

# Ecofisiología de cereales de invierno



Curso Internacional de la Red METRICE  
EEMAC - Paysandú, 5- 7 diciembre 2012



## Introducción

**Red METRICE**

**¿Para que entender la fisiología de los cultivos?**



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRÀRIA (ETSEA)



Gustavo A. Slafer  
Profesor de Investigación ICREA  
Departament de Producció Vegetal i  
Ciència Forestal



PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA PARA EL DESARROLLO  
PROGRAMMA IBERO-AMERICANO DA CIENCIA E TECNOLOGIA PER EL DESENVOLVIMENTO  
IBERO-AMERICAN PROGRAMME FOR SCIENCE, TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT

- **Fomentar la cooperación en Investigación e Innovación en Iberoamericana**
- **Mecanismos de cooperación entre grupos de investigación de las Universidades, Centros de I+D y Empresas innovadoras de los países iberoamericanos**

**Trigo y cebada son cultivos invierno-primaverales estratégicos en Iberoamérica y España (y en muchas otras partes).**

**Están sometidos a estreses abióticos y lograr un mejor entendimiento del comportamiento de estos cultivos resulta crítico.**

**Los atributos que condicionan fuertemente la magnitud del efecto de un estrés son aquellos relacionados con**

- **la eficiencia en el uso de los recursos disponibles (tanto naturalmente disponibles como los incorporados como insumos)**
- **el ajuste fenológico**

*Gustavo A. Slafer*



Hay muy buenos grupos de investigación estudiando bases fisiológicas y genéticas determinantes de atributos que pueden conferir un mejor comportamiento de los cereales ante estreses abióticos.

El **objetivo general** de la red es fomentar el fortalecimiento de las interacciones entre estos grupos de modo tal de potenciar sus progresos en dirección a la mejora del entendimiento de las bases fisiológicas y genéticas de la eficiencia en el uso de insumos y del ajuste fenológico como estrategias de tolerancia de trigo y cebada a estreses térmicos e hídricos

fuerte grado de compromiso de cada grupo para con la red y la necesaria actividad continua de cada grupo favorecerá la generación de interacciones sólidas

número reducido de grupos de investigación con reconocimiento en cada uno de los países en los que desarrollan la actividad

Gustavo A. Slafer



# Miembros de la Red (investigadores responsables)

Gustavo A. Slafer





- **Taller CYTED**

Avances y desafíos para optimizar el rendimiento y calidad del grano de trigo y cebada  
UFRGS - Porto Alegre, 17 y 18 de octubre de 2012

- **Reunión Anual de la Red**

Porto Alegre, 19 de octubre de 2012

- **Intercambio de Investigadores**

▶ **Romina P. de San Celedonio** UBA a UdL. *Estudio de probabilidades de anegamiento en diferentes zonas en la región pampeana y estimación de pérdidas de rendimientos*

▶ **L. Gabriela Abeledo** UBA a UdL. *Análisis de dinámicas fotosintéticas de trigo y cebada durante llenado de granos en condiciones contrastantes mediterráneas*

- **Website**

... *razonablemente* actualizado

<http://www.metrice.udl.cat/>

Gustavo A. Slafer

# • Curso CYTED 2012

## Ecofisiología de cereales de invierno

### CURSO INTERNACIONAL

Red 110RT0394. Mejorar la eficiencia en el uso de insumos y el ajuste fenológico en cultivos de trigo y cebada (METRICE)

Paysandú, 5, 6 y 7 de diciembre de 2012

Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC; <http://www.eemac.edu.uy>)  
Universidad de la República, Uruguay - UdelaR



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

Organizado por el grupo de la Universidad de la  
República de la Red METRICE



*Luis Viega  
Oswaldo Ernst  
Esteban Hoffman  
Ariel Castro*

### Destinatarios:

- Estudiantes de posgrado en Ciencias Agrarias
- Profesionales Ingenieros Agrónomos (y otros relacionados al tema del curso)

### Docentes

### UdelaR

### Invitados

Ariel Castro  
Oswaldo Ernst  
Esteban Hoffman  
Andrés Locatelli  
Luis Viega

Daniel Calderini (UACH)  
Daniel Miralles (UBA)  
Guillermo García (UBA)  
Gustavo Slafer (UdL)

