

# IV Jornada Nacional de **CULTIVOS DE INVIERNO**

9 Y 10 DE ABRIL

2024



**Aprendizajes de un año récord y nuevas  
herramientas de decisión para asegurar el  
crecimiento**

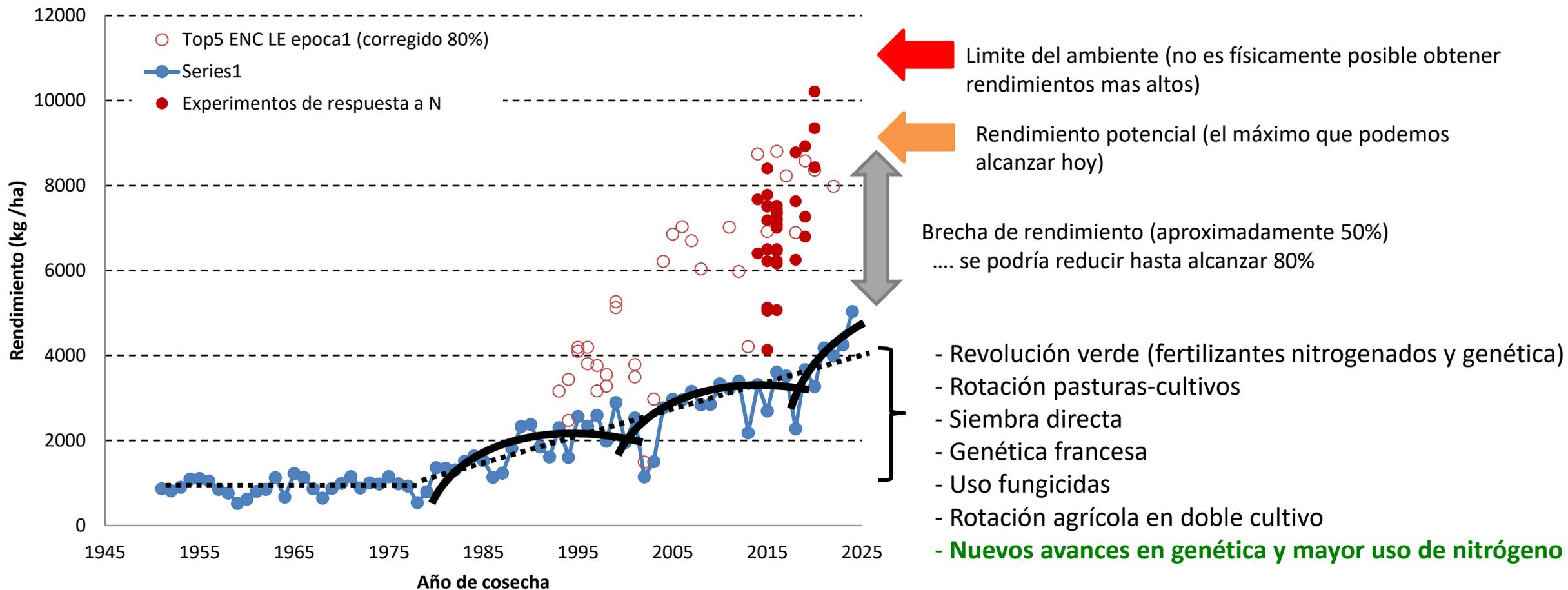
Andrés Berger, IngAgr. PhD.  
INIA La Estanzuela

Organizan:



