



CYTED
Red 110RT0394



**Mejorar la eficiencia en el uso de insumos y el ajuste
fenológico en cultivos de trigo y cebada (METRICE)**

REUNIÓN ANUAL

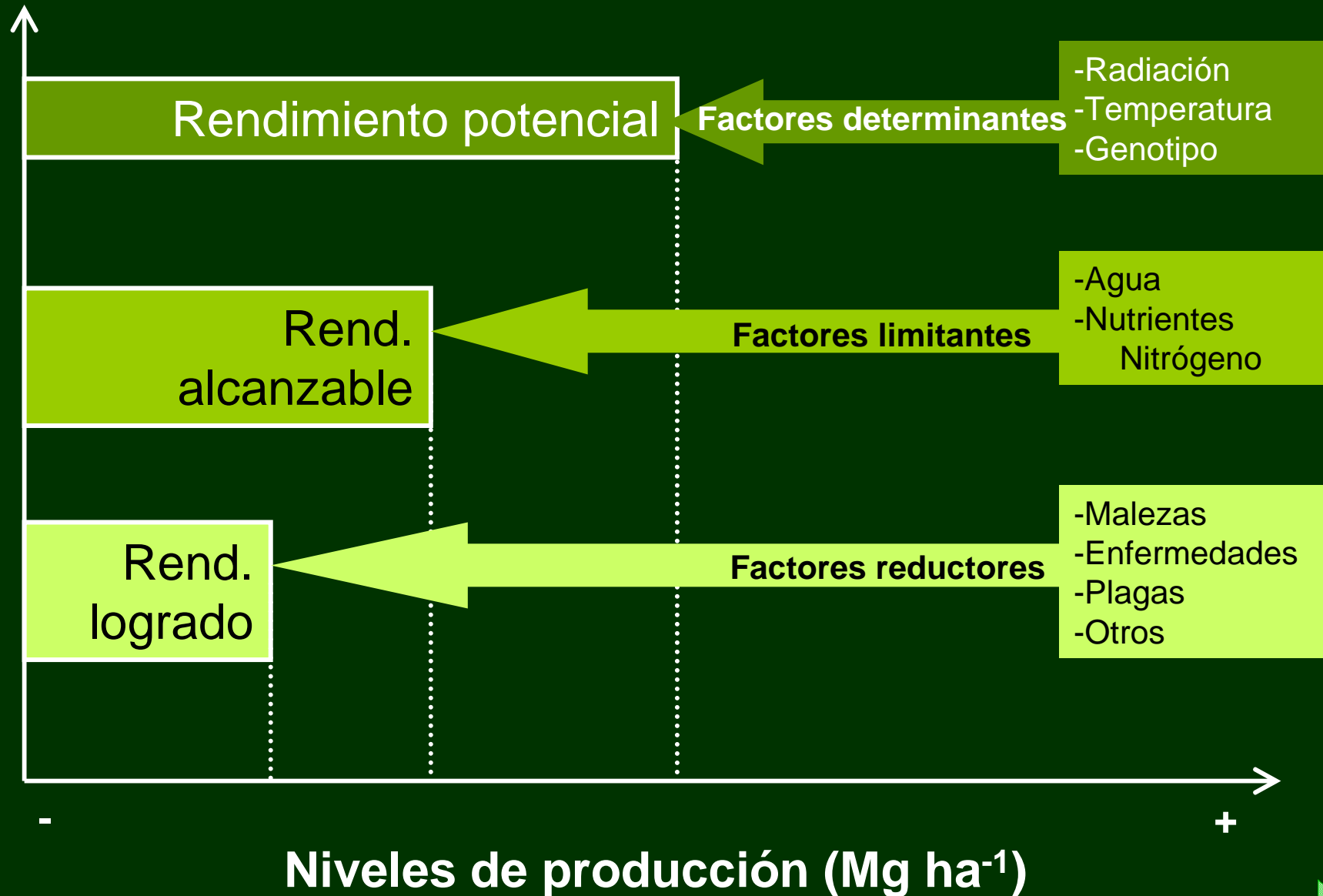
***Manejo del N (en interacción con otros estreses)
en trigo y cebada:
uso de modelos de simulación agronómica***

*Gabriela Abeledo
Cátedra de Cerealicultura FAUBA*

Paysandú
Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni
Universidad de la República, Uruguay
25-27 oct 2010

MARCO TEORICO

Factores que definen el rendimiento



Adaptado de Rabbinge (1993)



HOJA DE RUTA

(I). Variabilidad ambiental en los cultivos de trigo y cebada

(II). El cultivo es un sistema complejo

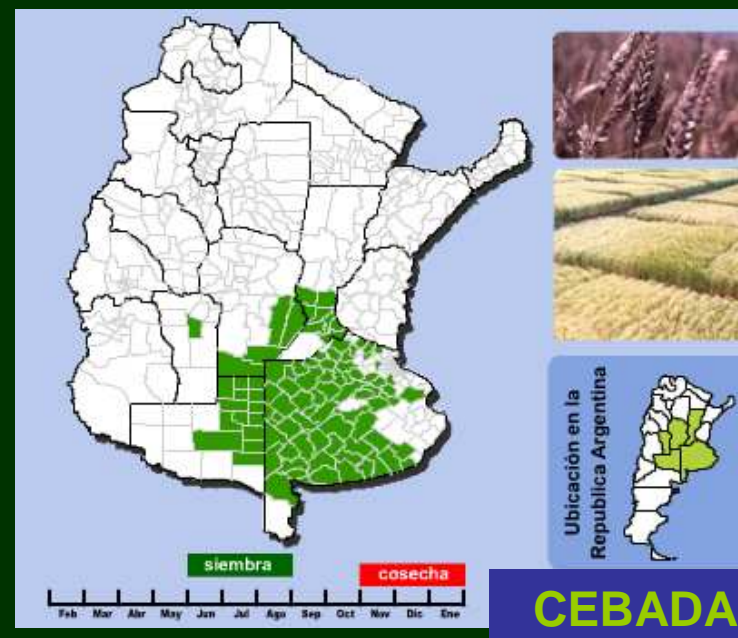
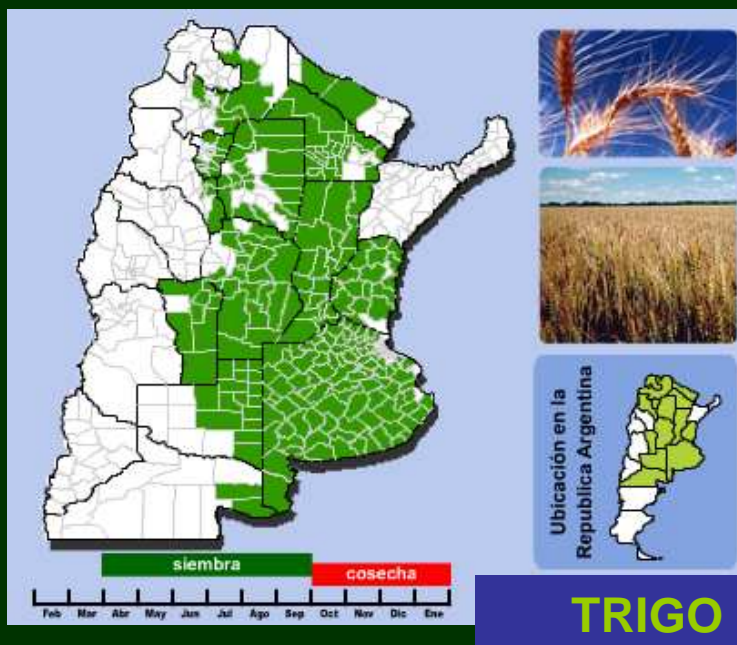
(III). Estructura tipo de los modelos de simulación