*Gustavo A. Slafer*



# ***Ecofisiología de cereales de invierno***

**¿Para que estudiar la fisiología del rendimiento (potencial y adaptación) de los cultivos?**

*Gustavo A. Slafer*



- ***Saber cosas en general (y también en fisiología de cereales) es siempre muy estimulante.***
- ***Al menos en parte, el permanente interés de los humanos por saber mas cosas y conocerlas mejor y mas cuantitativamente es debido a la impronta evolutiva***
  - ***Cuanto mas (y mas cuantitativamente) sabemos de algo menos incierta es nuestra capacidad de predecir***
  - ***Y cuanto mejor predecimos mayor probabilidad tenemos de sobrevivir (y de dejar descendencia con capacidad de sobrevivir ...)***

- ***En la mejora genética y en el diseño de estrategias de manejo de cereales, nuestra habilidad para predecir el resultado de una acción determina la eficiencia con la que nuestras decisiones son hechas para alcanzar un determinado objetivo***
- ***Si el objetivo es aumentar el rendimiento, el éxito de las acciones alternativas escogidas sera menos incierto si la decisión sobre estas acciones esta basada en un razonable entendimiento de la fisiología del rendimiento***

# Diseño de practicas de manejo

- **Para tomar decisiones que optimicen el rendimiento** (en el contexto de ciertas condiciones ambientales), **la herramienta mas practica es en principio contar con ‘modelos regionales’ de respuestas del rendimiento a manejos alternativos**
- **Si estos modelos no estuvieran disponibles resulta critico invertir en lograr tenerlos**
- **Pero cuando ya están disponibles, su utilización directa esta aun lejos de optimizar las decisiones**
- **Si el modelo incluye las necesarias fuentes de variación** (para ser válido para la región) **la probabilidad de que el modelo prediga la consecuencia de la acción será necesariamente baja**

- *Para que entender la fisiología de los cultivos?*

## Diseño de practicas de manejo

- **Un mejor (y más cuantitativo), entendimiento de las variables no tenidas en cuenta por el modelo que puedan ser responsables de la variación** (y de la reducida probabilidad de éxito del modelo usado directamente) **puede permitir un incremento de la probabilidad de tomar una decisión de manejo correcta**
- **Nos permite especular con fundamentos en el terreno de la incertidumbre del modelo y aumentar la probabilidad de acierto**