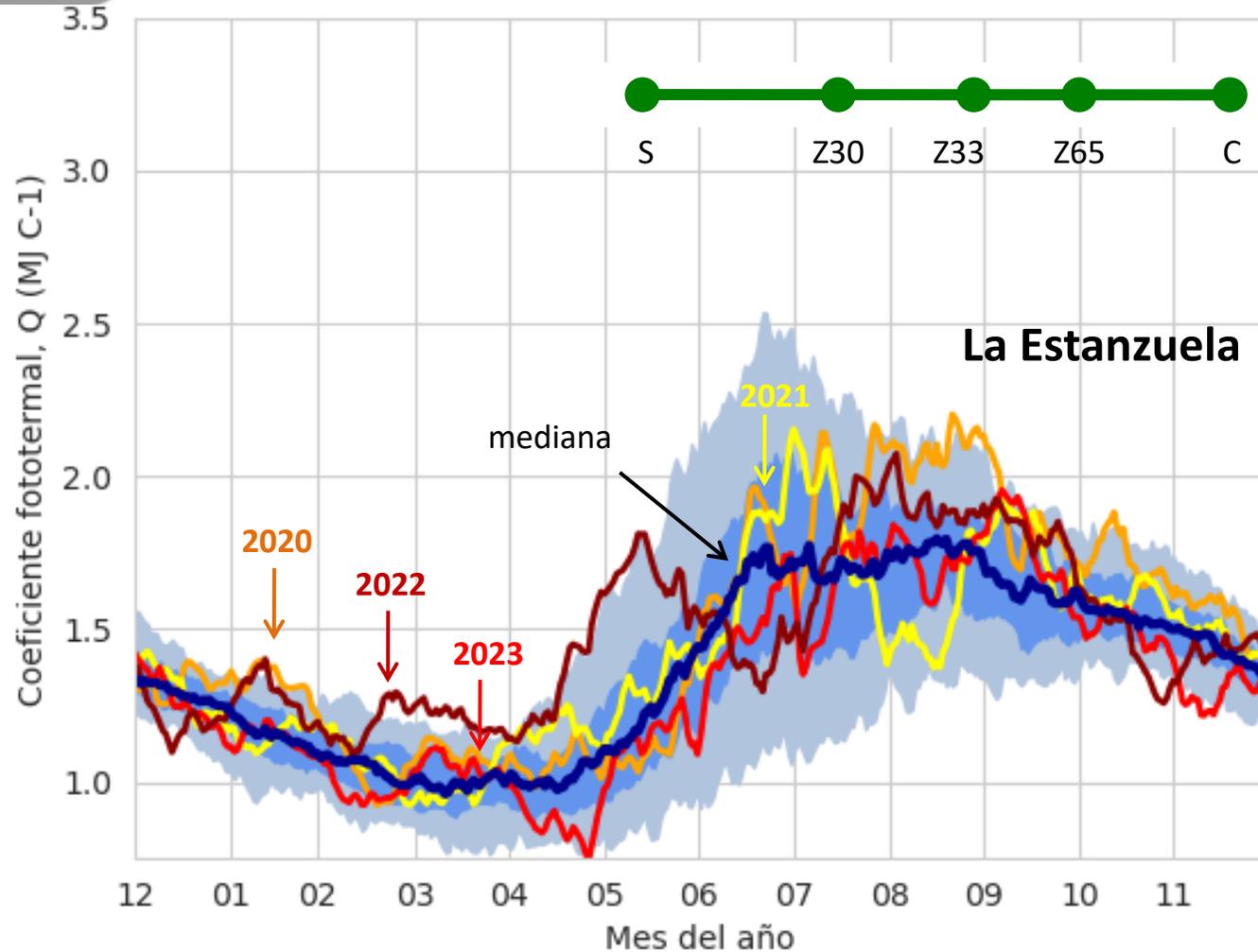


# ¿Como ha evolucionado el rendimiento de trigo?





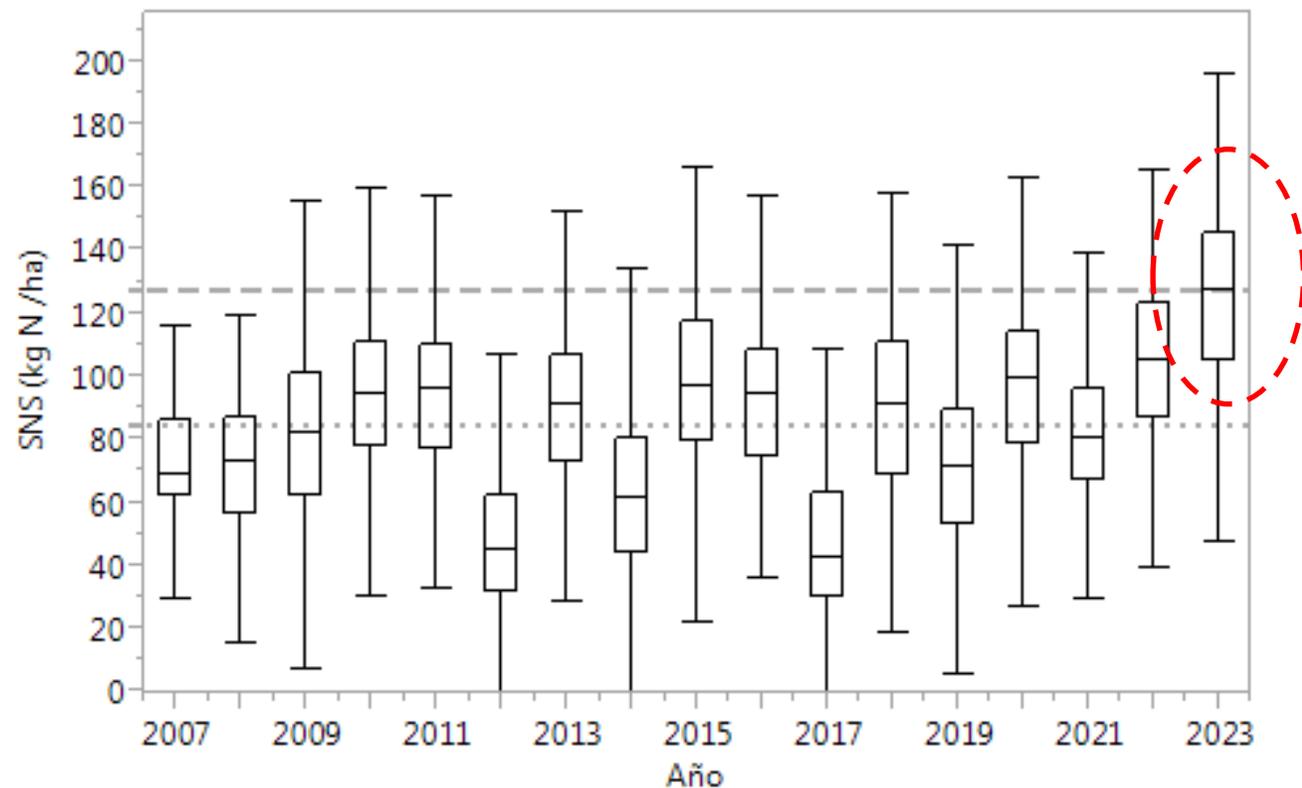
# ¿Cuánto afecto el año favorable en 2023?



2023 fue un año promedio en coeficiente fototermal



## El aporte de N desde del suelo en 2023 fue excepcional



Base de datos de FUCREA

SNS = N recuperado desde el suelo

(Sylvester-Bradley, 2009 ;Jornada INIA-Fucrea 2019)



# ¿Que explica los altos rendimientos?

• Los altos rendimientos 2023 **no deberían atribuirse a un efecto año con alto coeficiente fototermal**



¿Este record es repetible en el futuro?

- -> **Si es repetible!!**

• Conjunción de factores:

- Alta disponibilidad de N a la siembra



Levantó restricción de subdosis de N



(Fertilización)

- Excelentes condiciones de siembra

- Siembra en fecha (< 15 Junio)

- Excelentes implantaciones



(Operativa)