(IV). Co-limitación de factores y el establecimiento del rendimiento: uso de un MSA



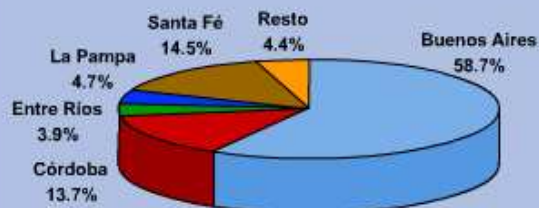
VARIABILIDAD AMBIENTAL

Dispersión geográfica de los cultivos de trigo y cebada cervecera en Argentina



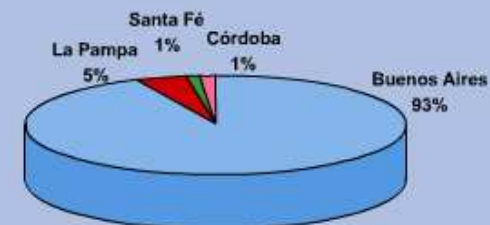
Porcentaje de la Producción Total por Provincia

(Datos promedio del último quinquenio)



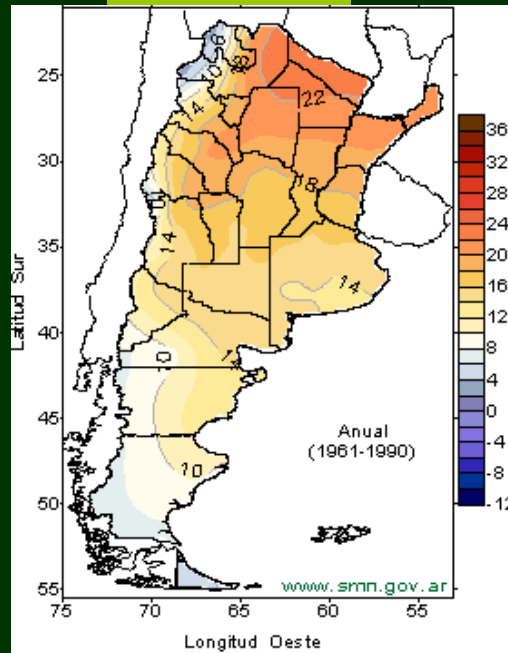
Porcentaje de la Producción Total por Provincia

(Datos promedio del último quinquenio)