**Veamos un ejemplo**

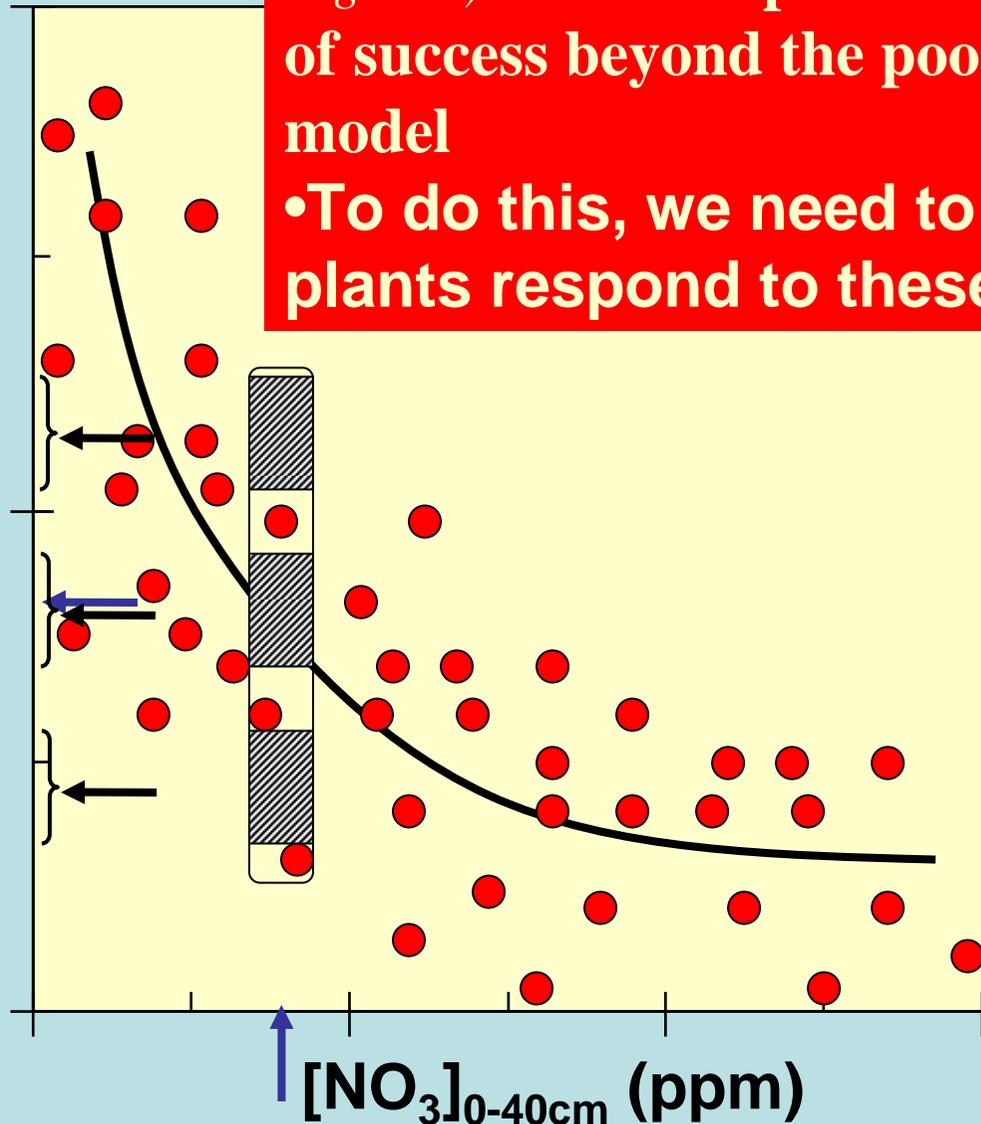
*Gustavo A. Slafer*



It has been popular  
measurement of  
(a similar example)

Yield response to fertilisation

(Kg cereal Kg<sup>-1</sup> fertiliser)



- Our situation will be only seldom close to the line
- To understand which factors (*unexplored by the model*) may be behind the variation (*positive and negative*) would help us to improve our probability of success beyond the poor R<sup>2</sup> of any general model
- To do this, we need to understand how plants respond to these factors

Gustavo A. Slafer

# Mejoramiento genético

- Si un cultivo ha recibido muy poca presión de selección por rendimiento (e.g. un cultivo nuevo), es muy probable que haciendo cruzamientos mas o menos al azar y seleccionando por prueba y error por rendimiento *per se* se logren avances razonables
- Probablemente usar bases fisiológicas para la mejora de ese cultivo aportara poco beneficio.
- Si por el contrario el cultivo en cuestión es un cultivo tradicional y ha sido sometido a largas e intensas presiones de selección por rendimiento (como es el caso de los cereales) la mejora por rendimiento *per se* puede ser menos eficiente

## Mejoramiento genético

- Entender la fisiología del rendimiento minimamente ofrece oportunidades de identificar padres potencialmente útiles a pesar de no tener un muy buen rendimiento (por tener atributos que combinados con otros pueden favorecer aumentos en el rendimiento)
- Eventualmente este entendimiento puede aun transformarse en un criterio de selección en si mismo (WUE –a través de CID- en trigo Australia)
- Este entendimiento es particularmente valioso cuando hay que ejercer presión de selección en etapas tempranas (necesariamente seleccionando por atributos en individuos que deberían dar lugar a mejoras de poblaciones)