- Ausencia de eventos extremos

- Ausencia de periodos de lluvias prolongados



Las labores se pudieron hacer en tiempo y forma

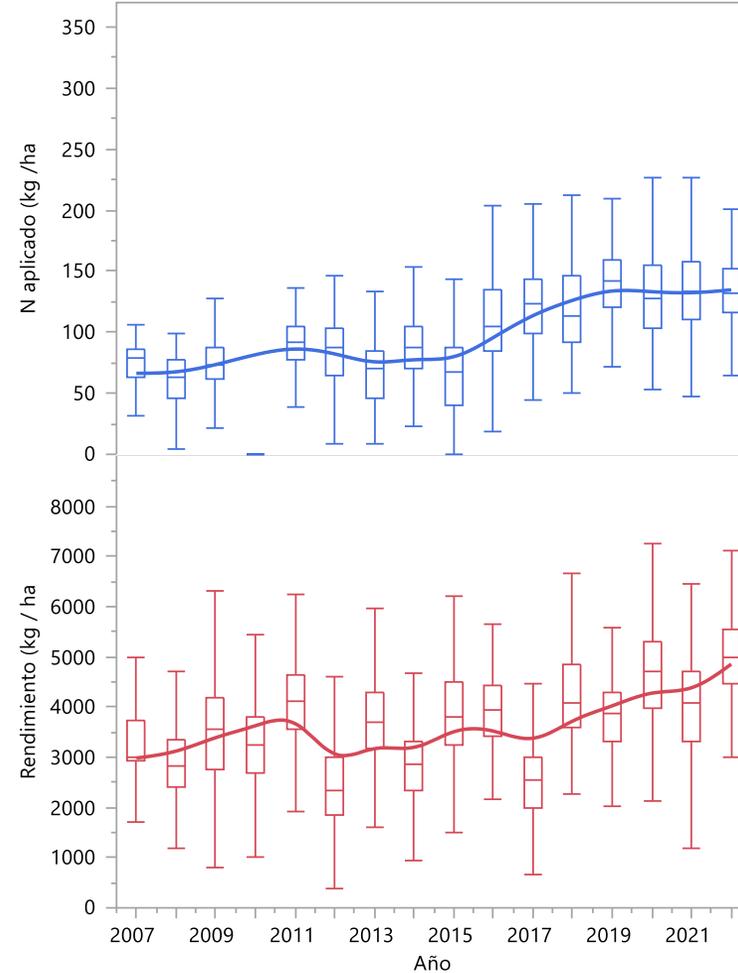
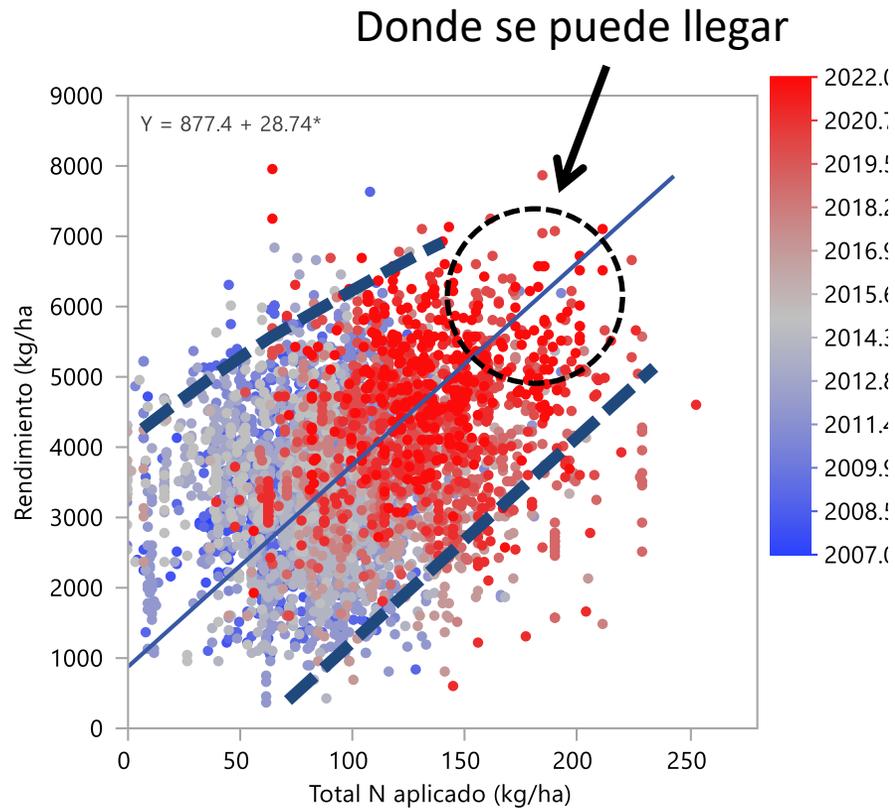


(Operativa)