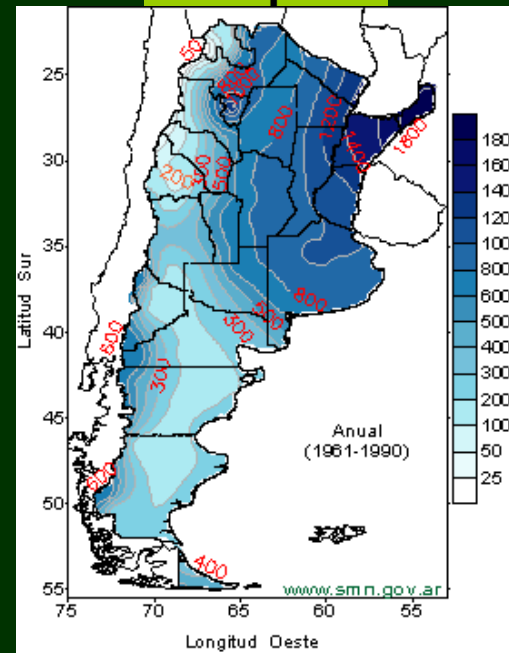


Variabilidad zonal

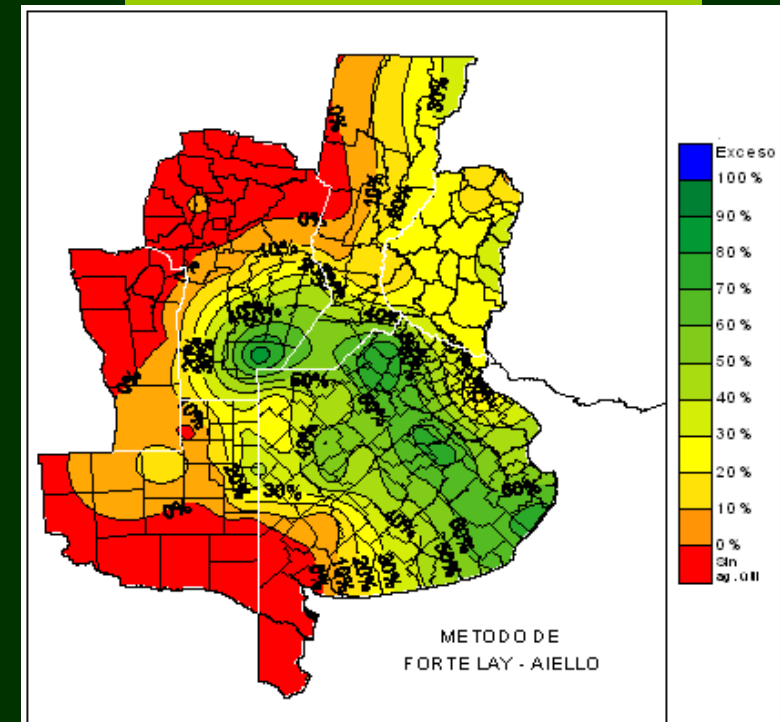
Tmedia



Pp



Contenido hídrico suelo al 21/10/10



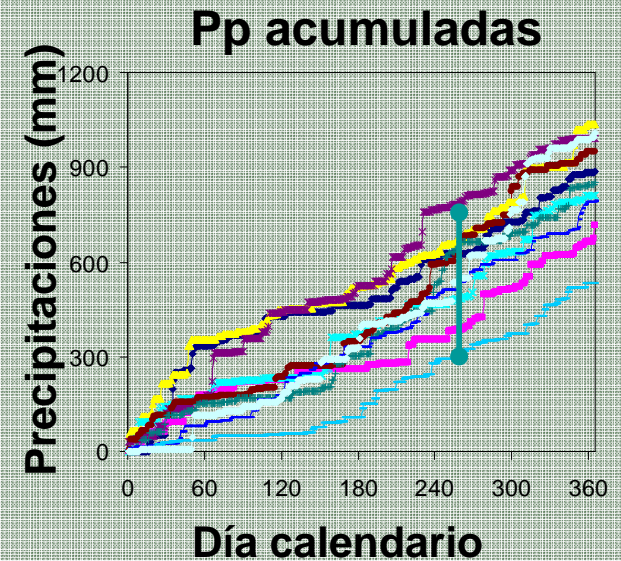
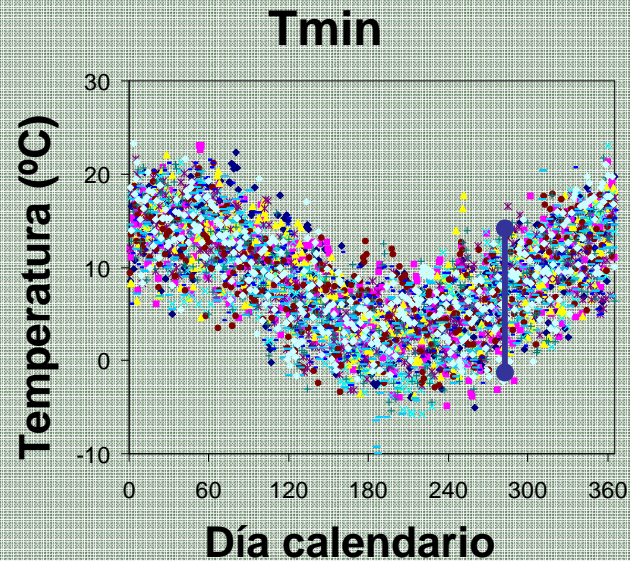
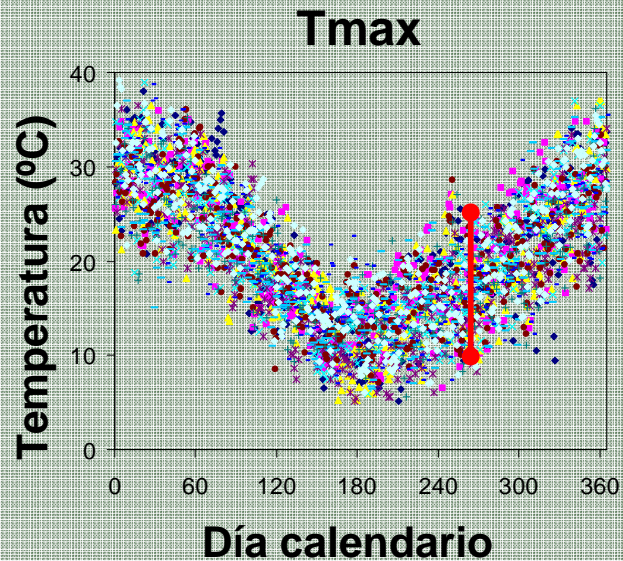
Las condiciones ambientales a las que se exponen los cultivos de trigo y cebada varían fuertemente entre zonas



Variabilidad intrazonal

Tres Arroyos

- ◆ Año 1
 - ◆ Año 2
 - ◆ Año 3
 - ◆ Año 4
 - ◆ Año 5
 - ◆ Año 6
 - ◆ Año 7
 - ◆ Año 8
 - ◆ Año 9
 - ◆ Año 10
- (desde 1980)

