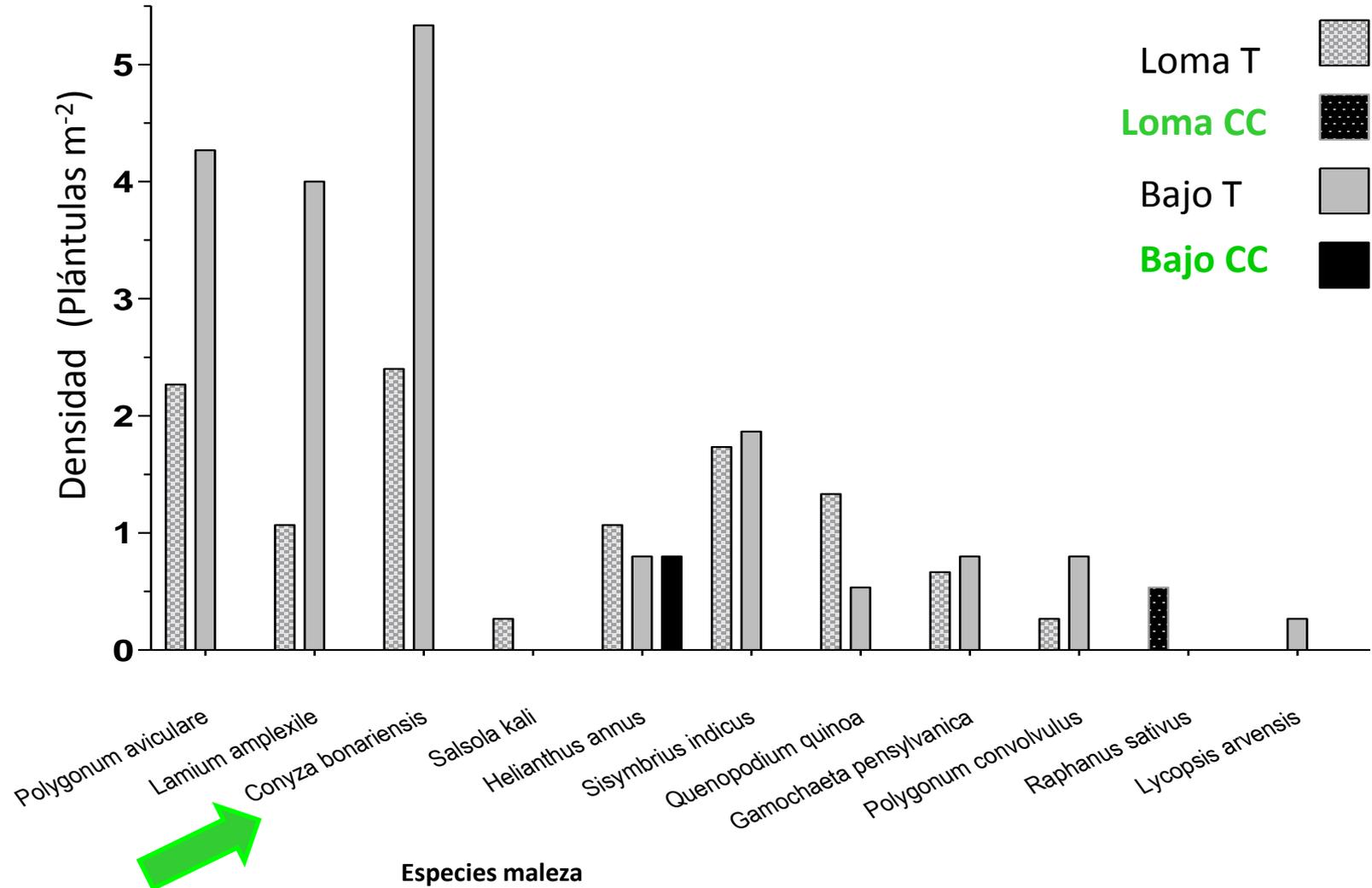


La emergencia de plántulas se reduce en presencia de rastrojo equivalente a 4 a 6 t /ha.

Con SD pero con mucho rastrojo el éxito de la maleza sería menor.

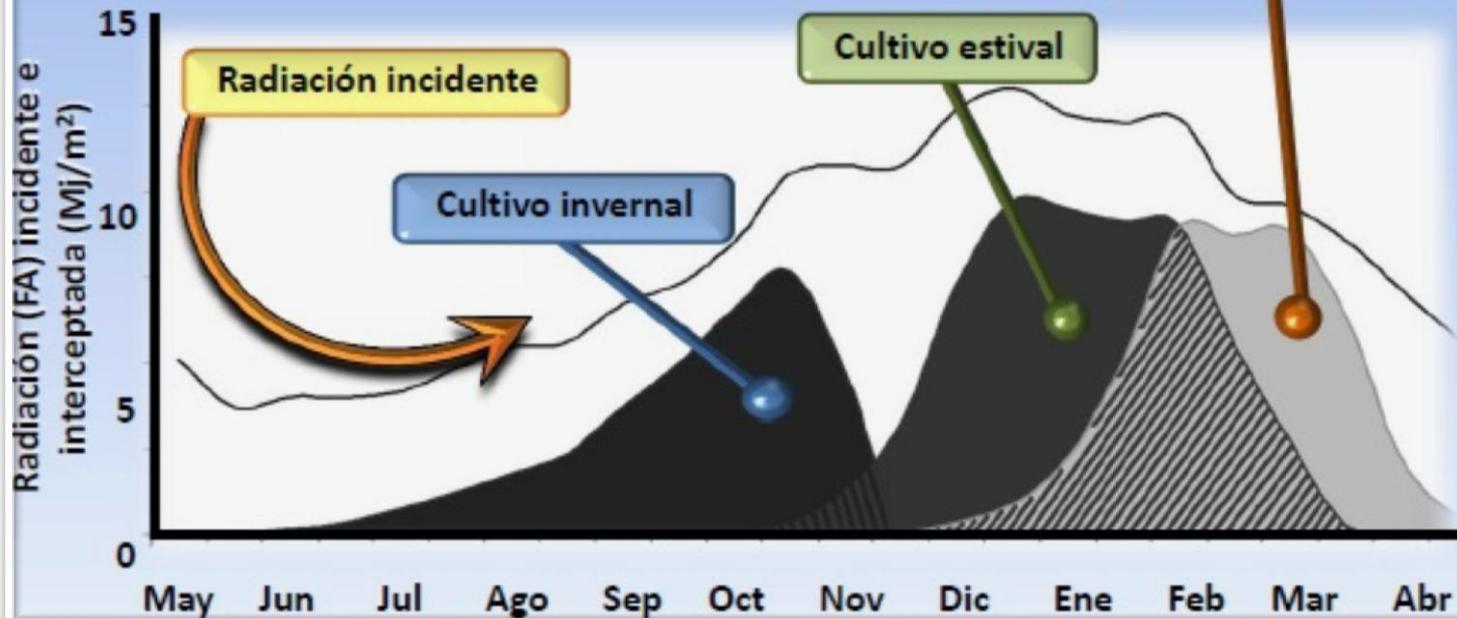
Efecto de la cantidad de rastrojo sobre la emergencia de plántulas de *Eleusine indica*

# Cultivos de cobertura y ambiente: loma y bajo



CC (mezcla de vicia villosa y centeno) sobre rastrojo de girasol. T: testigo  
 Siembra: 19/4/13 en Saliquello (oeste de la prov. de Bs. As.).

## Dinámica de la utilización de recursos



## Recursos del sistema

La radiación u otros recursos que no son capturados por el cultivo, están disponibles para el crecimiento de las malezas

Fuente: Andrade, 2013

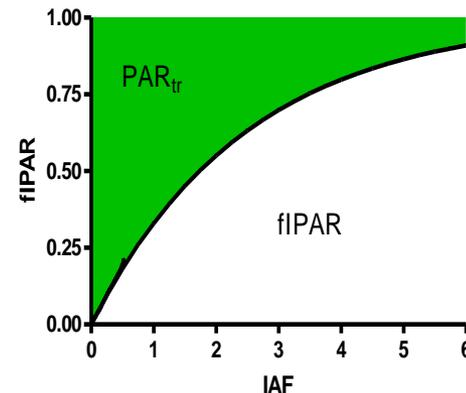
### Maíz



### Trigo-Soja



### Radiación incidente



A partir de los factores **intrínsecos** y **extrínsecos** que regulan el tamaño de la población de malezas sería posible determinar y/o predecir el impacto de determinadas prácticas agrícolas sobre el tamaño de la población de malezas.

Entender la dinámica poblacional de una maleza es la **base** para el **diseño de estrategias de manejo** e implementación de tácticas de control.