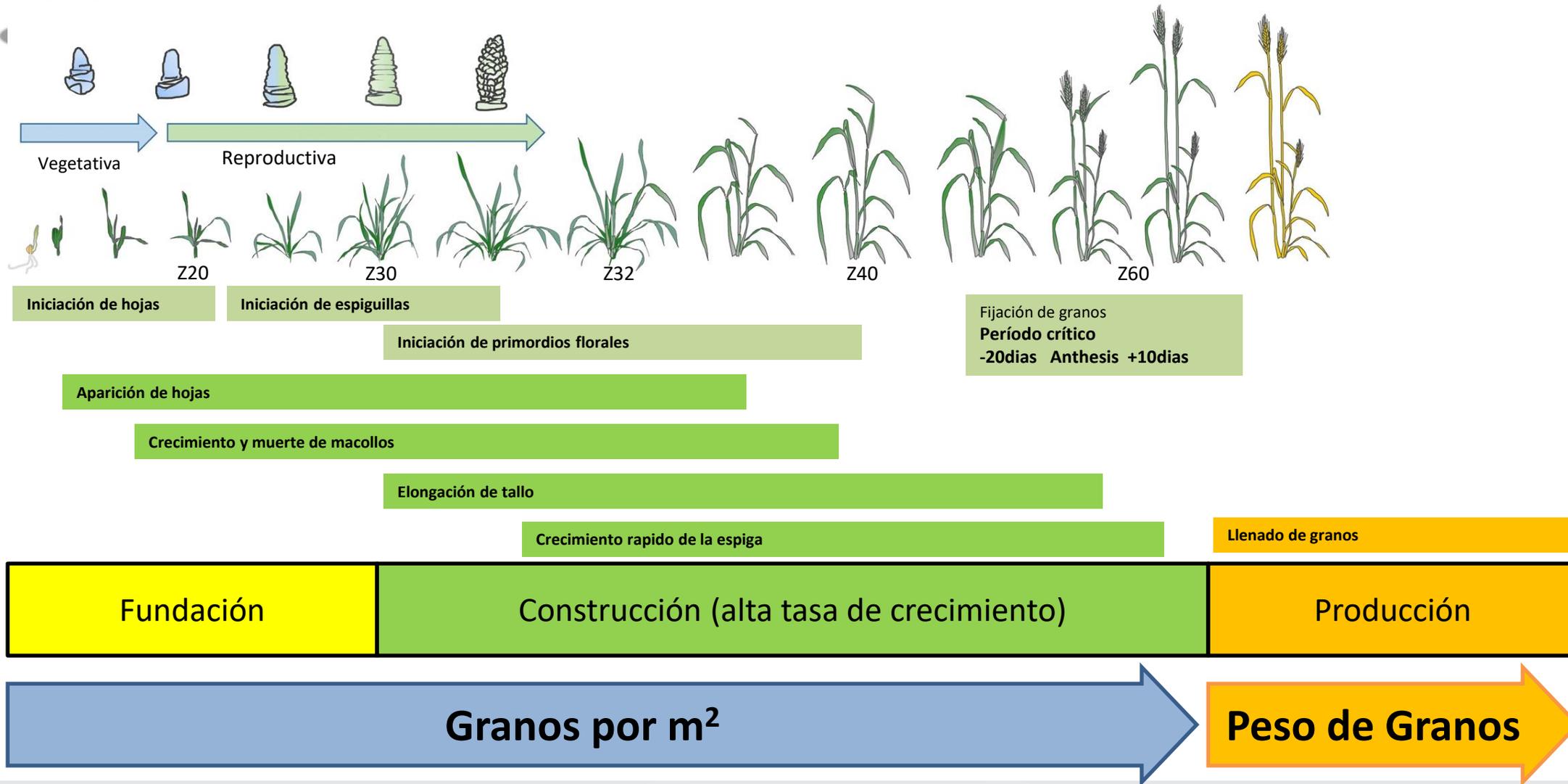
- Cultivares con alto potencial



# Base de datos de FUCREA 2007-2022

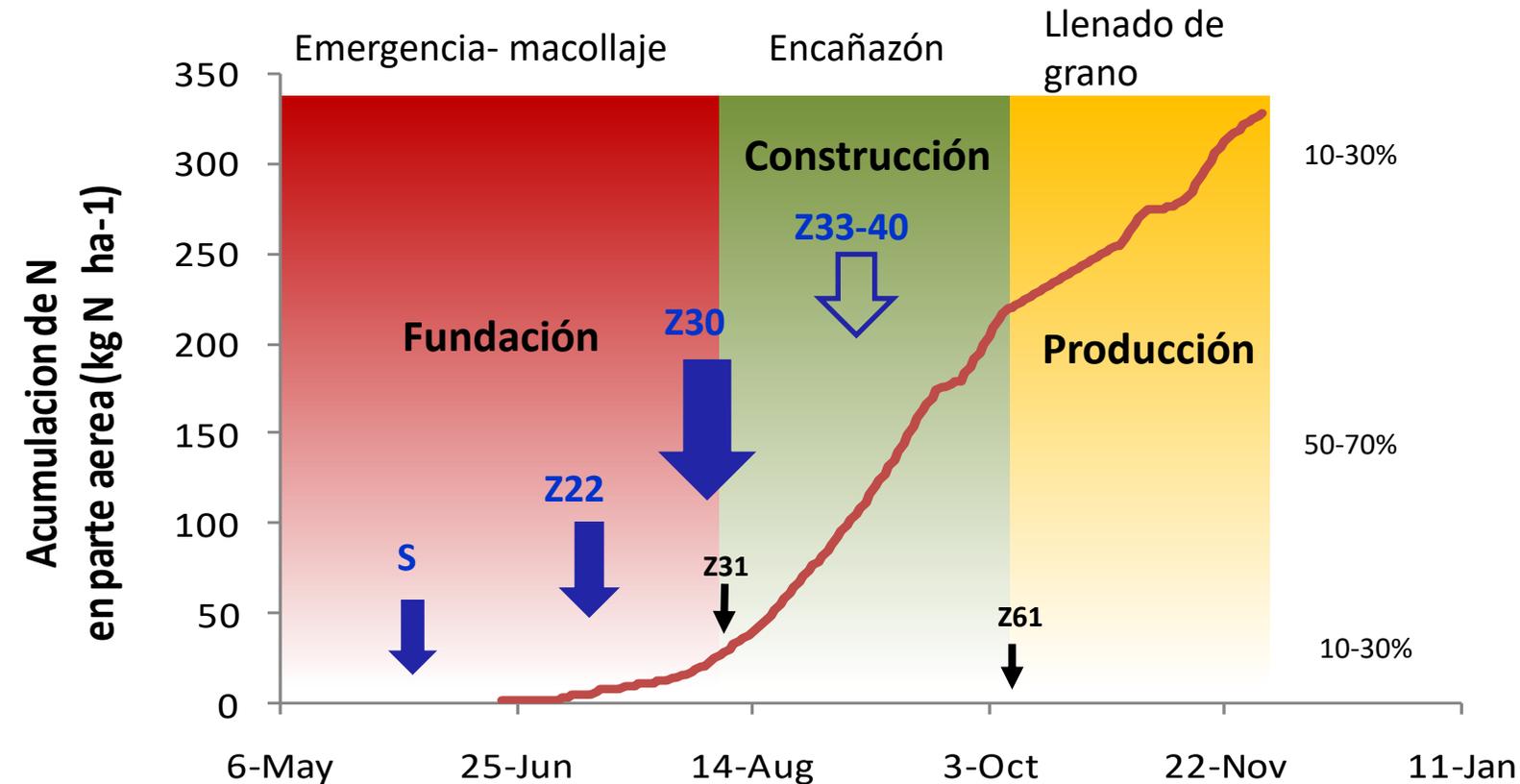


- Aumento constante de dosis de N y rendimiento.
- Productores de punta ya en 2022 obtenían rendimientos altos
- Los experimentos en LE, confirman repetidamente buenos resultados de paquete tecnológico ajustado