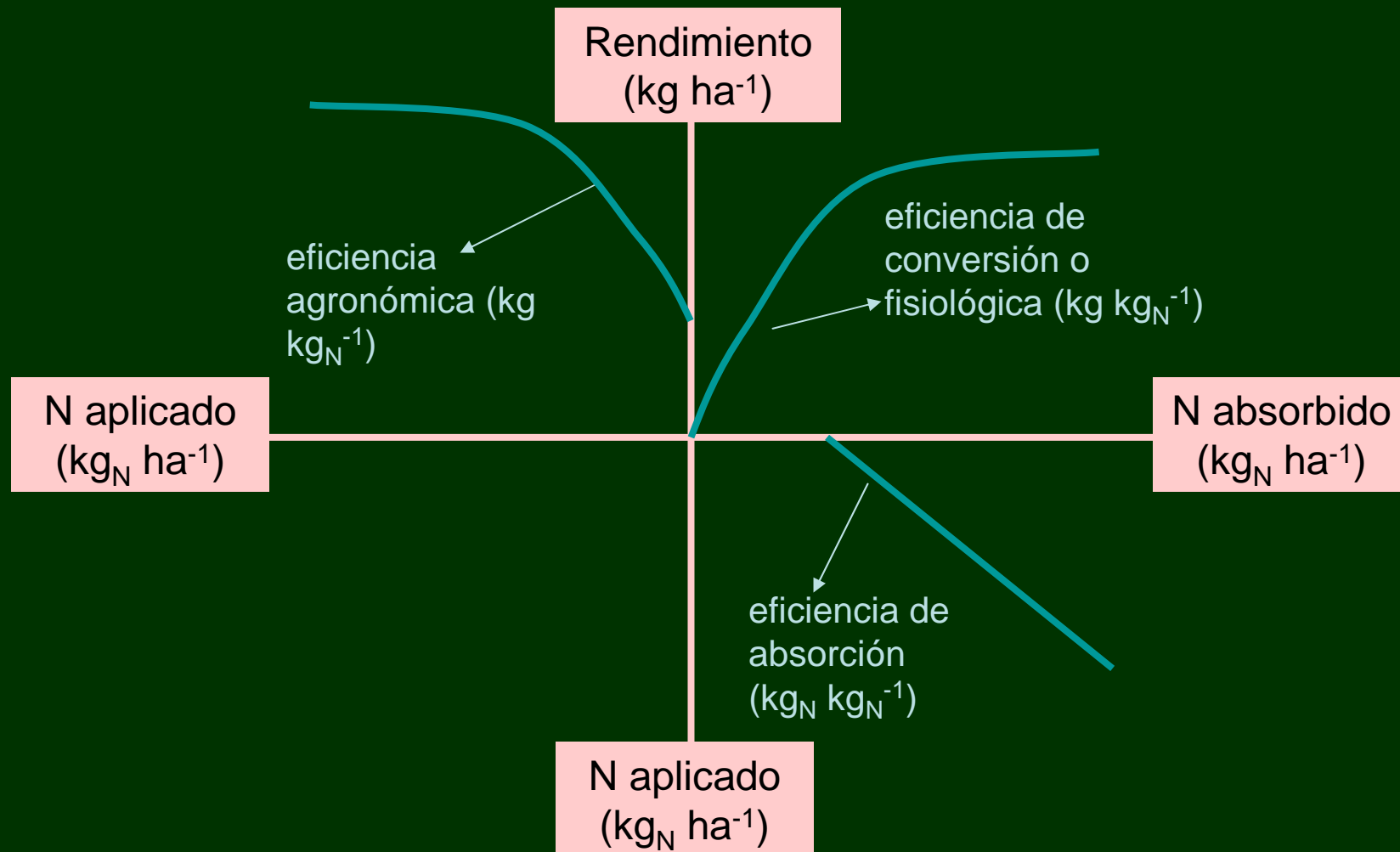


Para una zona dada existe una destacada variabilidad interanual en las condiciones agrometeorológicas. La magnitud de esta variabilidad difiere entre zonas.

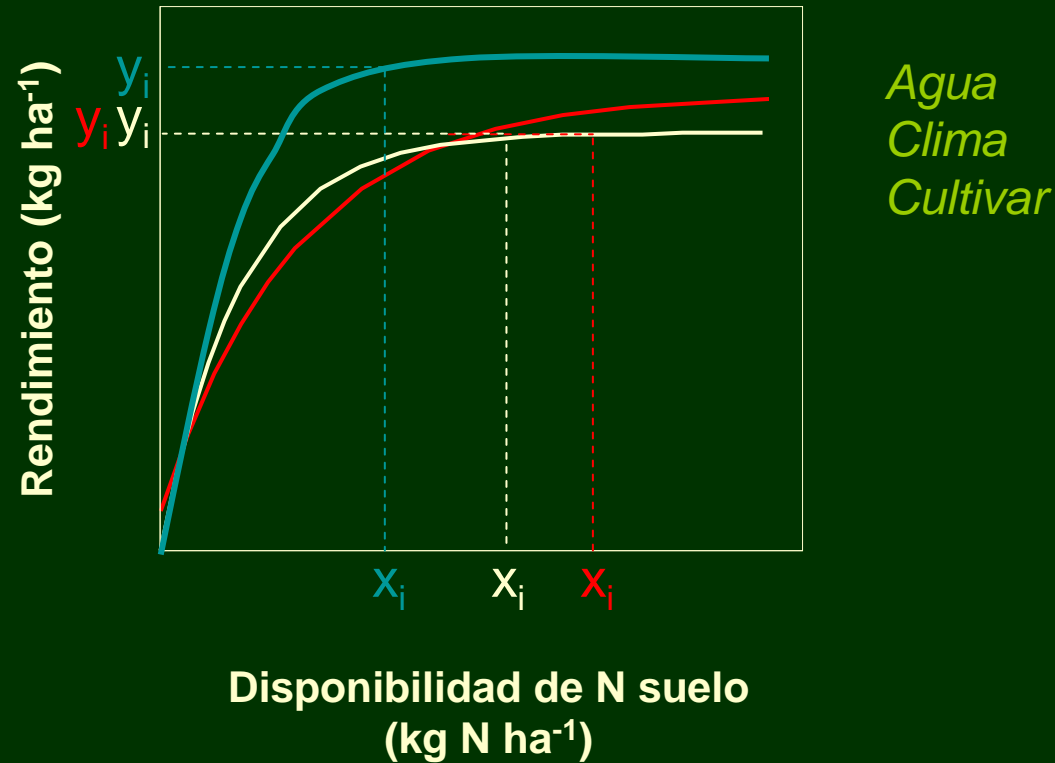


(II). El cultivo es un sistema complejo

Respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N



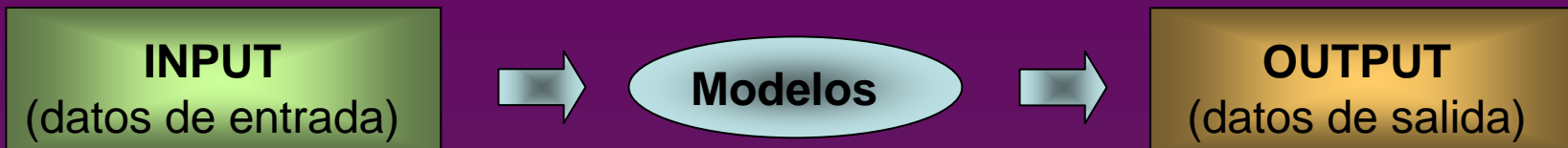
Respuesta del rendimiento a la disponibilidad N y su interacción con otros factores



El cultivo es un sistema complejo inmerso en un sistema complejo

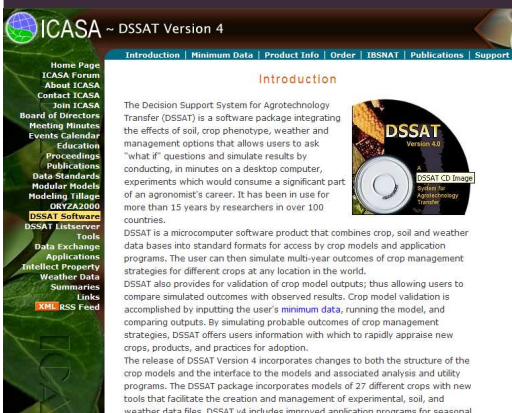
El uso de modelos de simulación agronómica constituye una herramienta para analizar las interacciones existentes entre suelo, clima, manejo y cultivar

(III). Estructura tipo de los modelos de simulación



Modelos DSSAT

Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT)
<http://www.icasa.net/dssat/>



INPUT (datos de entrada)
Información climática (campana, serie)
Información edáfica
Información del genotipo
Condiciones de manejo

Modelos (software)
Funciones de respuesta del cultivos a las condiciones ambientales

OUTPUT (datos de salida)
Respuesta por campana
Respuestas probabilísticas

VALIDACIÓN DEL MODELO
→ Análisis del grado de confiabilidad del modelo



Estructura Modelos de cultivos

INPUTS

CLIMA
Tmax Tmin
Rad Pp

SUELO
Prof Ctes hídricas
Text ph Raíces

GENOTIPO
Características fenológicas
Características de crecimiento

MANEJO
FdS Fertilización
Densidad Riego

Modelos de cultivos

Paso diario

OUTPUTS

FENOLOGIA
Día anthesis
Día madurez
Nro de hojas

BIOMASA
Biomasa total
Biomasa tallo
Biomasa espigas

RENDIMIENTO
Rendimiento
Componentes

BALANCE DE AGUA
Consumo agua
Agua en suelo

BALANCE DE N
Consumo N
N en suelo



Utilidades asociadas al uso de modelos de simulación agronómicos

Caracterización del rendimiento potencial de un cultivar

Caracterización del rendimiento potencial zonal
→ promedio
→ nivel de probabilidad