## Preguntas:

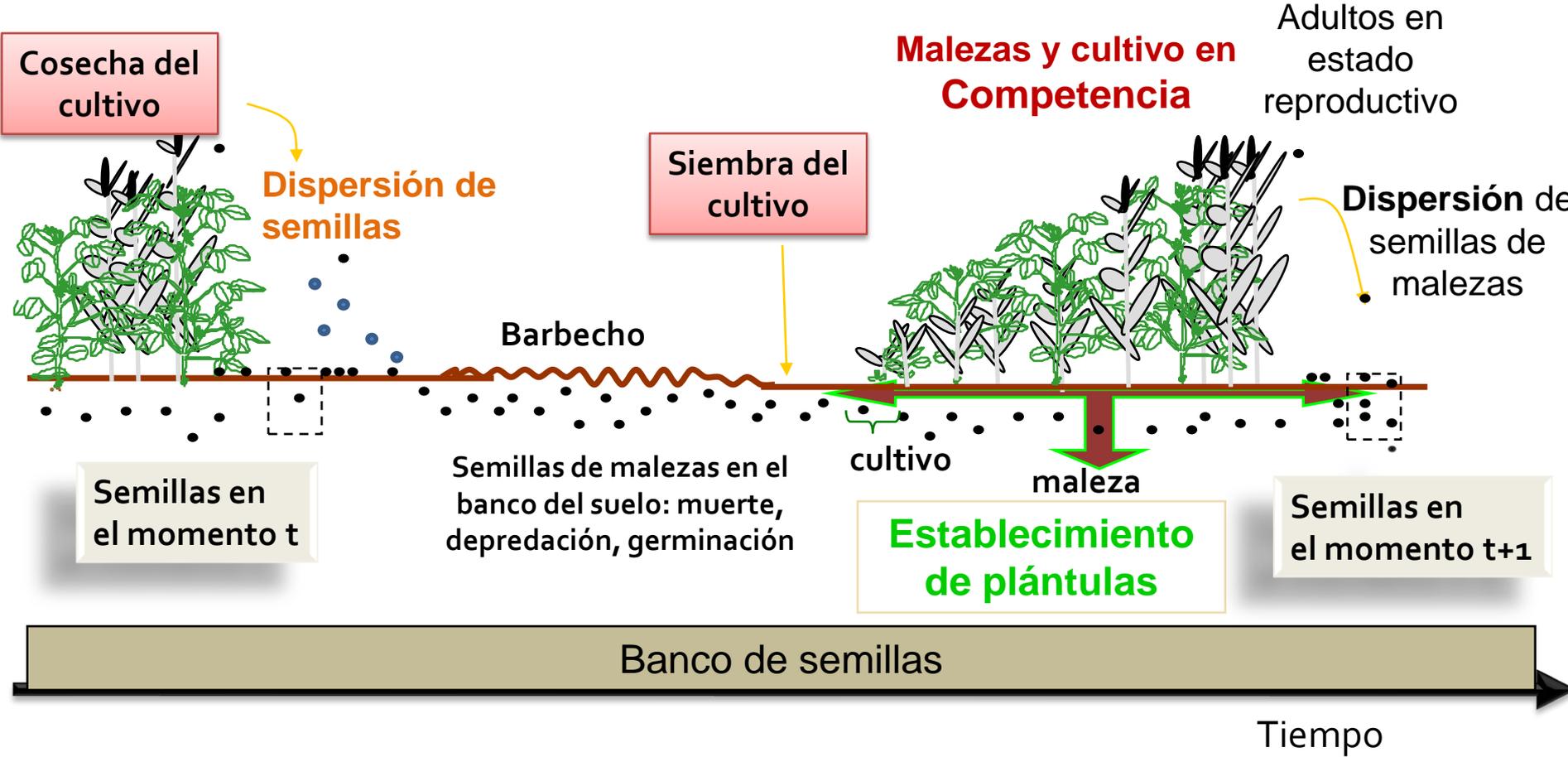
La capacidad de carga del sistema es constante a lo largo del tiempo?

De qué depende el crecimiento poblacional?

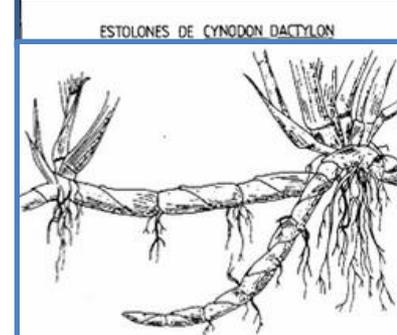
Cómo determino la práctica de manejo que mayor impacto tiene y en qué momento del ciclo de la maleza se debe aplicar?



# Representación del ciclo de vida de una maleza anual en un cultivo

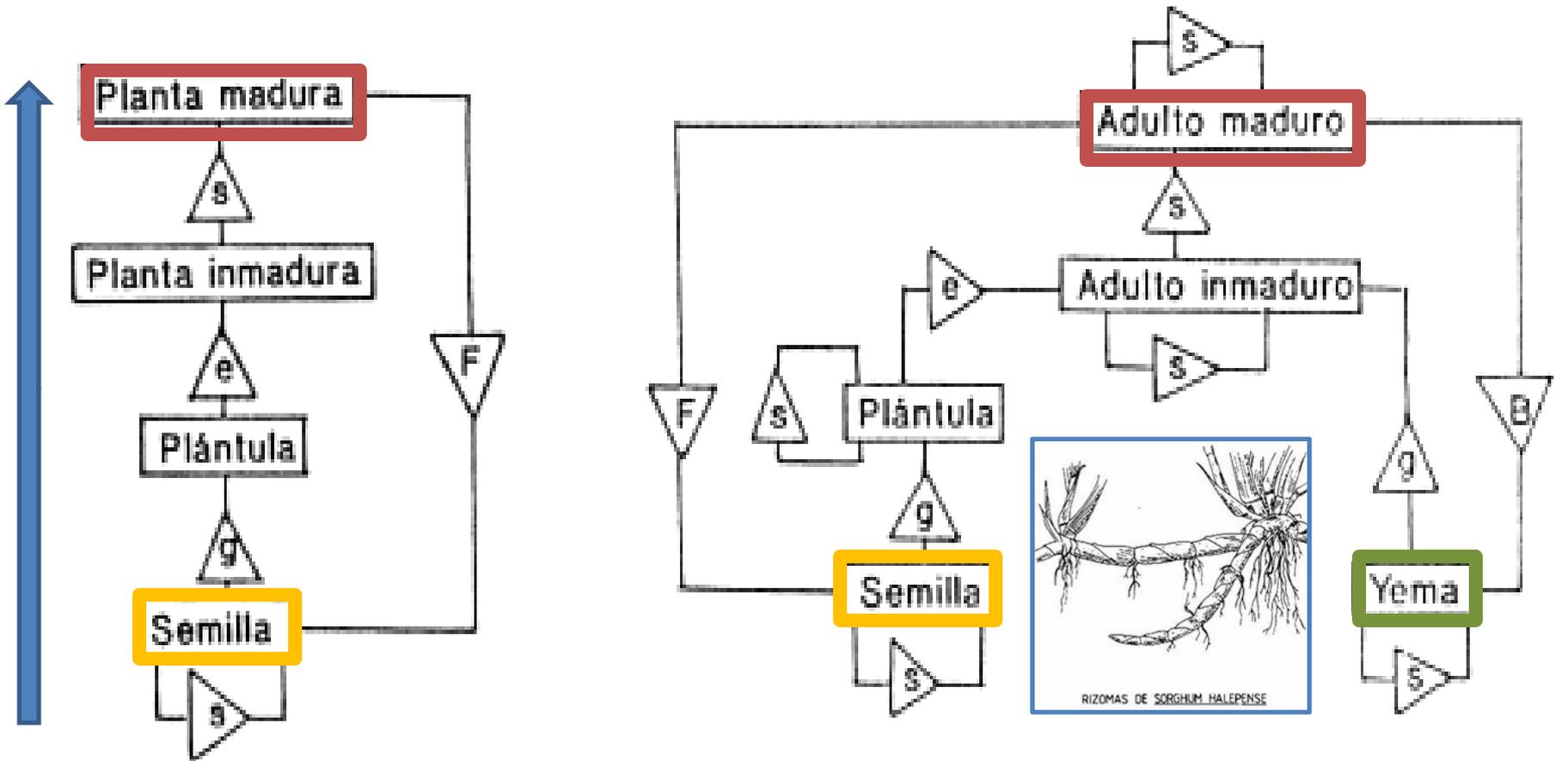


# Ciclo de vida de una maleza perenne



# CICLO DE VIDA: Representado en una TABLA de VIDA

## Estados, procesos y tasas demográficas



a. ESPECIE MONOCARPICA

b. ESPECIE PERENNE CON 5 ESTADOS FUNCIONALES

FIG. 4 - Ciclo de vida, estados funcionales y procesos demográficos.  $s$  = probabilidad de supervivencia entre estado y estado;  $g$  = probabilidad de germinación de semillas;  $e$  = Probabilidad de establecimiento de plántulas;  $F$  = fecundidad de semillas;  $B$  = fecundidad de yemas.

(Extraído de Saavedra, 1994)