# Como distribuimos la fertilización con N



→ Formar y construir rendimiento  
Siembra, Z22, Z30

- Déficit al inicio (S-Z30) es irreversible

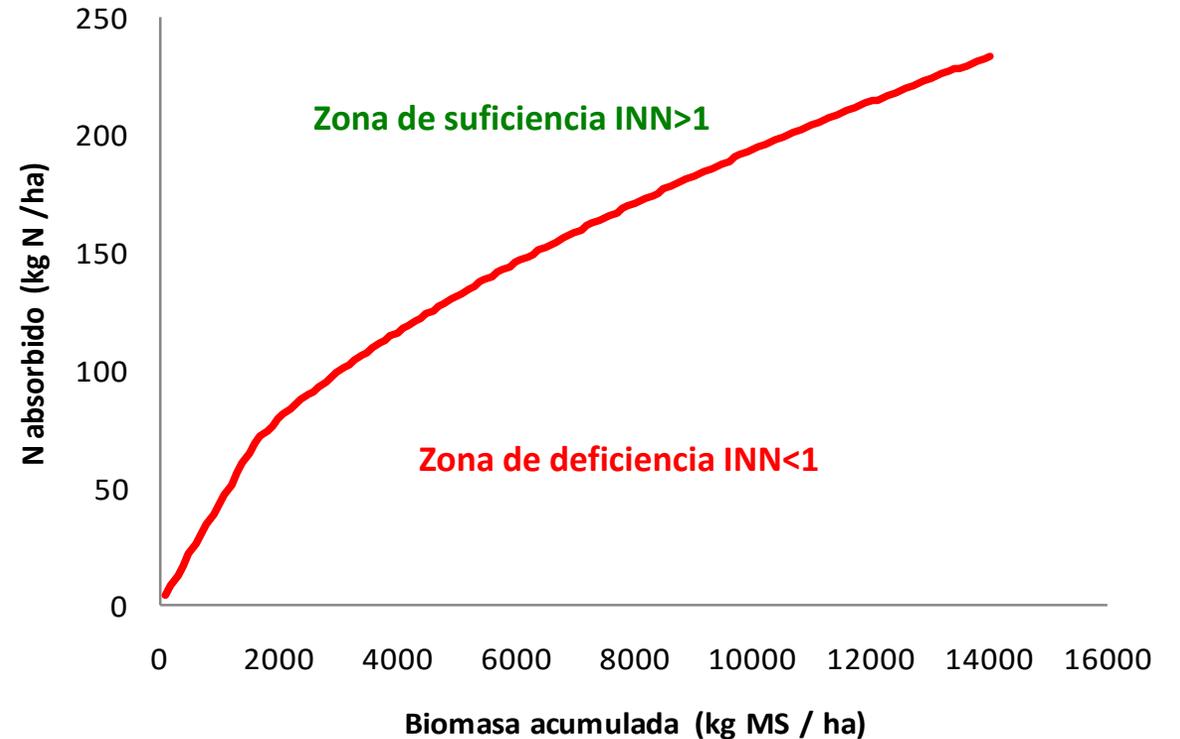
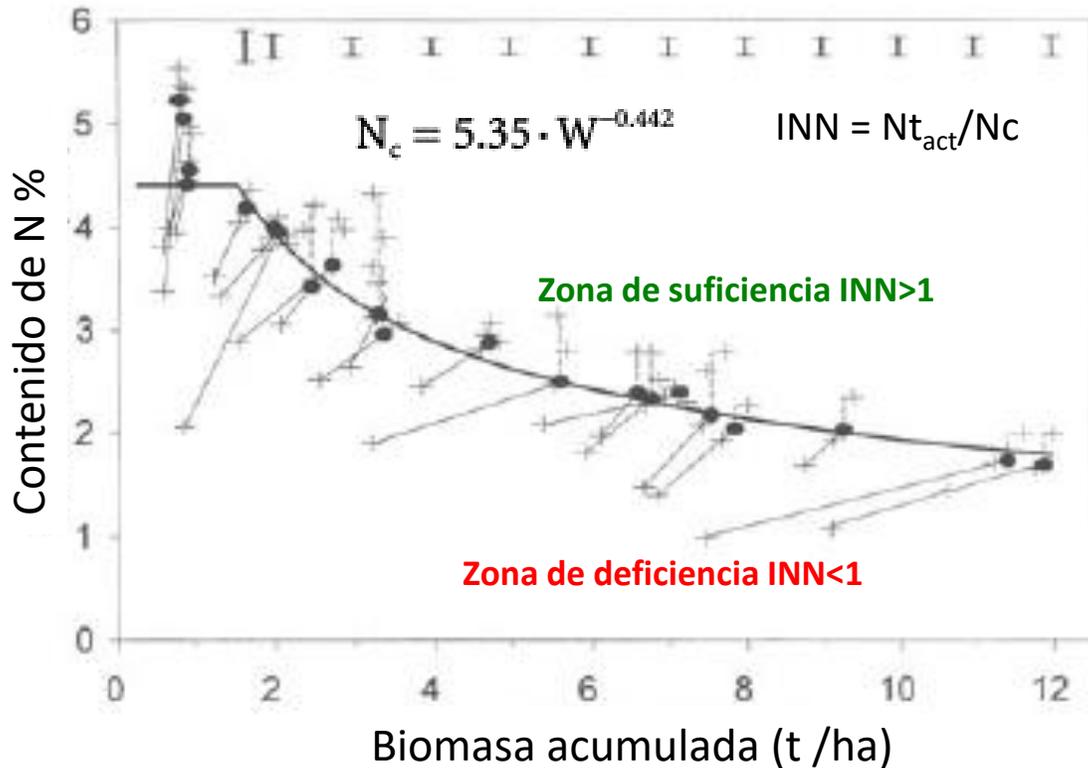
Que se recomienda:

S-Z30 “mantener suficiencia y diferir aplicaciones”  
Utilizando análisis de suelo como guía. En general es necesaria aplicación a la siembra y a Z22

Z30-Z50 “cuantificar y satisfacer demanda”  
→ **Nuevo modelo de recomendación** ←



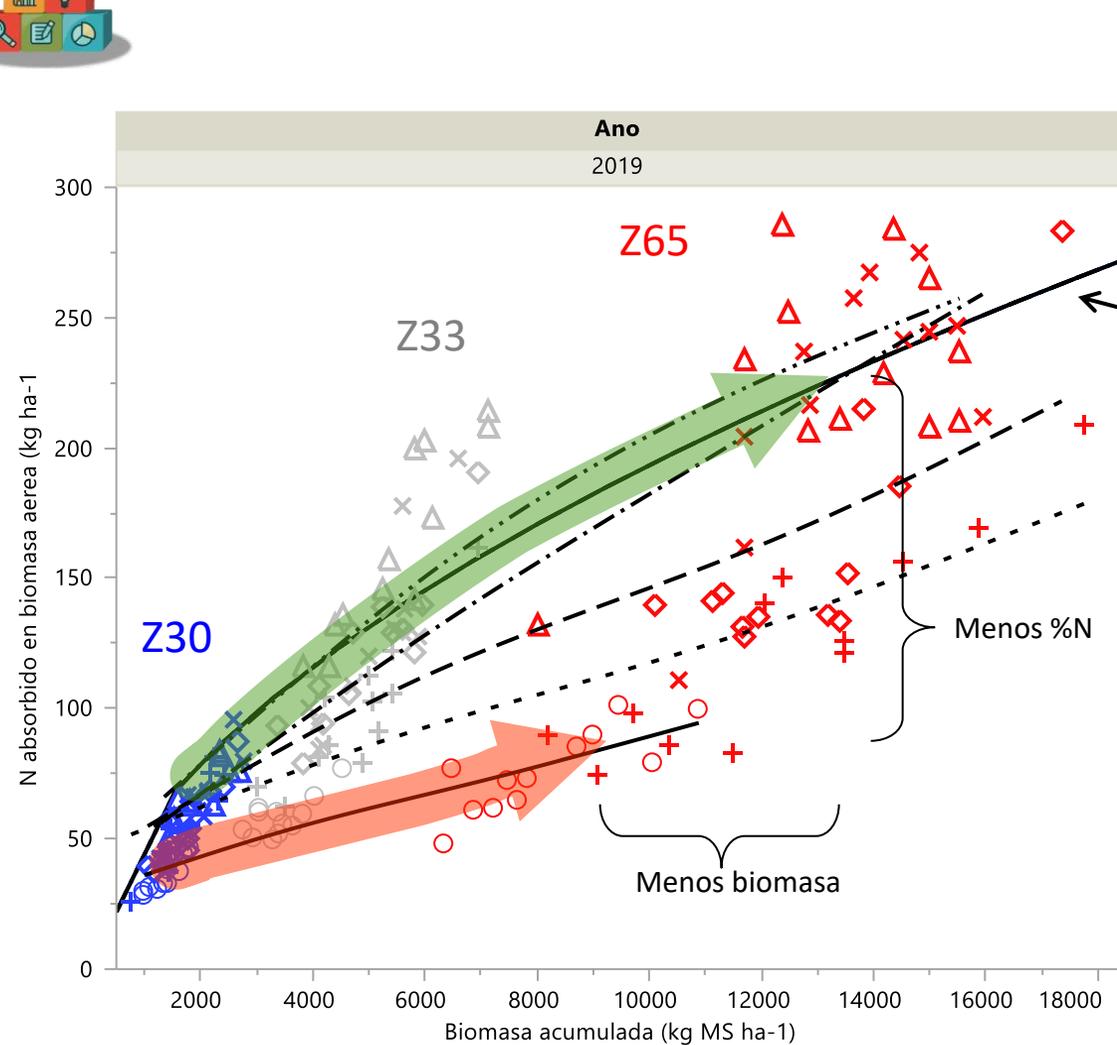
# Estado nutricional -- Curva “de dilución”, Curva de N optimo o Curva de N crítico