Caracterización de los factores condicionantes del rendimiento alcanzable



(IV). Co-limitación de factores y el establecimiento del rendimiento: uso de un MSA

- El rendimiento de un cultivo es el resultado de una serie de procesos morfológicos y fisiológicos, siendo la **disponibilidad de N y agua** (y su interacción) de los principales elementos reguladores de su crecimiento.
- La **productividad de un cultivo** puede entonces modificarse por medio de:
 - (i) cambios en el ambiente o
 - (ii) cambios en los genotipos y su respuesta.
- **¿Qué impacto posee el agua a siembra sobre el rendimiento del cultivo en función de la disponibilidad de N?**



Uso de un MSA

- Modelo: CERES-Barley

Condiciones generales

- Cultivar: moderno de cebada de alta performance
- Fecha de siembra: 1º julio
- Suelo: 1.6 m de profundidad, sin limitaciones

Rendimiento potencial

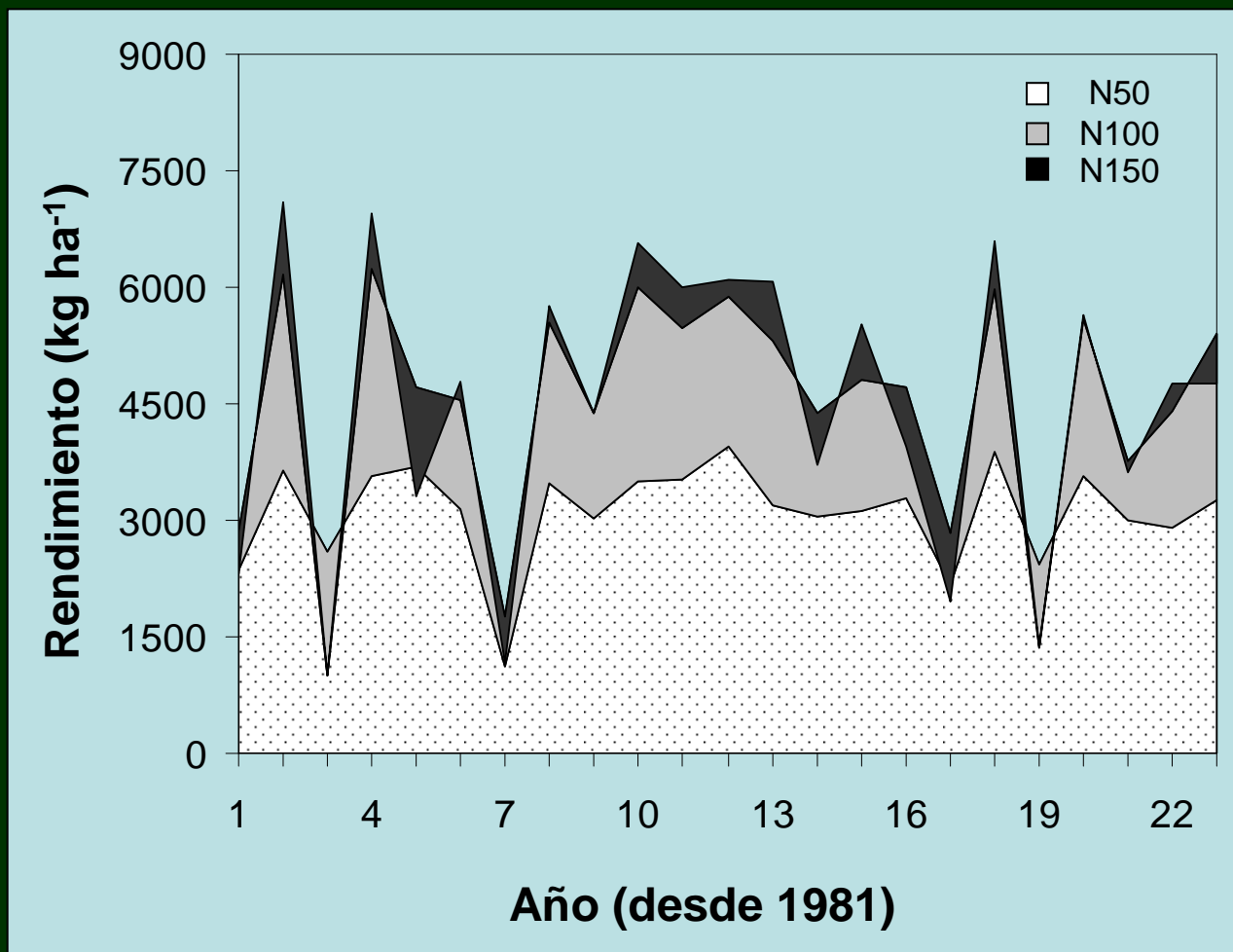
- Disponibilidad hídrica: sin limitaciones
- Disponibilidad de N: sin limitaciones

Rendimiento alcanzable

- Disponibilidad hídrica a siembra: 0 a 100 % de capacidad de campo (CC)
- Disponibilidad hídrica durante el ciclo del cultivo: serie climática de 23 años (Tres Arroyos)
- Disponibilidad de N: 50, 100 y 150 kg N ha⁻¹



Respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N

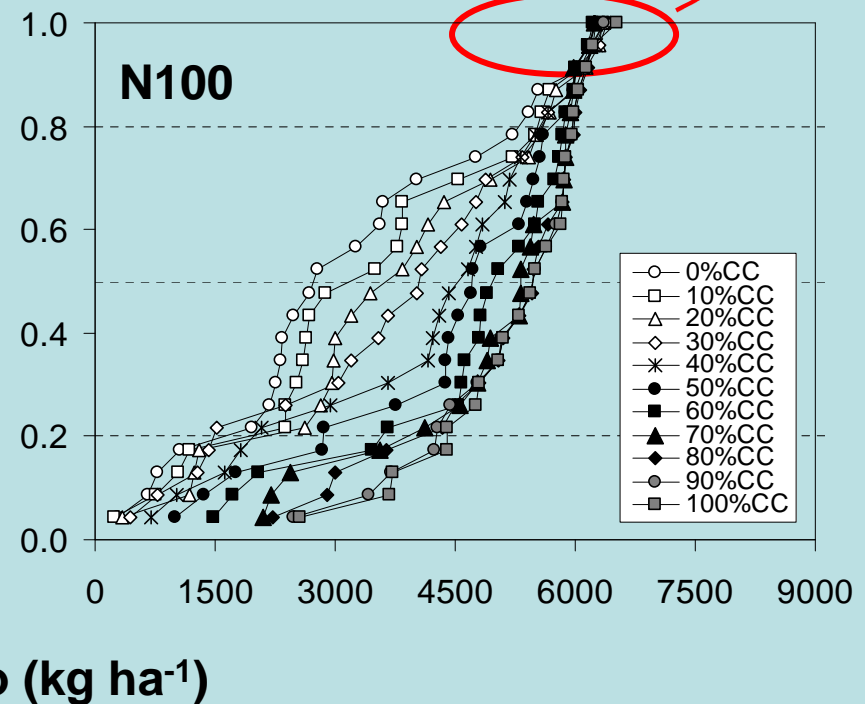
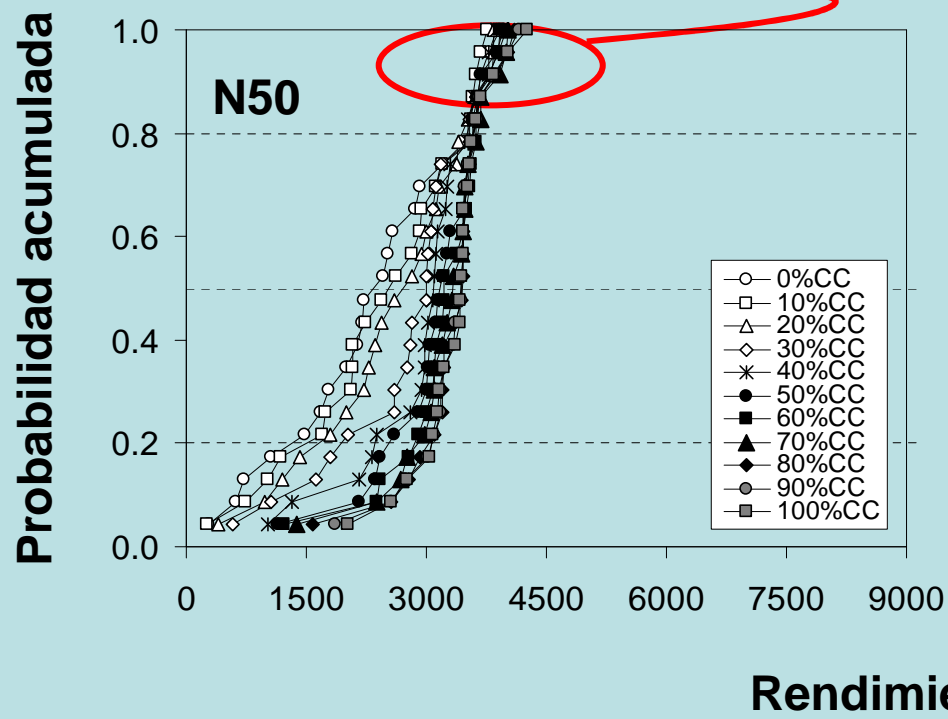


Aumentos en la disponibilidad nitrogenada de N50 a N100 generaron incrementos en el rendimiento alcanzado en el 90% de los años. Aumentos de N100 a N150 sólo implicaron mejoras en el rendimiento en el 60% de los años.



Respuesta del rendimiento al N y su interacción con la disponibilidad de agua

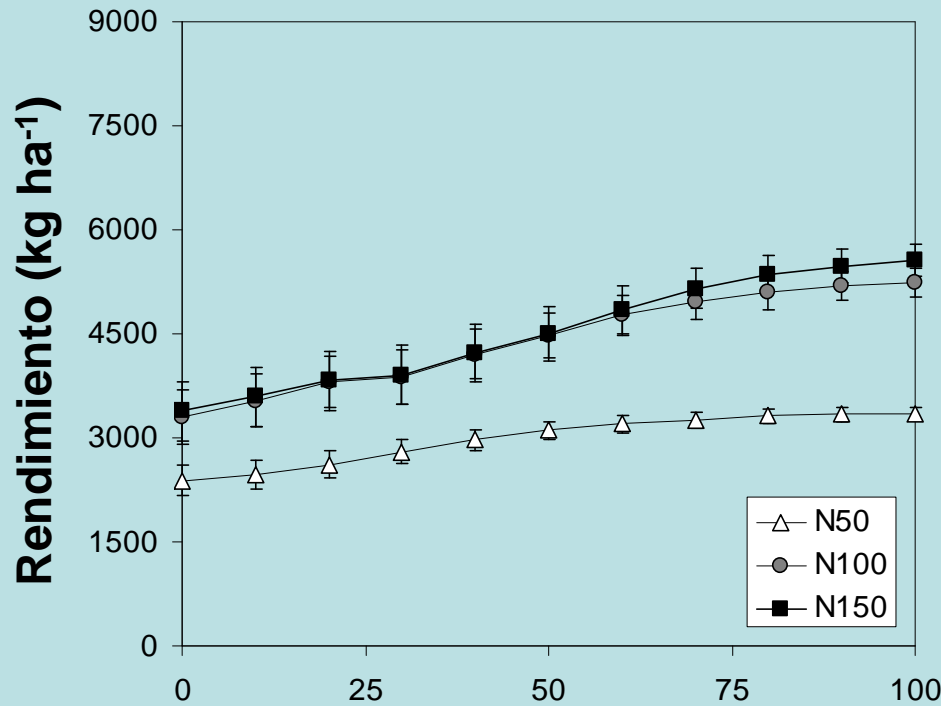
Ante mejoras en la condición ambiental del año, el efecto del agua inicial sobre el rendimiento tendió a disminuir