# Estado

Semillas en el banco  $m^{-2}$

Tasa de emergencia

Plántulas emergidas  $m^{-2}$

Tasa de supervivencia

Adultos  $m^{-2}$

Proporción adultos con semilla

Adultos semillados  $m^{-2}$

Prop semillas por individuo

Semillas totales  $m^{-2}$

Prop semillas caídas

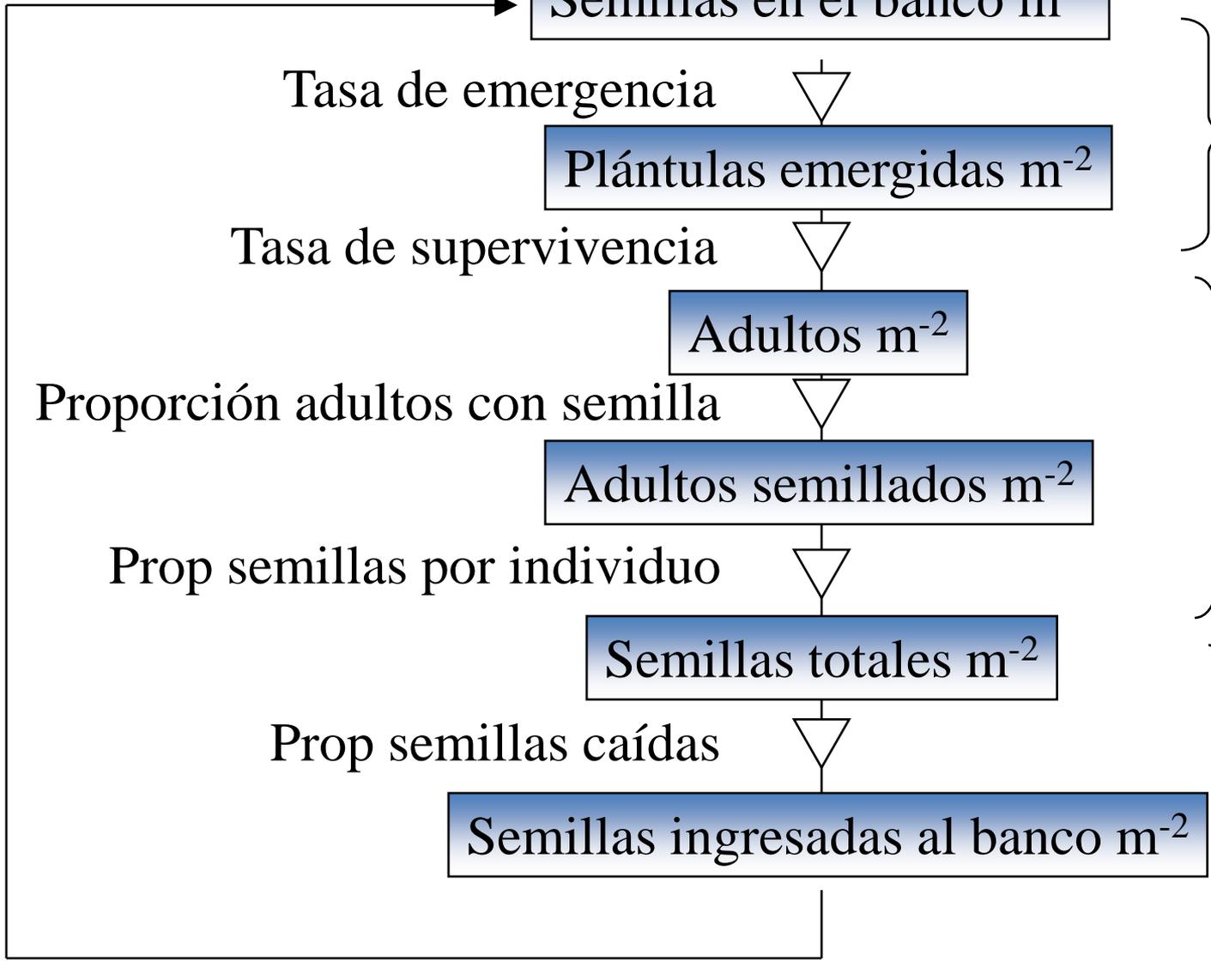
Semillas ingresadas al banco  $m^{-2}$

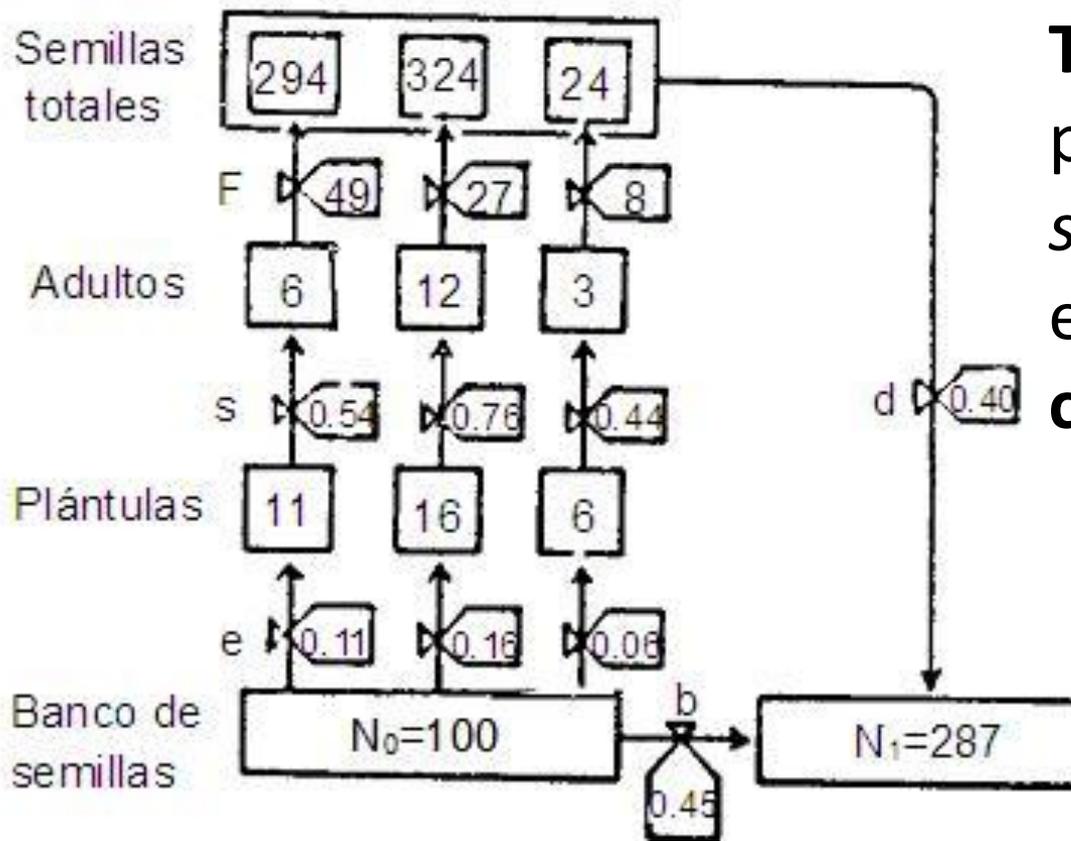
## Proceso

Supervivencia

Fecundidad

Dispersión





**Tabla de vida** de una población de *Avena sterilis* que considera la existencia de tres **cohortes** de plántulas



**Flujos de emergencia** (generaciones)

Los números dentro de las **cajas** indican el número de individuos  $m^{-2}$ , los números dentro de las **llaves** indican la proporción de individuos pasan de una clase de edad a la clase de edad subsiguiente (**tasas demográficas**).

Tasas demográficas: **e** = emergencia de plántulas; **s** = supervivencia de plántulas; **F** = número de semillas producidas por plantas; **d** = proporción de semillas dispersadas del total de semillas producidas; **b** = supervivencia de las semillas en el banco. El tamaño inicial de la población es de 100 semillas  $m^{-2}$

# Estados y procesos demográficos

## Estados demográficos:

Semillas

Plántula

Adulto

Adulto reproductivo

Semillas dispersadas

## Procesos demográficos:

Germinación-Emergencia:

Establecimiento

Supervivencia

Competencia: Fecundidad

Dispersión

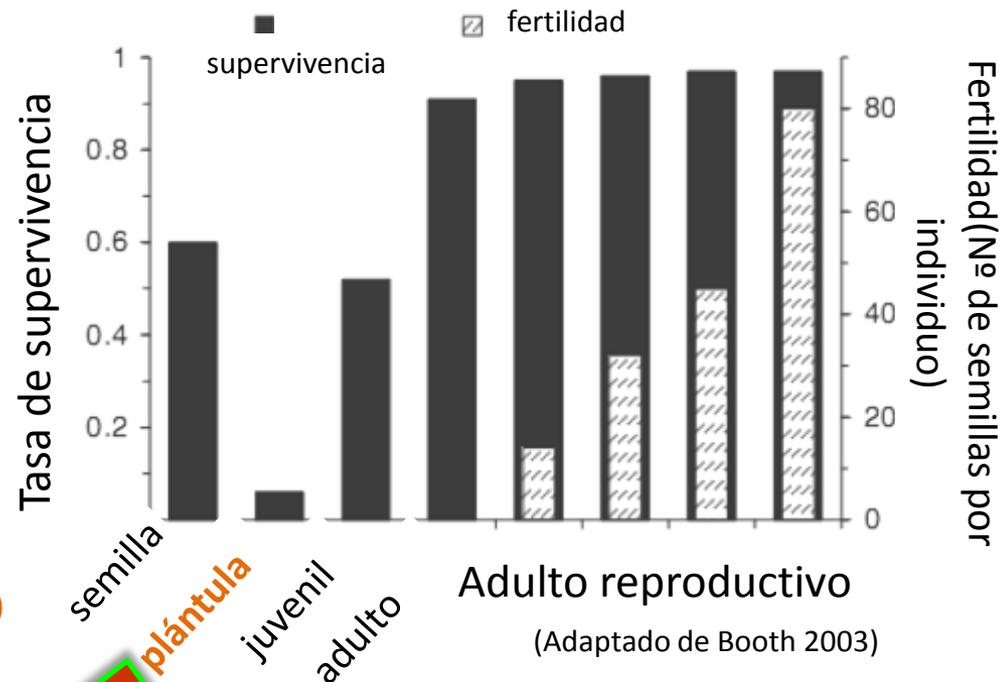


## Tasas demográficas:

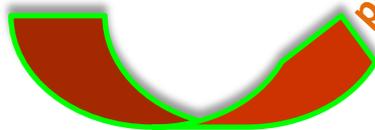
es la cuantificación de los procesos demográficos

# A partir del estudio de la dinámica poblacional:

Es posible identificar los **procesos** o **estados poblacionales** sobre los cuales **deberíamos actuar**, con manejo o con métodos de control, para producir un **fuerte impacto poblacional**, de manera tal de reducir la infestación hasta niveles compatibles con mermas significativas en el rendimiento.



**Estado o proceso crítico**



# Estudio de la dinámica poblacional de malezas:

## Tres aproximaciones (Fernández Quintanilla, 1988)

**1. Estudios de largo plazo:** estudia los cambios en el tamaño de la población de malezas (ej.  $n^{\circ}$  semillas en el banco del suelo/m<sup>2</sup>) a lo largo de los años, con el objetivo de evaluar el efecto de una práctica de control sobre la tendencia de la población y la tasa de cambio de la población.

**2. Estudios demográficos:** consisten en determinar el número de individuos en las distintas clases de edad que existen en la población y calcular qué proporción de los individuos que se hallaban en la clase  $n$  pasan a la clase  $n+1$

TABLAS DE VIDA: **Estado crítico**

**3. Estudios mecanísticos:** Se trata de **establecer relaciones funcionales** entre los factores o fuerzas motoras y algún proceso **poblacional crítico** para la regulación de la población de forma de poder ser incluidas en un modelo predictivo.

# Estudios de largo plazo

¿Cómo crece una población de malezas en función del tiempo, en ausencia de controles o como resultado de distintas prácticas de manejo?