## Mejoramiento genético

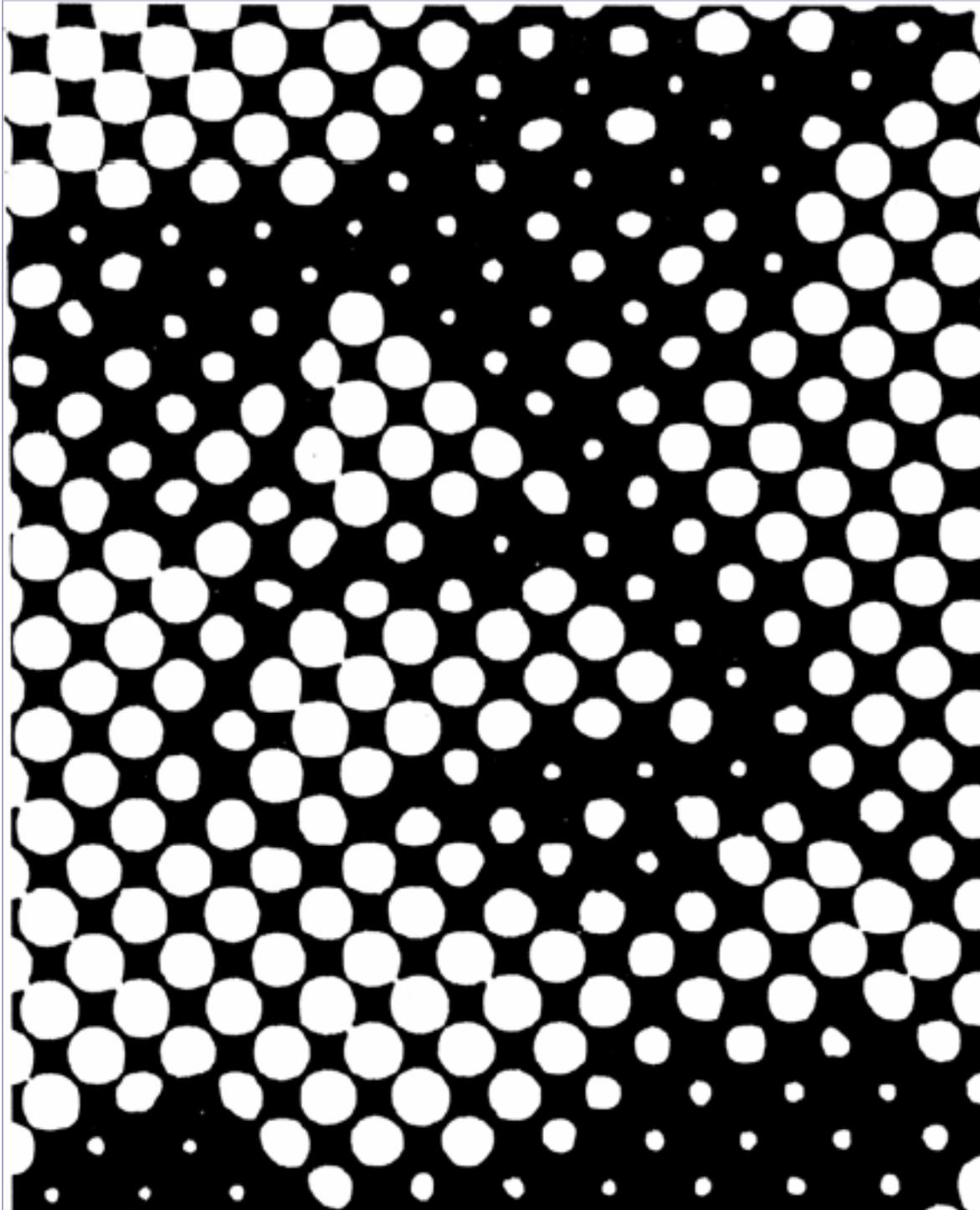
- El ejemplo mas llamativo del valor de entender la fisiología del rendimiento en la mejora es la curiosidad científica de que la literatura esta repleta de QTLs de rendimiento y prácticamente NO hay ejemplos de mejoras del rendimiento por introgresar estos QTL (si hay ejemplos de perdidas de rendimiento por introgresar QTLs de alto rendimiento!!!)
- Quizás seria mas útil identificar QTLs (o genes) determinantes de atributos fisiológicos “putativamente” relacionados con el rendimiento del cultivo ...

**In this context, the better we understand what we need to manage/breed (crop productivity), the more likely we will be able to design the effective decisions to achieve the goal through breeding and management**

**Understanding MUST be achieved at the level of organisation we want to manipulate**

**or we must be certain the understanding at other levels of organisation has a reasonable meaning at that we are attempting to improve**

*Gustavo A. Slafer*



The figure shows an array of dots.

we could study the array by looking for pattern in them.

We would note that

- most of the dots are circular,
- that there is a bimodal distribution of their size,
- that dots of a given size tend to be clustered together
- and so on...