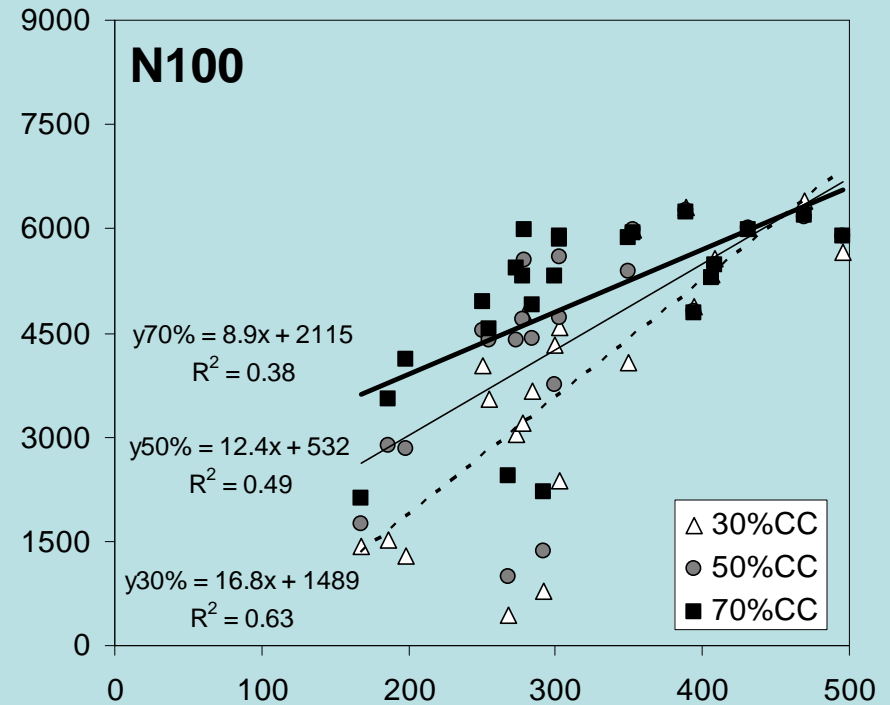
Incrementos en la disponibilidad de agua a siembra generaron aumentos en los rendimientos para cualquier condición de N. La magnitud de la respuesta se potenció ante dosis crecientes de disponibilidades iniciales de N.



La disponibilidad inicial de agua condicionó la respuesta a las pp: cuanto menor la disponibilidad hídrica inicial, mayor la ganancia de rendimiento por unidad de mm precipitado



Disponibilidad de agua inicial (% CC)

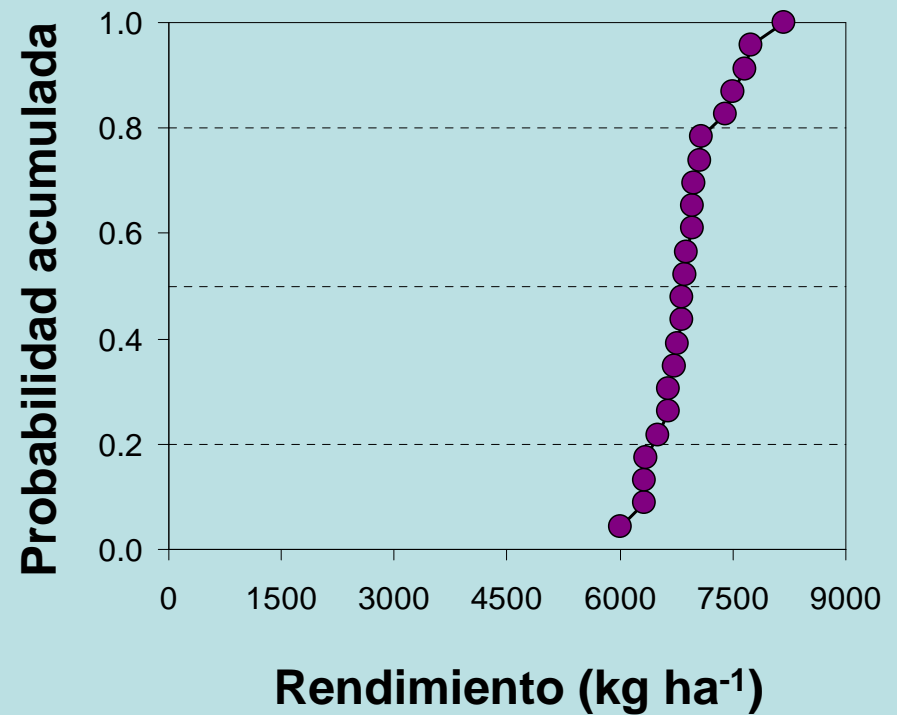
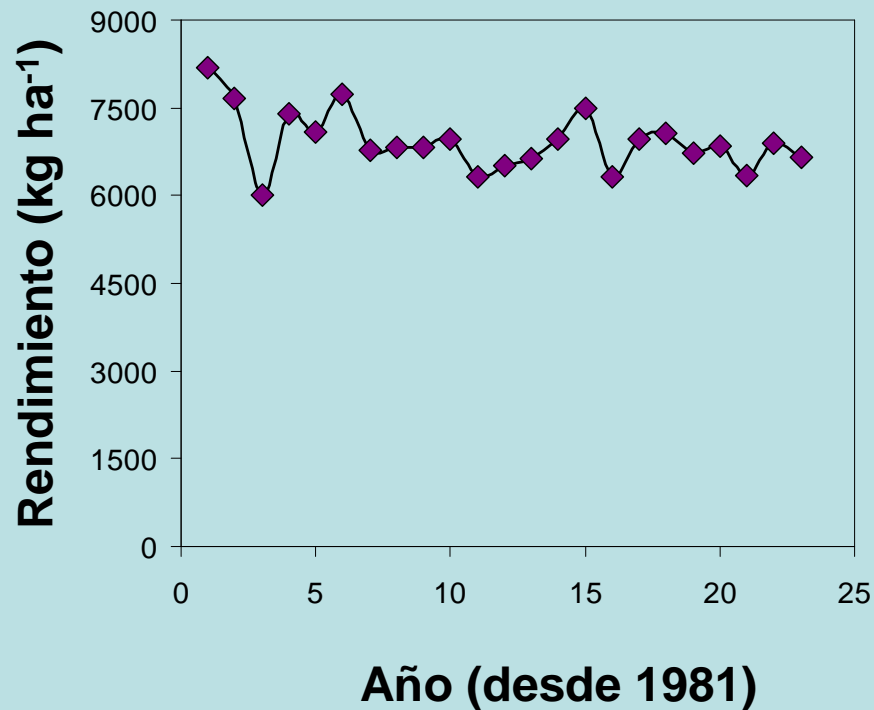


Precipitaciones en el ciclo del cultivo (mm)

La respuesta del rendimiento al N presentó una interacción significativa con el agua inicial: cuanto mayor la disponibilidad de N (de N50 a N100) mayor el aumento de rendimiento por cada punto de aumento en el agua inicial