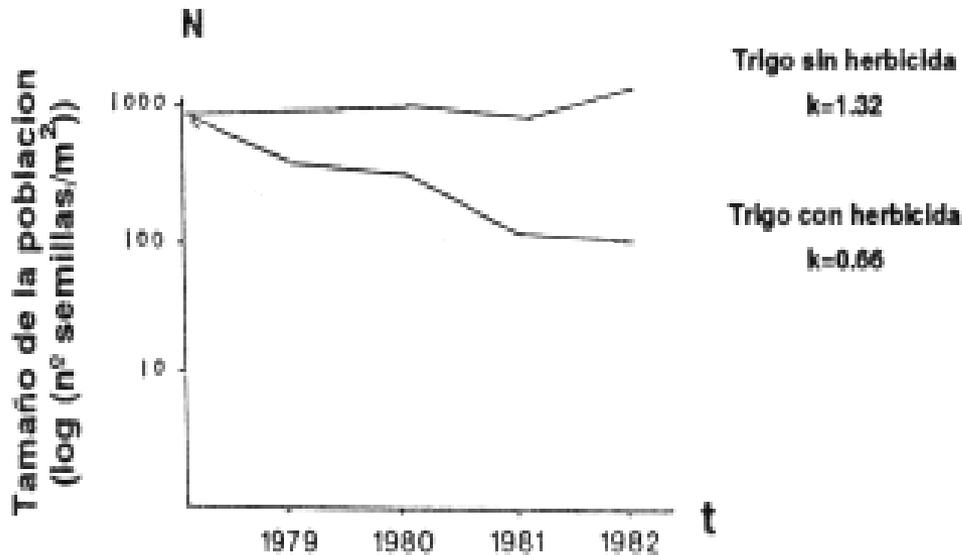


FIG. 6 - Dinámica de *Avena sterilis* subsp. *ludoviciana*. (Fernández-Quintanilla, 1984).

**Aplicación:**  
Evaluaciones a largo plazo de programas de control de malezas o situaciones de manejo, por medio del monitoreo de un componente de la población.

# Estudios demográficos

❖ El ciclo de vida de la maleza es dividido en distintas clases, determinándose el número de individuos que componen las distintas clases de edad de la población

Cuáles son los procesos sobre los cuales deberíamos actuar, con manejo o con métodos de control, para producir un **fuerte impacto poblacional**, de manera tal de reducir la infestación hasta niveles compatibles con mermas significativas en el rendimiento?



***Tablas de vida***

# Urochloa panicoides

Campaña 2009-2010



En maíz



Sin herbicida

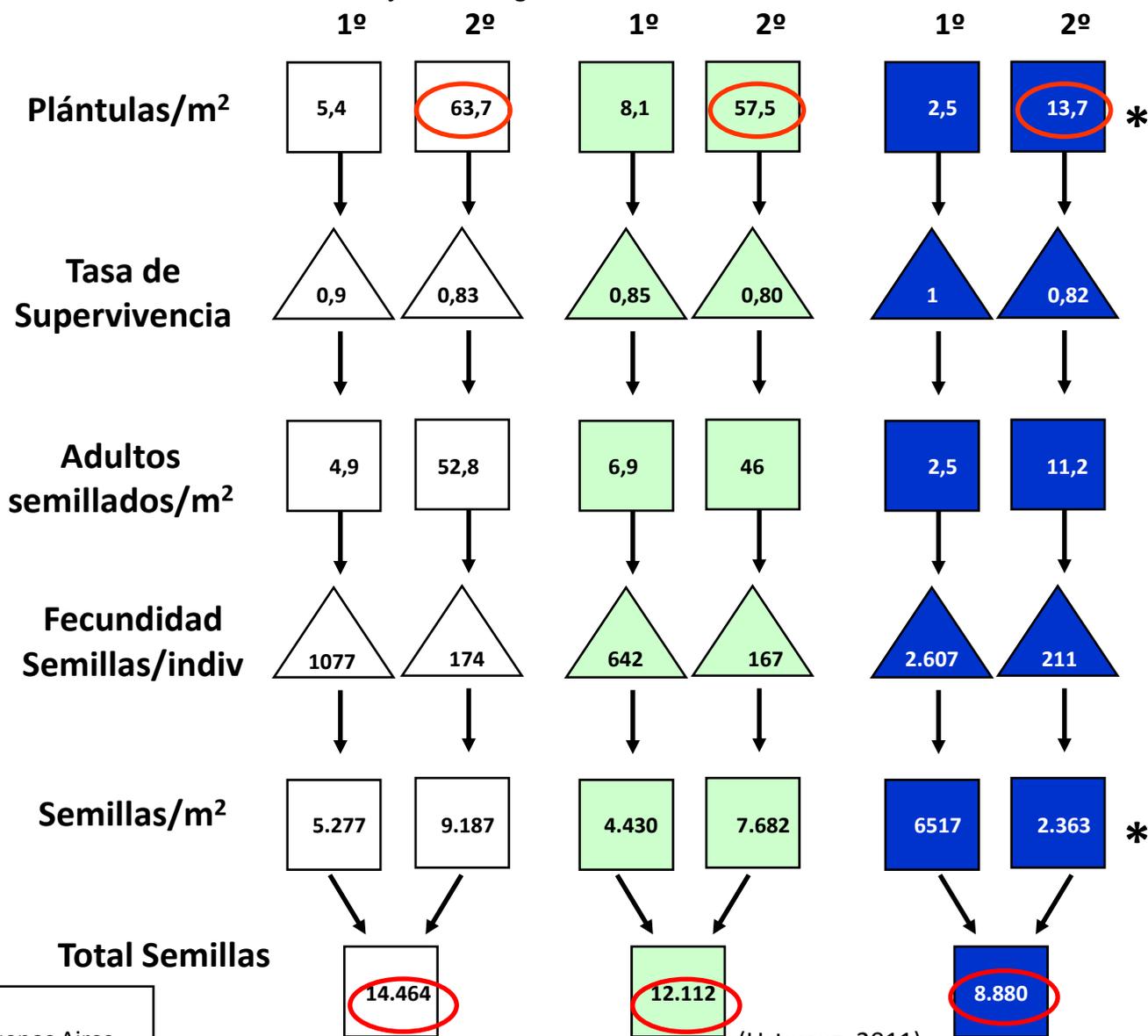
Atrazina

Atraz + Metol

Cohortes o Flujos de emergencia

Cohortes

Cohortes



## Ventajas del Estudio demográfico

- Identificar **prácticas de manejo eficientes**.
- Puede ser utilizado, aunque con ciertas limitaciones, para la descripción, análisis y predicción de la evolución de la población.
- No son tan complejos como los estudios mecanísticos.
- Tienen un valor analítico muy superior a los estudios a largo plazo.

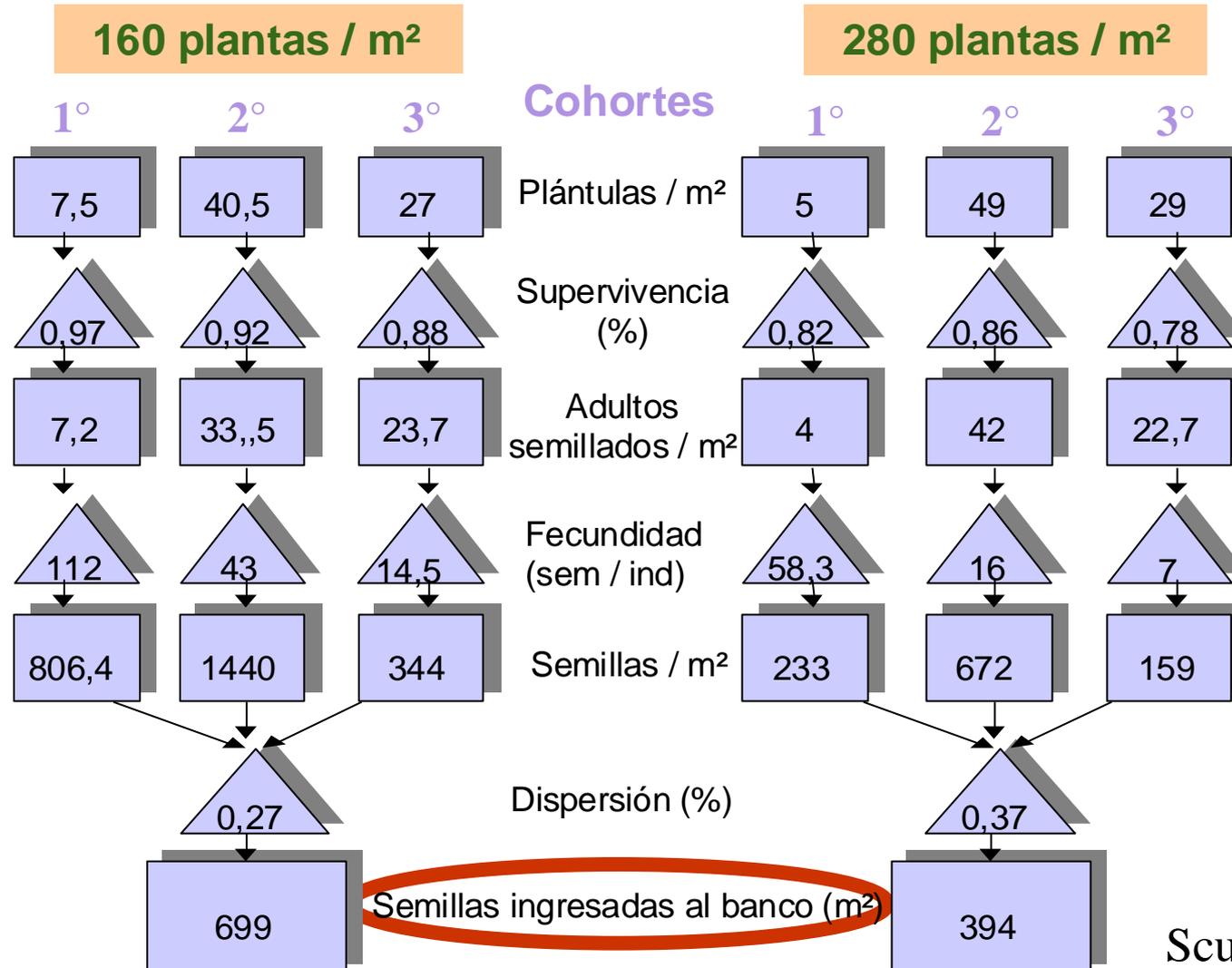
### **Inconvenientes** son que:

- Requieren un esfuerzo considerable.
- Los resultados son válidos bajo las condiciones de estudio.
- El valor predictivo es mediano, tanto mayor cuanto más detallado sea el estudio.