Justes, 1994



# Novedades en manejo de N



Tratamiento	Fert					Total N (kg/ha)
	siembra	Fert_Z22	Fert_Z30	Fert_Z33	Fert_Z65	
A	0	0	0	0	0	0
C	35	40	0	0	0	75
E	35	40	50	0	0	125
F	35	40	50	50	0	175
H	35	40	100	50	50	275

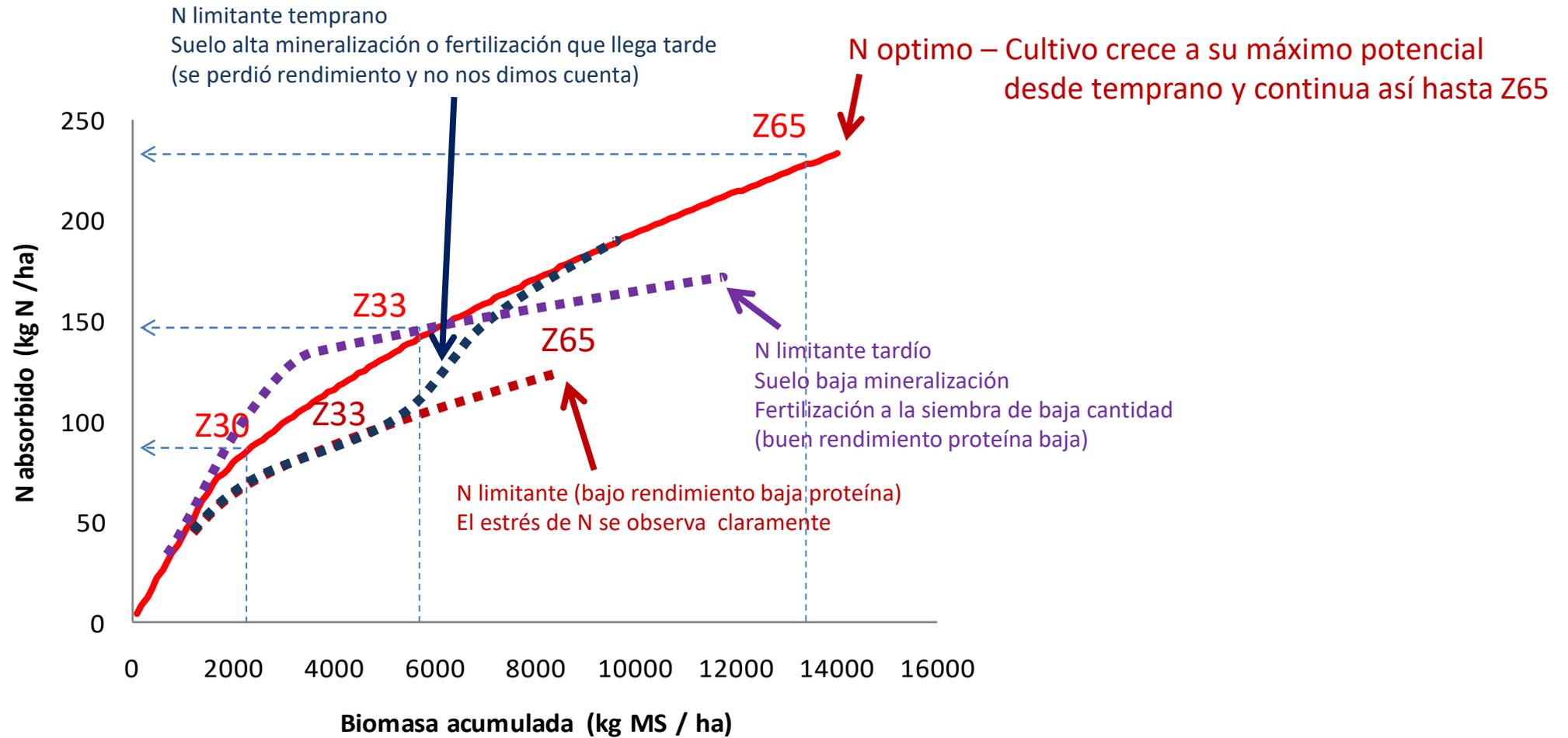
Curva de Nabs óptimo – “cultivo bien nutrido”

Es la trayectoria de acumulación de biomasa y N que coincide con una nutrición óptima.

- Una parte importante del N se absorbe entre Z30 y Z33
- Si se inicia con un déficit, podemos recuperar parte del N, pero no la biomasa
- Acumular N es necesario porque formara parte del N utilizado en la formación de proteína en grano.