There is plenty of pattern in the figure to make sound conclusions

**Figures from *Structuralism* by Jean Piaget**

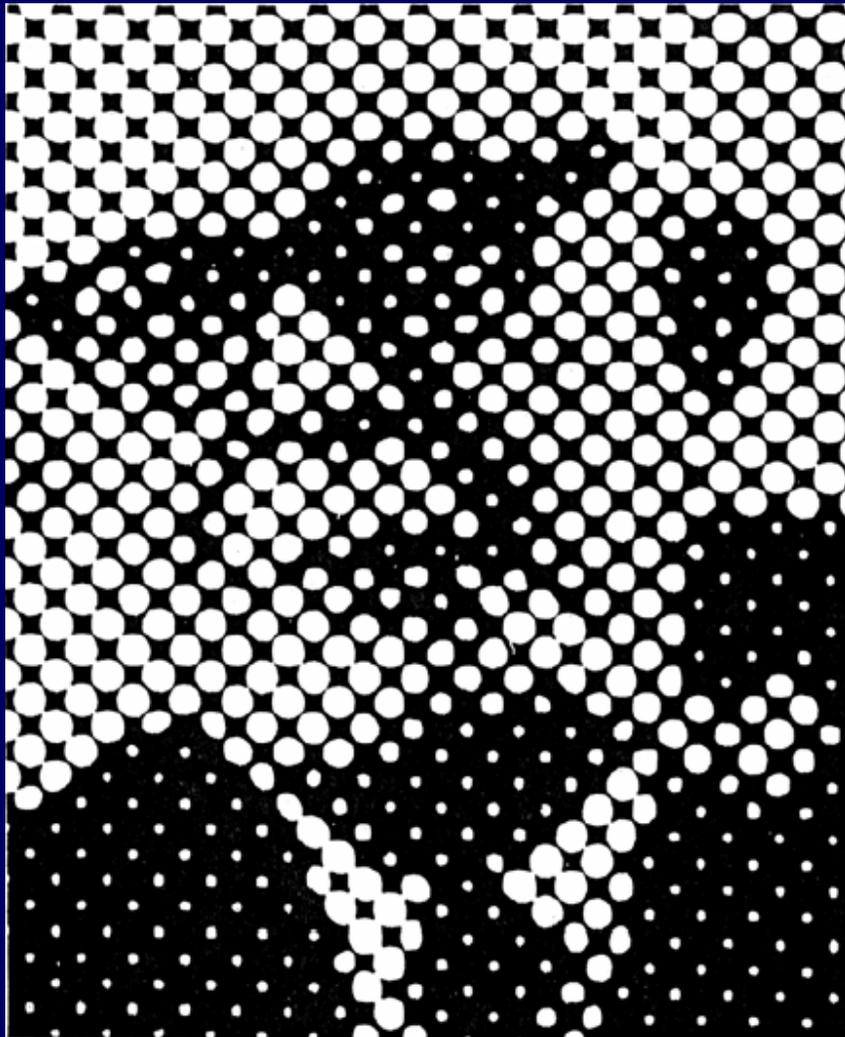
***Passioura (1979) Search 10:347-350***

Gustavo A. Slafer

But is there significant pattern?

What does 'significant' mean?

Have we been making the right observations?



If we look at an extended field of the dots as shown in this figure, the dots “almost disappear”,