### **Aplicaciones:**

- Comprensión del funcionamiento de la población.
- Identificación del estado o **proceso crítico** que influye especialmente en la regulación del tamaño de la población.

# Prácticas de manejo: Dinámica poblacional de Malezas Avena fatua en cultivo de cebada

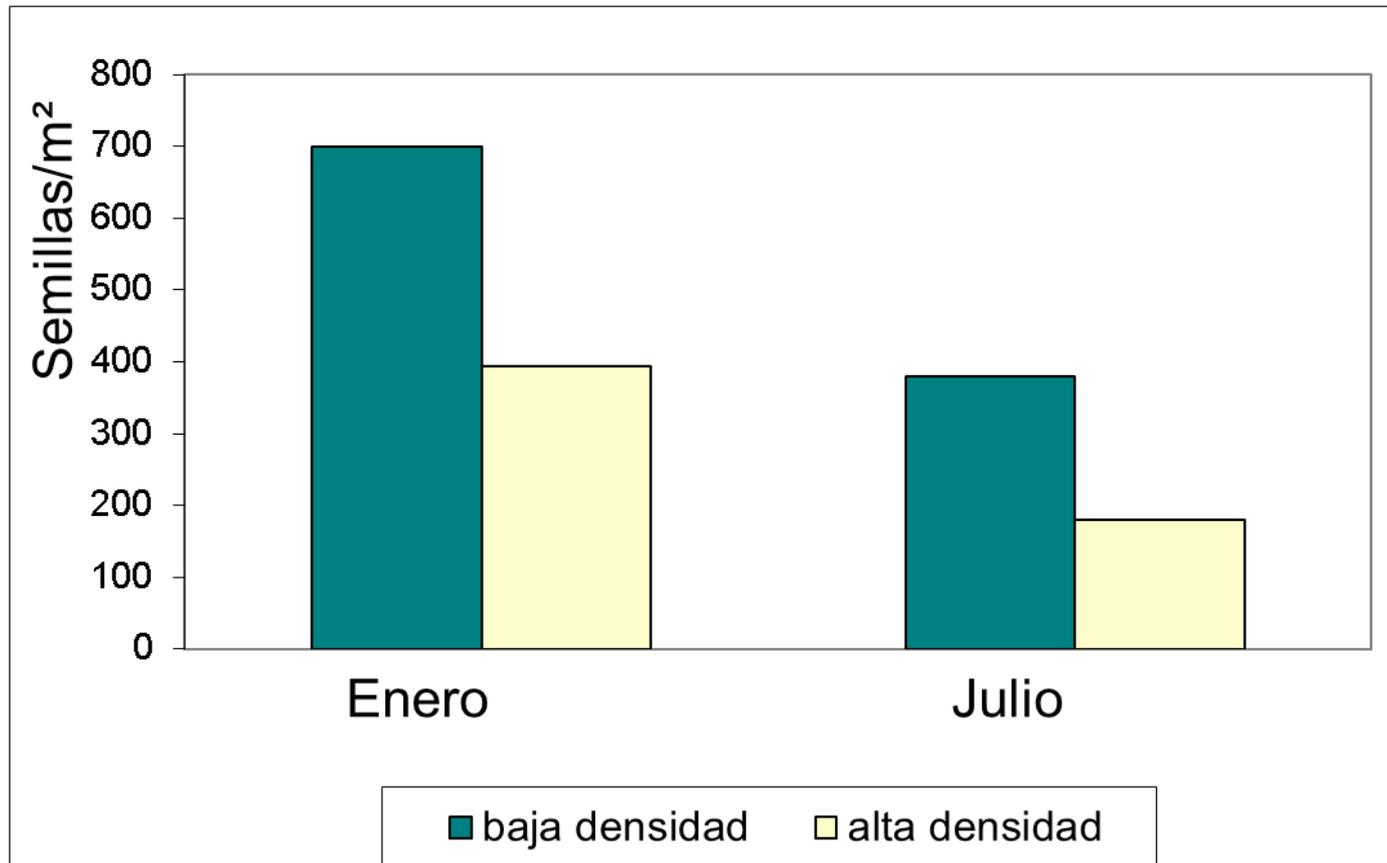


Scursoni, 2000



## Estudios demográficos: Estado: Banco de semillas

Banco de semillas de *A. fatua* en poscosecha y luego del período de barbecho en dos densidades de cultivo