# Ejemplo de situaciones frecuentes de campo





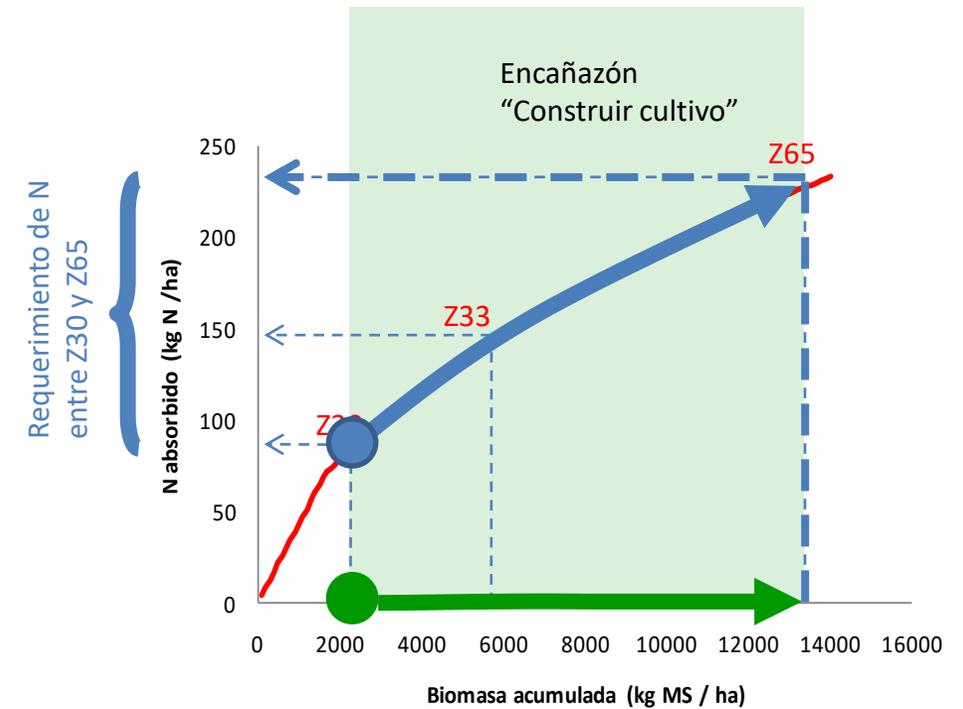
# Nuevo modelo de recomendación Z30-Z50

- A siembra y Z22 utilizar recomendaciones existentes basadas en análisis de Nitratos en suelo 0-20cm (Perdomo et al. 1999, Hoffman et al. 2010)

## Nuevo modelo se basa en curva de absorción de N

- ✓ Estrategia innovadora (no usada hasta ahora, publicación en proceso)
- ✓ Aplicable a cualquier estadio entre Z30 y Z50
- ✓ Base teórica sólida
- ✓ Permite aplicación variable
- ✓ La necesidad de N se estima con un balance y estimación de demanda de N usando una proyección de “cuanto puede llegar a crecer el cultivo”

→ No es necesario estimar o asumir un rendimiento esperado





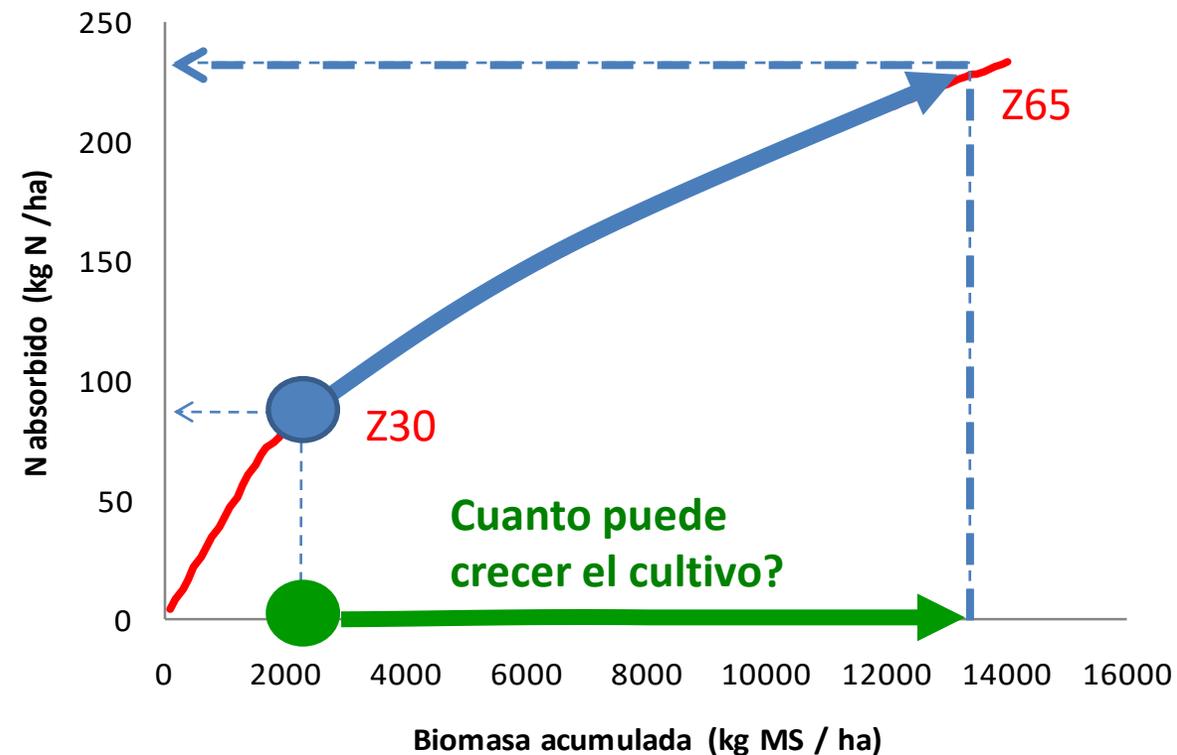
# Nuevo modelo de recomendación (2024)

## Suma de cuatro componentes...

- + (1) déficit nutricional actual del cultivo (diferencia del stock actual en el cultivo respecto a la curva crítica)
- + (2) demanda futura de N, dada por la capacidad de crecimiento futura del cultivo
- (3) disponibilidad de N residual de fertilizaciones anteriores
- (4) capacidad de aporte de N del suelo a través de mineralización



Demanda futura de N (2)



## Necesidad de N en Z30-Z50



# Entradas

## Muy variable entre chacras

1. Fecha de siembra (emergencia mejor)
2. Cultivar
3. Nitratos en suelo a la siembra (0-20cm)
4. Dosis de fertilización previa (kg N/ha)
  - Siembra
  - Z22
  - Z30 (si se usa posterior a Z30 ej Z33)
5. En momento de muestreo
  - Fecha de muestreo
  - Biomasa acumulada (kg MS /ha)
  - %N en biomasa (porcentaje)
6. Capacidad de mineralización (kg N /ha que el cultivo puede recuperar)
  1. Muy bajo (Igual a 2 pero con otras restricciones)
  2. Bajo (situación típica rastrojo soja, rotación agrícola)
  3. Medio (Igual a 2 pero en suelo de alto contenido de CO)
  4. Alto (situación de alto aporte, rotación pasturas-cultivo)
  5. Muy alto (rotación pasturas-cultivo, historia reciente de leguminosas, alto contenido de CO)

## Poco variable entre chacras

7. Eficiencia recuperación fertilizante (s-Z30)
  - Podemos asumir = 0.5
8. Eficiencia recuperación fertilizante (Z30-en adelante)
  - Podemos asumir = 0.8
9. INN objetivo en Z65
  - Trigo = 1
  - Cebada = 0.9 (podemos asumir valor menor a trigo)