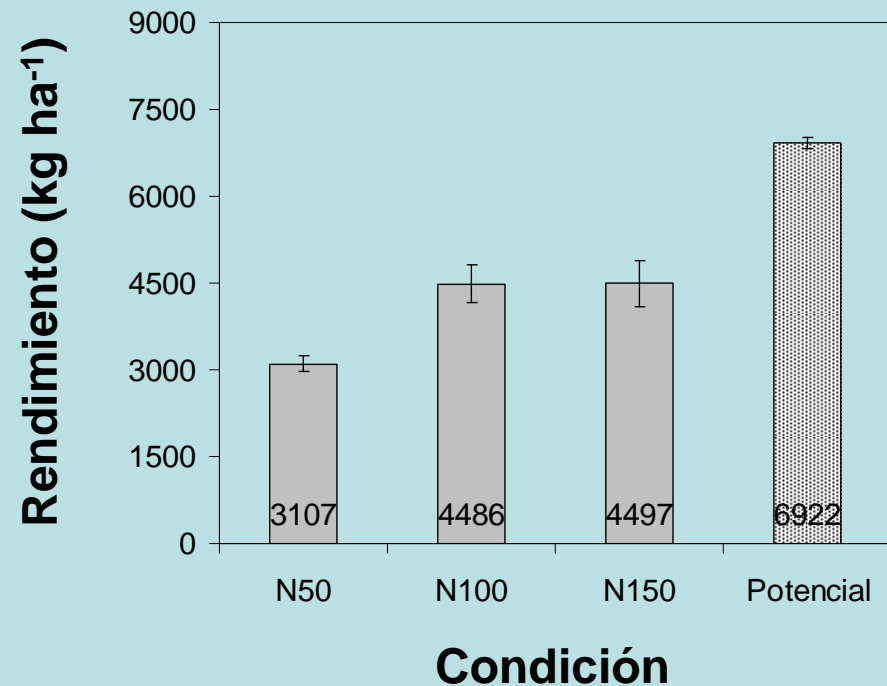
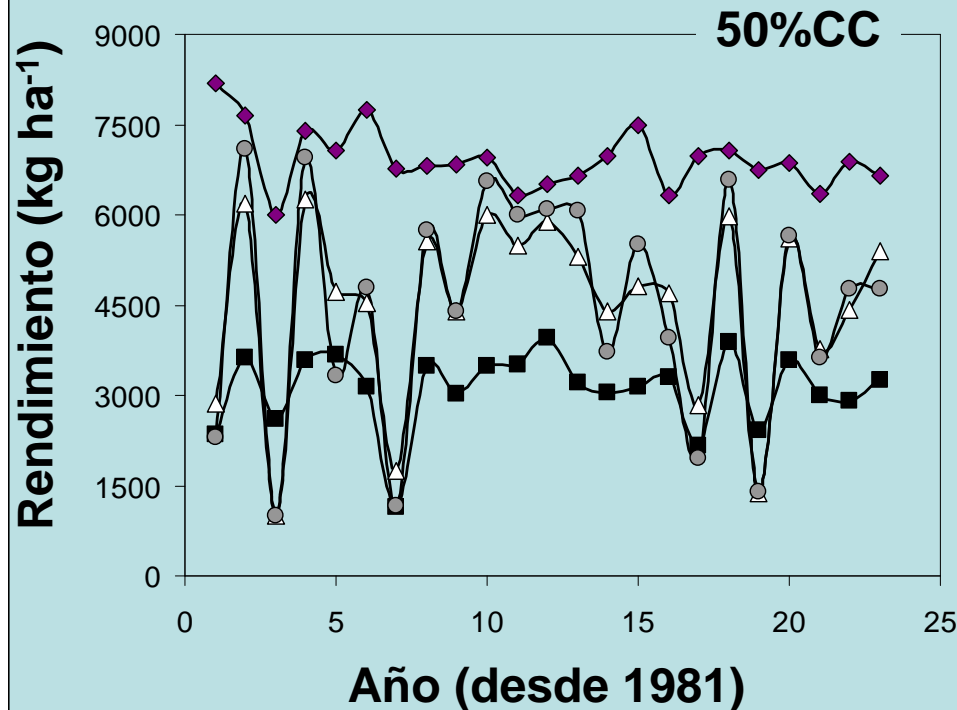
Rendimiento potencial



El rendimiento potencial presentó destacables variaciones entre años, explorando un rango de entre 6000 y 8200 kg ha⁻¹, con un valor medio de 6925 kg ha⁻¹.



La brecha entre el rendimiento alcanzable y el rendimiento potencial



La brecha entre el rendimiento alcanzable y el rendimiento potencial fue del 55% para la condición N50 y del 35% para las condiciones N100-150



Cierre...

- Se evidenciaron importantes variaciones interanuales tanto en el rendimiento alcanzable como en el potencial. Las pp durante el ciclo del cultivo fueron la principal variable moduladora de las variaciones interanuales en rendimiento alcanzable; sin embargo, el agua a siembra condicionó dicha respuesta ya que cuanto menor el agua a siembra mayor la eficiencia posterior en el uso del agua precipitada durante el ciclo del cultivo.

→ de forma tal que ***la disponibilidad inicial de agua impuso un límite de respuesta del rendimiento que fue luego definido por las precipitaciones ocurridas a partir de siembra***

- La disponibilidad de N condicionó la respuesta del rendimiento a la disponibilidad de agua ya que independientemente de la condición hídrica, a mayor disponibilidad de N, mayor incremento de rendimiento para niveles crecientes de agua a siembra (y precipitaciones durante el ciclo del cultivo).



- El análisis realizado de la respuesta del rendimiento a la interacción N x agua permite enfatizar la importancia de conocer la disponibilidad inicial de agua en suelo de la cual se parte y requiere posteriormente estudiar la respuesta del rendimiento a la disponibilidad de N a siembra en función de las características propias del cultivar en cuestión y del sistema agrícola en el cual se encuentra inmerso el cultivo.
- Si bien son numerosas las alternativas de análisis a considerar, el objeto del presente ejercicio se focalizaba en introducir el uso de modelos de simulación como herramienta de trabajo para ajustar el manejo del N y analizar su interacción con otros estreses en trigo y cebada.



(V) Alcances y limitaciones de los MSA

ALCANCES

1) Sintetiza nuestro conocimiento sobre ecofisiología de cultivos

Permite explorar hipótesis conceptuales (ej., aumento de temperatura) permitiendo no sólo analizar el efecto sobre el rendimiento sino también sobre procesos intermedios (ej., generación de componentes numéricos).

Conlleva la necesidad de integrar conocimiento de otras disciplinas.

2) Constituye una herramienta en la toma de decisiones de manejo

Permite evaluar el efecto de prácticas de manejo tales como elección de genotipo o fecha de siembra, alternativas de fertilización, requerimientos de riego, etc. considerando la probabilidad de respuesta (a nivel biológico y económico) → caracterización zonal e intrazonal.

RECAUDOS

1) Confiabilidad de los datos de entrada

Clima, biomasa, suelo.

2) Necesidad de trabajar con un modelo calibrado y validado

Importancia de cuantificar la habilidad del modelo en predecir el sistema de cultivo.

3) Utilización del modelo dentro de sus límites tempo-espaciales

Definir el objetivo de trabajo.



Muchas gracias

¿Preguntas? ¿Opiniones?