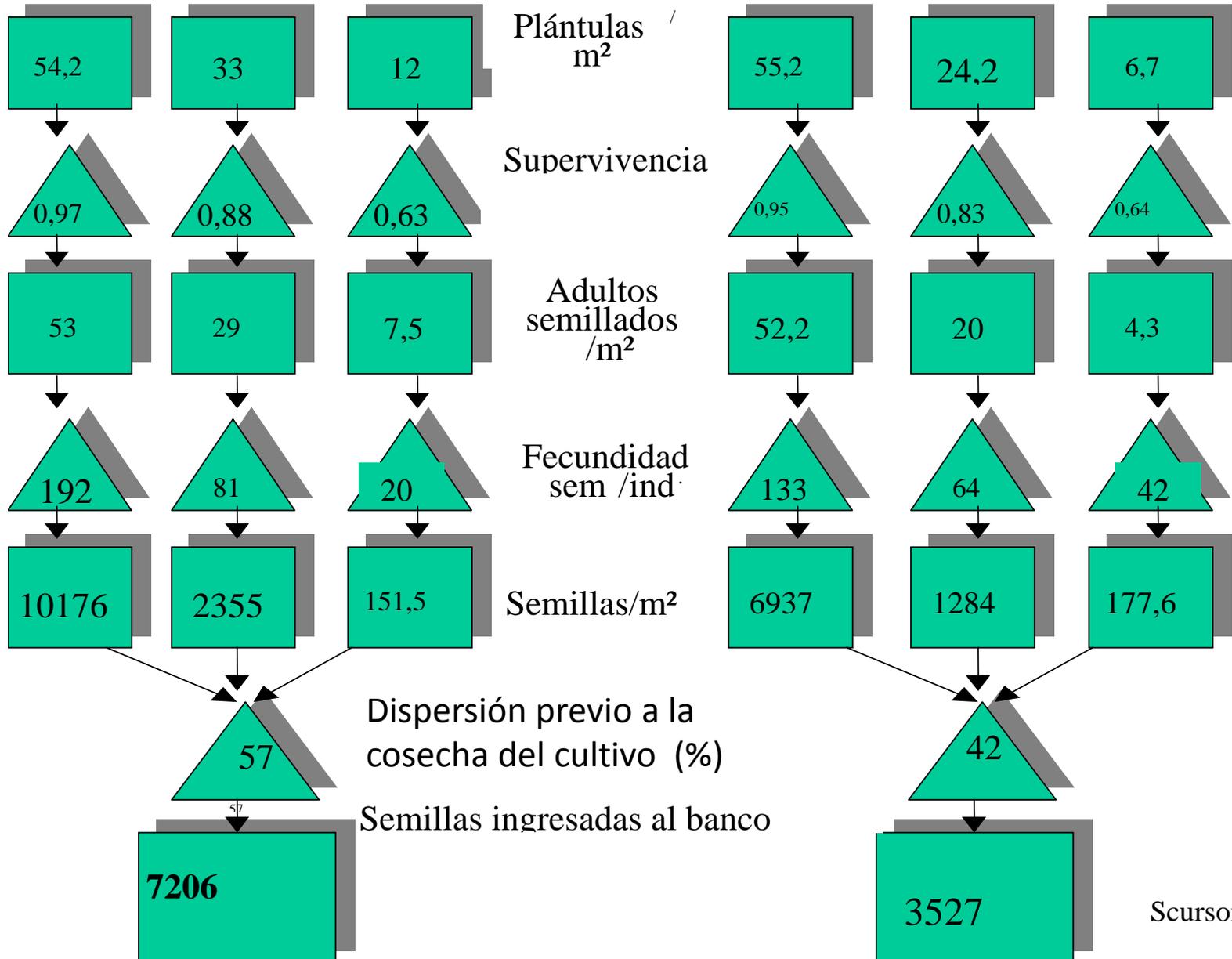
# TRIGO

# CEBADA

## COHORTES

1 2 3

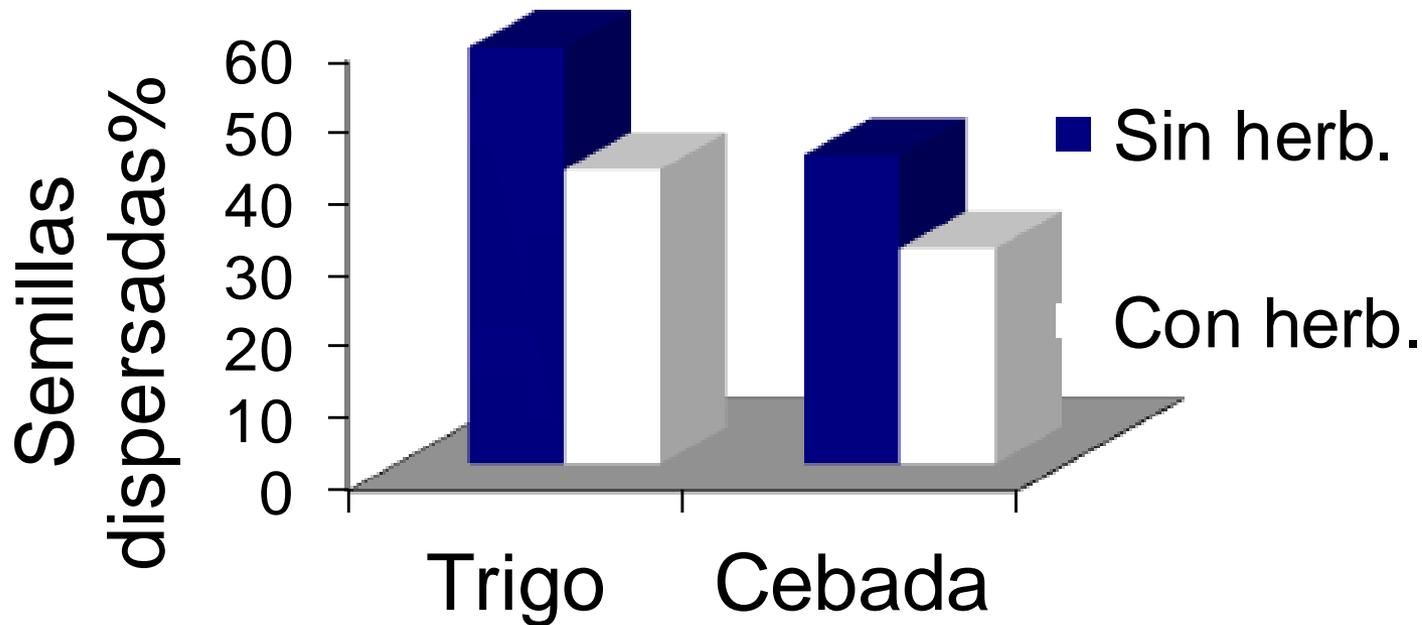
1 2 3



# Estudios demográficos:



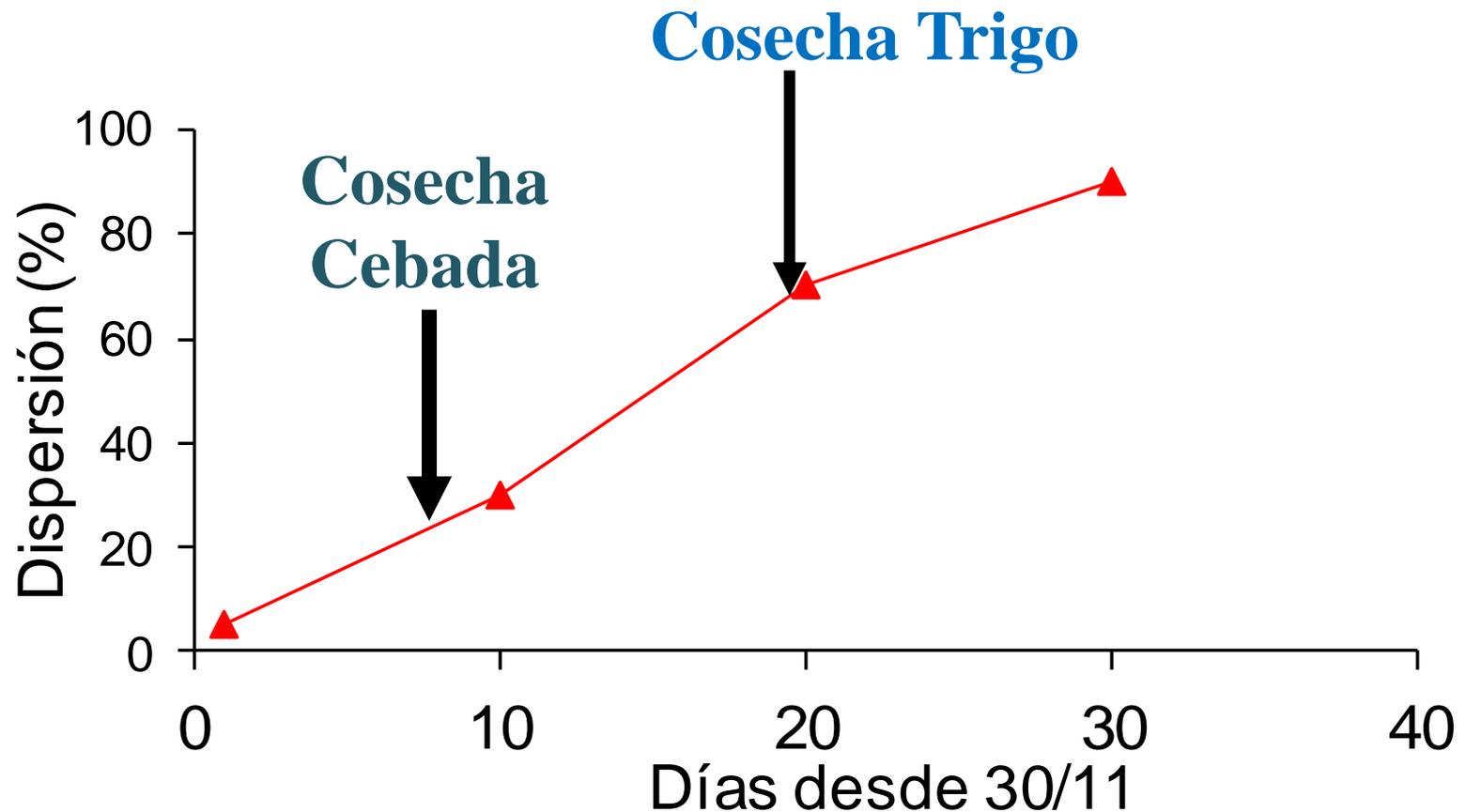
**Proceso: Dispersión** primaria o natural (%) de semillas de *A. fatua* en trigo y cebada con y sin herbicida previo a la cosecha de cada cultivo



# Dinámica poblacional de Malezas



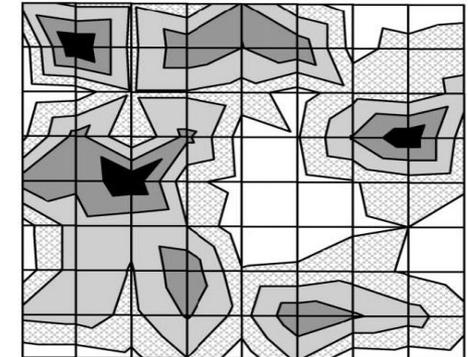
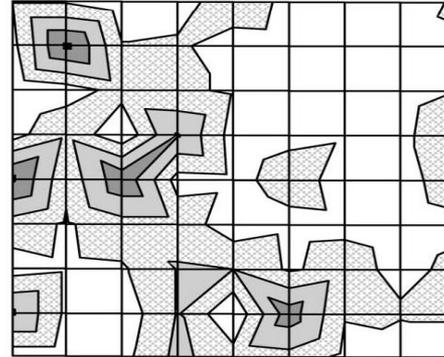
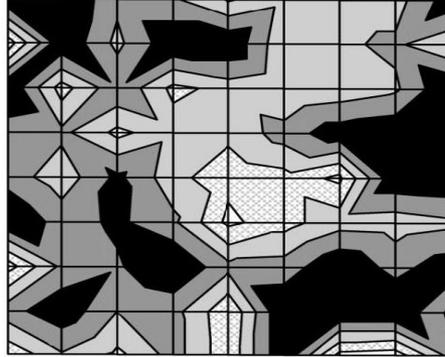
Evolución temporal de la **dispersión natural** de semillas de *A.fatua* en el lote.





## Depredación post-dispersión

Enero

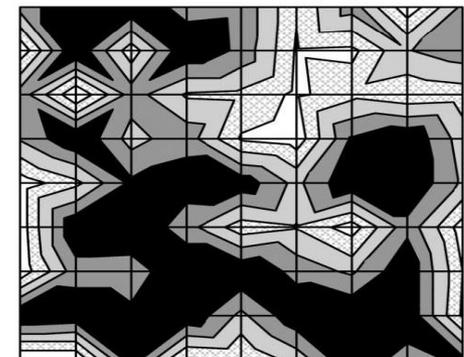
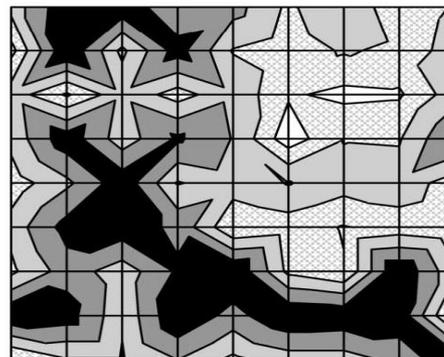
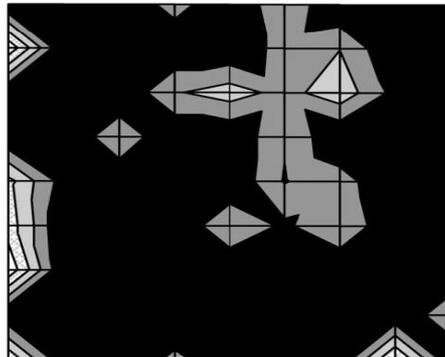


| *Lolium multiflorum*

*Raphanus sp*

*Avena fatua*

Febrero



Negro: mayor depredación

Los estudios demográficos ofrecen una visión general de los procesos que regulan el tamaño de las poblaciones, sin embargo no dan suficiente información sobre los factores que influyen en los cambios de la población.

### **3. Estudios mecánicos**

❖ Describe más detalladamente algún proceso reconocido como crítico para la regulación de la población

tiene una mayor influencia en el tamaño de la población.