Gaining *significantly* in significance, we are no longer looking at dots

We are now looking at the face of a man wearing glasses and smoking a pipe

**Figures from *Structuralism* by Jean Piaget**

***Passioura (1979) Search 10:347-350***

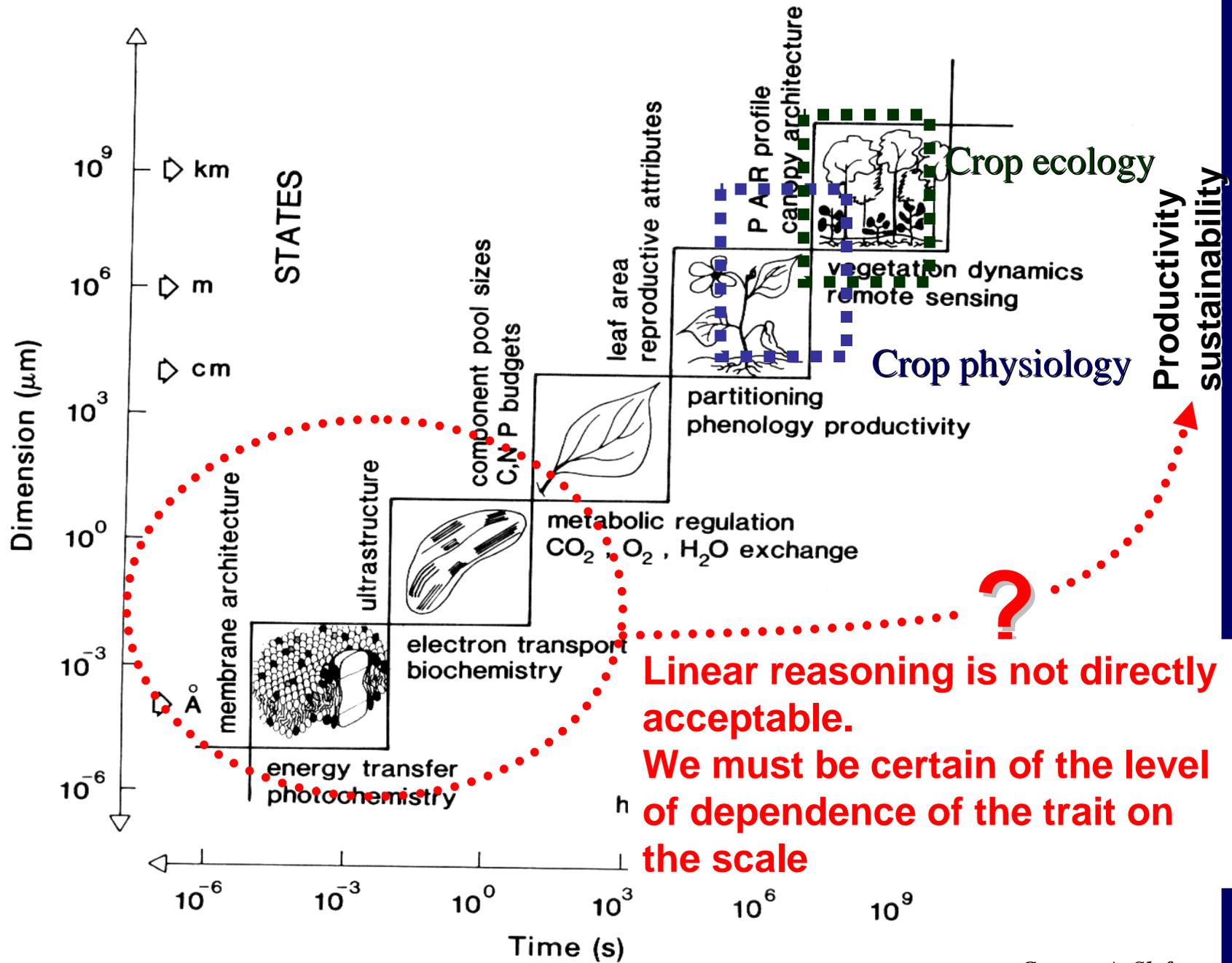
*Gustavo A. Slafer*

**The visual metaphor made by Passioura (1979) implies that our understanding a biological phenomenon is incomplete unless we can relate it to (or translate it into) phenomena in the adjoining level of the organizational scale**

**If we cannot relate it to a higher level, the phenomenon may end up being trivial**

**May be this the cause for the scientific ‘curiosity’ that being the literature full of QTLs for yield (*or for resource use efficiency or other complex agronomically relevant attributes*) there have been not many clear examples of using those QTLs for improving yield of major crops**

*Gustavo A. Slafer*



**Linear reasoning is not directly acceptable.**  
**We must be certain of the level of dependence of the trait on the scale**

Gustavo A. Slafer

– **En este curso intentaremos**

**Discutir elementos que nos ayuden a comprender la fisiología del rendimiento de un cultivo de trigo o cebada**

**identificar los elementos mas importantes del desarrollo / crecimiento / generación del rendimiento de estos cultivos**

## Desarrollo fenológico

Principales etapas. Generación de hojas, espiguillas y flores

Factores ambientales que controlan el desarrollo

Bases genéticas y mejoramiento del desarrollo.

## Determinación del Rendimiento. Numero de granos. Etapas críticas

*Efecto de las prácticas de manejo en la construcción del rendimiento*

## Determinación del Rendimiento. Peso del grano

Determinantes genéticas y ambientales del peso potencial

Dinámicas de agua y materia seca

## Limitantes ambientales

El suelo como factor limitante del potencial de producción

Dinámica del N. Respuesta de los cereales a la fertilización

*Efecto de la fertilización nitrogenada en el desarrollo fásico y floral*

## Restricciones Bioticas.

Efectos de las enfermedades sobre la fisiología de cereales

Bases genéticas de y mejoramiento por resistencia a enfermedades

*¿Es posible manipular la duración relativa de las etapas pre-antesis para aumentar el rendimiento potencial?*

*Adaptación, estructura poblacional y componentes genéticos en la determinación del rendimiento*

## Bases genéticas y mejoramiento del rendimiento, efecto de las condiciones de producción

*¿Puede la selección por mayor rendimiento potenciar o aumentar la tolerancia a estreses complejos?*

## Cierre y conclusiones

Gustavo A. Slafer