# Estudios mecanísticos

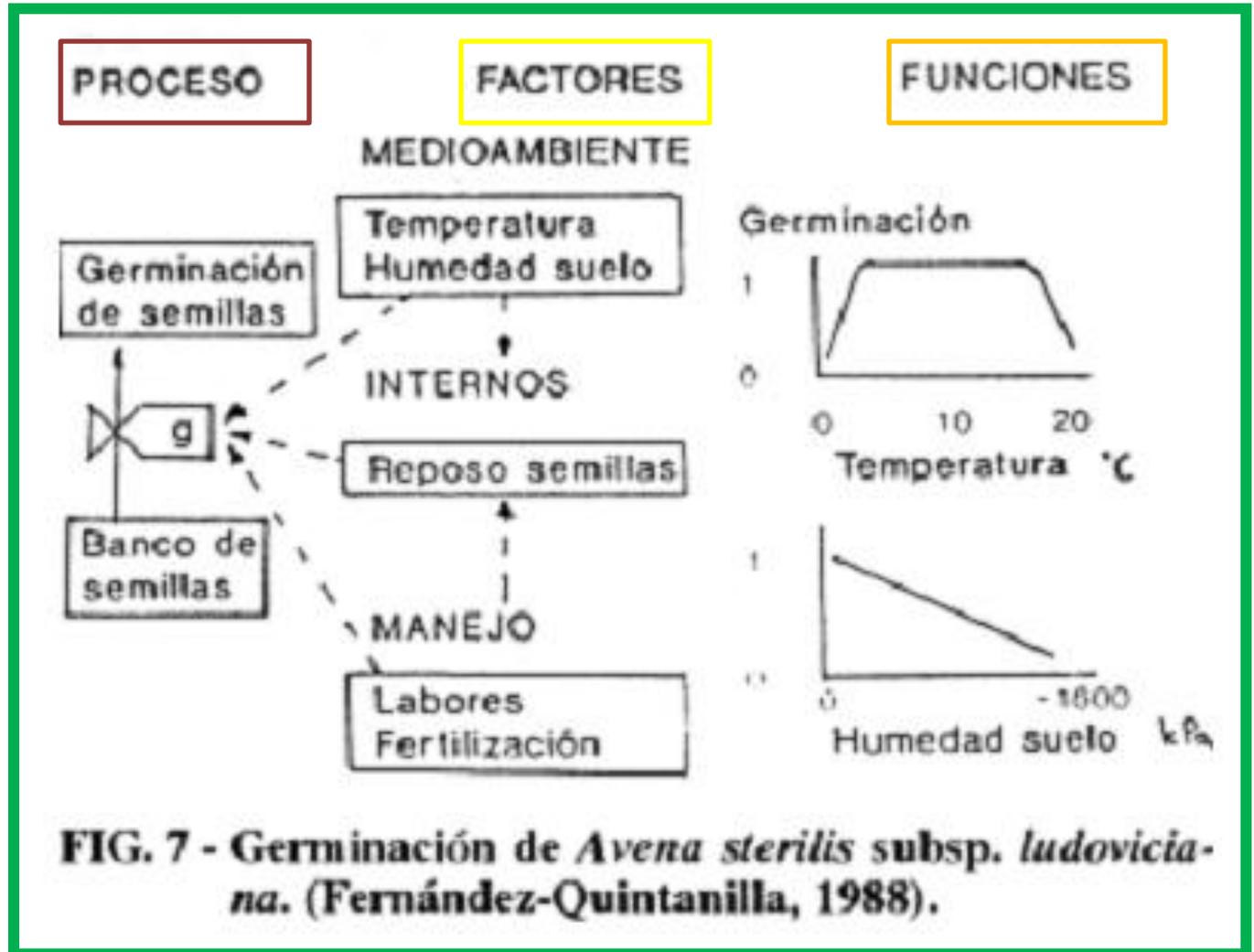
Estudios mecanísticos: Analizan las fuerzas motoras que determinan los cambios en los parámetros poblacionales.

Se trata de establecer relaciones funcionales entre estos factores o fuerzas motoras y algún proceso poblacional crítico para la regulación de la población de forma de poder ser incluidas en un modelo predictivo.

*A partir de la identificación de esos procesos, es posible predecirlos en el tiempo y espacio?*

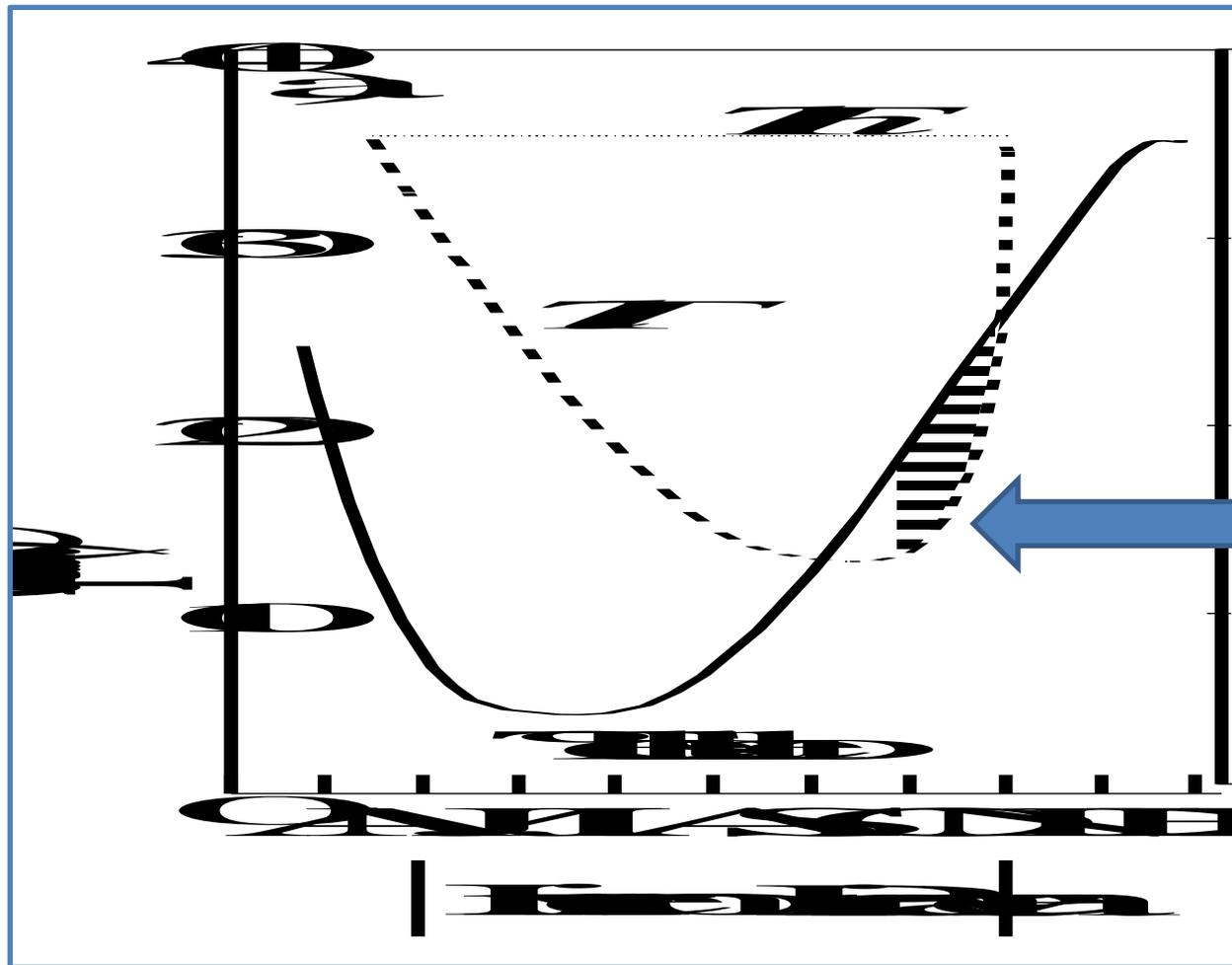
**Avena sterilis** (Fernández-Quintanilla,1988): se ha demostrado que la **germinación** de semillas es uno de los procesos importantes que determinan el tamaño de la población.

La **tasa de germinación** está influenciada por factores internos, ambientales y de manejo



# Dinámica poblacional de Malezas

## Modelo Mecanístico para una especie primavera estival



$T_h$ : temperatura del límite superior

$T_l$ : temperatura del límite inferior

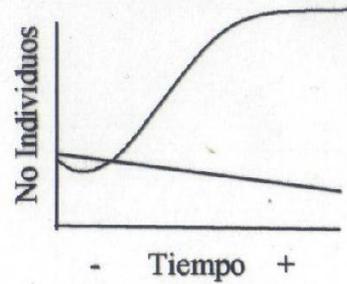
Momento de emergencia a campo

Estos **estudios mecánicos**

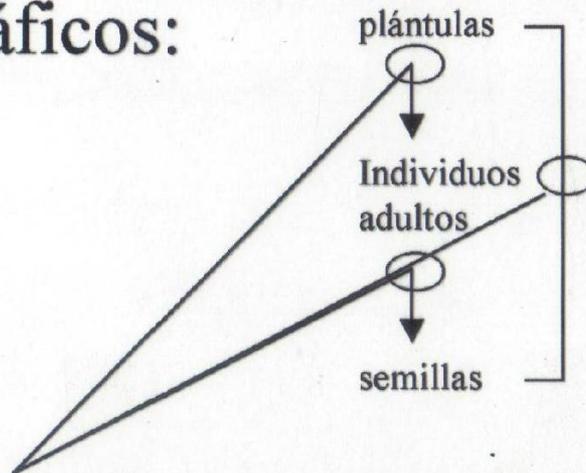
Permiten abordar la **predicción** de un determinado proceso, en función del/los factores/es ambiental/es que lo/s regula/n

El mayor **inconveniente** es la necesidad de recursos humanos y económicos importantes, puesto que no se trata sólo de poner de manifiesto la relación entre un factor ambiental y un proceso, sino de cuantificar el efecto estableciendo las relaciones funcionales

Estudios a largo plazo:



Estudios demográficos:



Estudios mecanísticos

Validación del modelo de simulación

**Ejemplo Sorgo de Alepo**

## SORGO DE ALEPO - *Sorghum halepense* (L.) Pers.

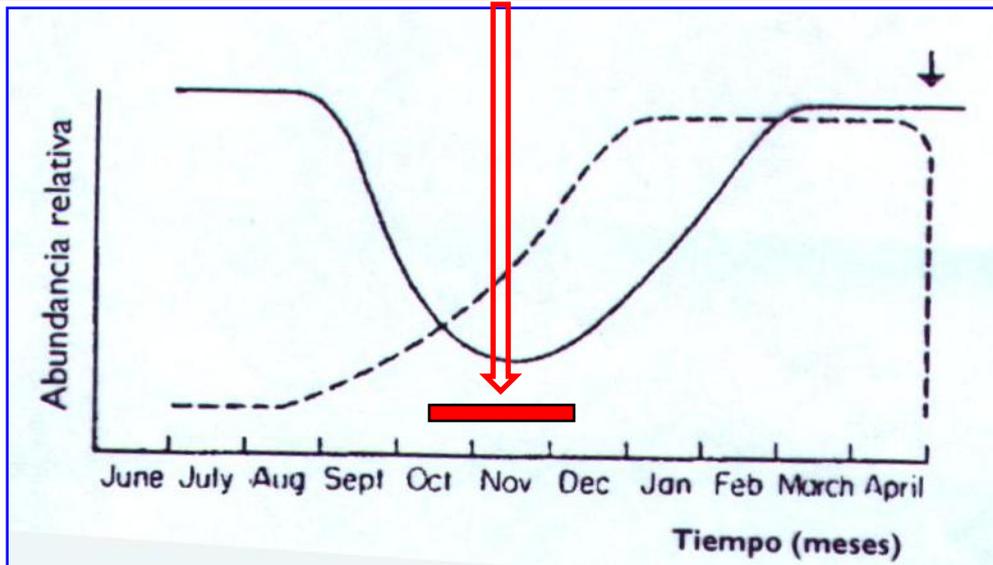
❖ *Formas de reproducción*: Semillas - Rizomas

*Scopel et al., 1988*

¿Cuáles son los procesos sobre los cuales deberíamos actuar para producir un fuerte impacto poblacional?

❖ La biomasa de **rizomas** en el suelo presenta un patrón cíclico anual

*Período crítico para la perpetuación de la maleza: Mínima biomasa de rizomas*



*Ciclo esquemático de la abundancia de biomasa de rizomas (—) y aérea (---) para un año típico*

❖ La relación biomasa aérea/subterránea es máxima

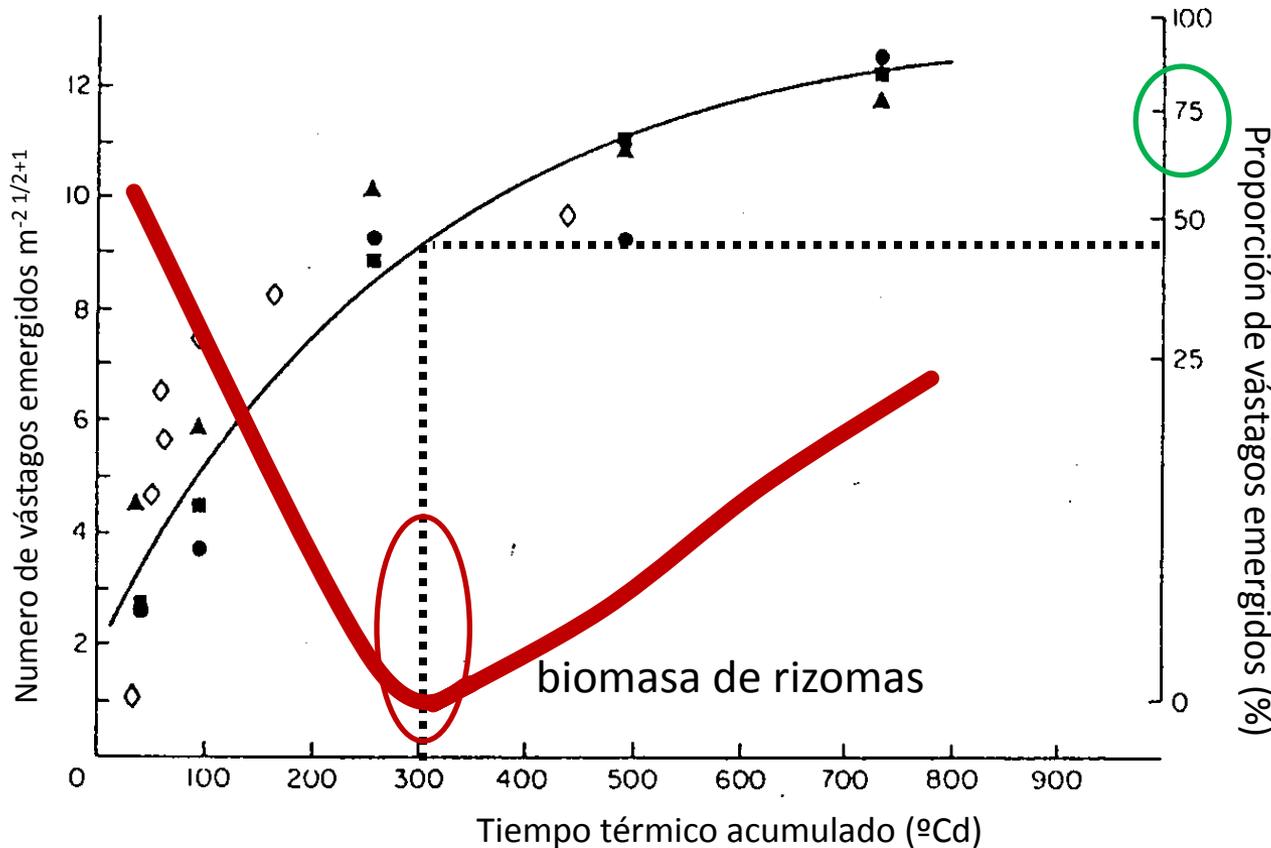
❖ Máxima concentración de producto activo por unidad de biomasa de rizoma

❖ Baja relación rizoma nuevo / rizoma viejo

# A partir de la identificación del período crítico, es posible predecirlo?



La dinámica de **brotación de rizomas** se relaciona con la temperatura del aire



❖ La biomasa de rizomas es estimada en función de la proporción de vástagos emergidos

**Mínima biomasa de rizomas: 315 unidades térmicas (Tb 15°C)**

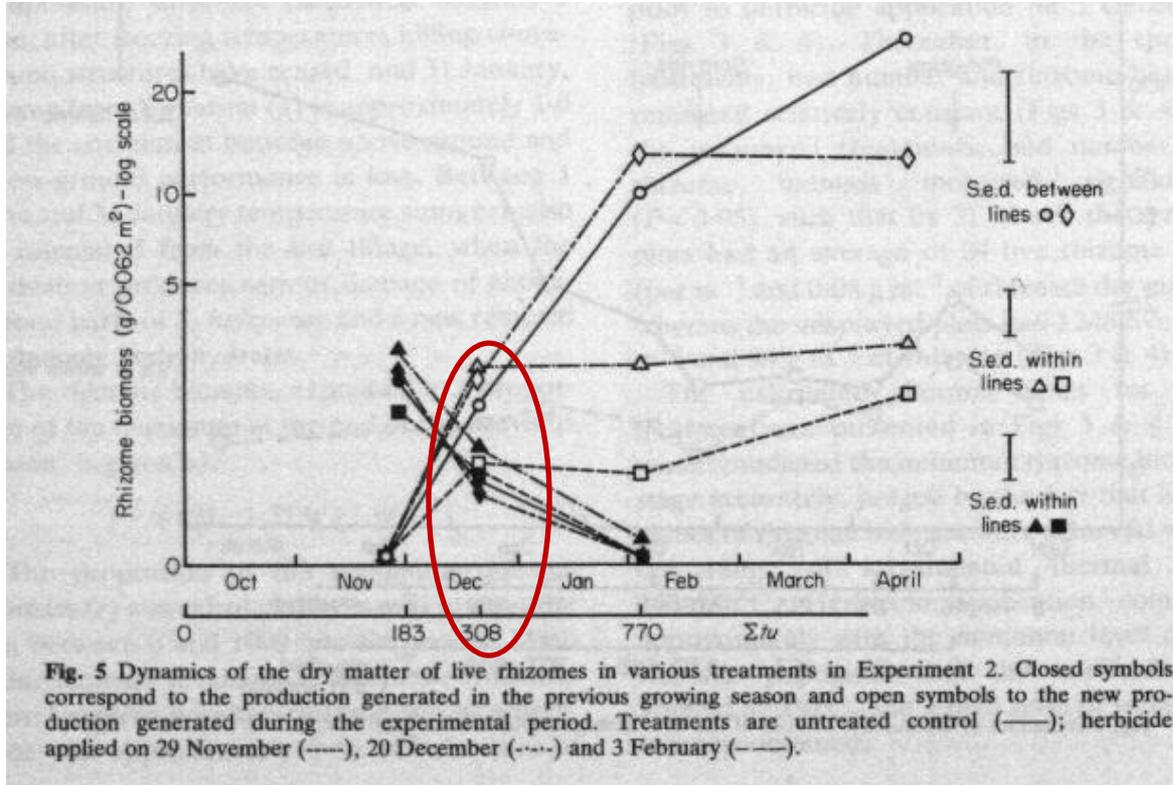
El momento de mínima biomasa ocurre cuando se alcanzan a sumar 250-350 UTAs.

$$\text{Unidades Térmicas Acumuladas (UTAs)} = \sum \text{diaria } (T^{\circ}\text{media del aire} - 15^{\circ}\text{C})$$

**El momento de mínima biomasa de rizomas marca un período crítico para la perpetuación de la maleza. Los métodos de control de malezas resultarían más efectivos si fueran aplicados en ese momento que coincide con las 250-350 UTAs.**

# Sorgo de alepo

## Biomasa de rizomas y momento de aplicación del herbicida



GHERSA, SATORRE, VAN ESSO, PATARO y ELIZAGARAY (1989)

The use of thermal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers.



# Limitaciones de los estudios de dinámica y demografía de las poblaciones

Los estudios son laboriosos y los resultados están limitados desde el punto de vista:

- De la taxonomía: a la especie en concreto
- Del sistema productivo: cultivo, rotación, prácticas culturales, herbicidas, etc.
- De posibles interacciones: con otras especies y con el propio cultivo.

Además, en un lote de producción de cultivo no existe una especie sola como población, sino varias poblaciones, compuestas por unas pocas especies que coexisten.



La integración de modelos demográficos, modelos de competencia y métodos de control para la toma de decisiones permiten establecer sistemas más racionales de manejo de malezas y disminuir los costos de cultivo y los riesgos de contaminación ambiental.