Trabajo en curso para  
calibrar indicadores  
(A.Nuñez, V.Rubio)



## Salidas

**Kg N/ ha a aplicar**

Si lo usamos en Z30 y la dosis es mayor a 80-100 kg N/ha

→ Aplicar 80-100 en Z30 y la cantidad restante aplicarla en Z33



# Ejemplo situaciones reales

- Baguette 620
- Fecha emergencia: 8 Junio
- Capacidad de mineralización = Media
- Nitratos siembra = 5.3 ppm
- Fertilización siembra, Z22 = 35 + 40 kg N/ha
- Muestreo
  - 16 Agosto (Z30)
  - 2588 Kg MS/ha
  - 3.69 % N



- Fecha Z65 = 14 Octubre
- INN\_Z30 = 1.05
- $N_{abs}$  Z30 = 95.5 Kg N /ha
- Crecimiento posible Z65 = 10449 Kg MS/ha
- INN objetivo Z65 = 1
- Necesidad de N refertilización = 125 Kg N /ha  
→Aplicar 80 en Z30 y 45 en Z33

Total = 200 kgN/ha



9153 Kg/ha  
14.2 Proteína

- Fertilización siembra, Z22 = 35 + 0 kg N/ha
- Muestreo
  - 16 Agosto (Z30)
  - 1882 Kg MS/ha
  - 2.92 % N

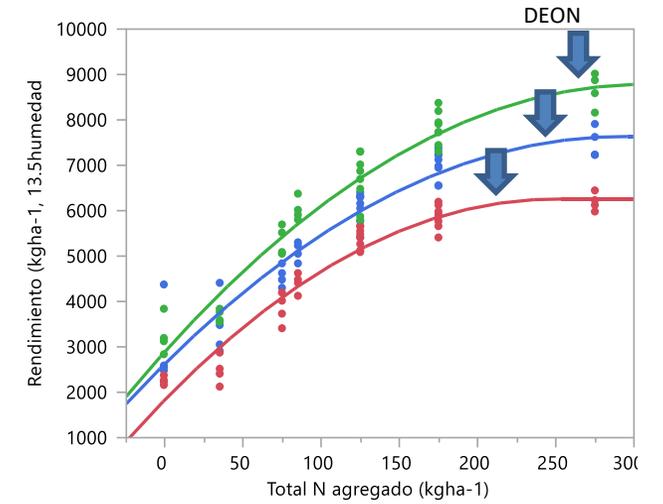
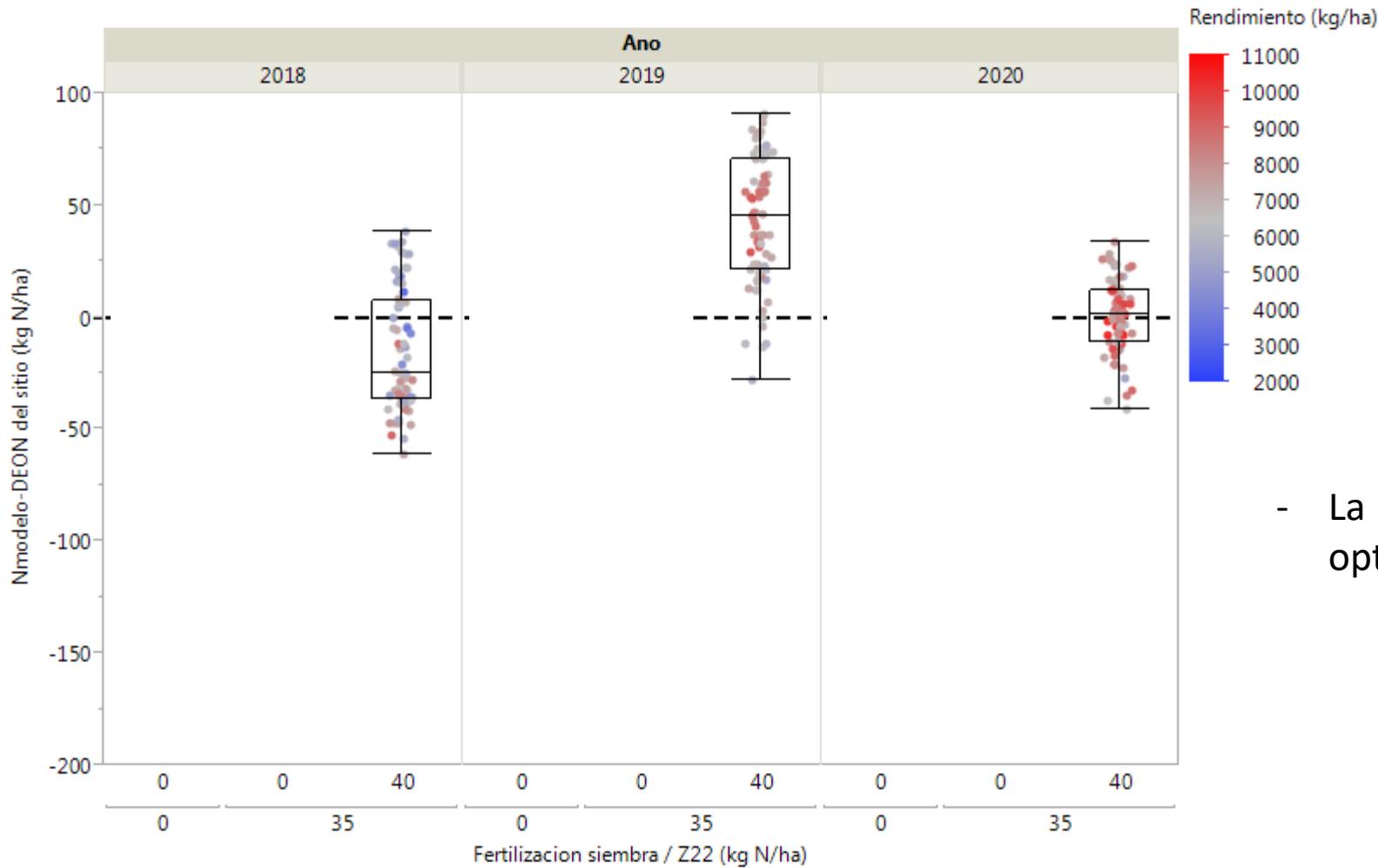


- Fecha Z65 = 14 Octubre
- INN\_Z30 = 0.72
- $N_{abs}$  Z30 = 55 Kg N /ha
- Crecimiento posible Z65 = 9728 Kg MS/ha
- INN objetivo Z65 = 1
- Necesidad de N refertilización = 139 Kg N /ha  
→Aplicar 80 en Z30 y 59 en Z33

Total = 174 kgN/ha



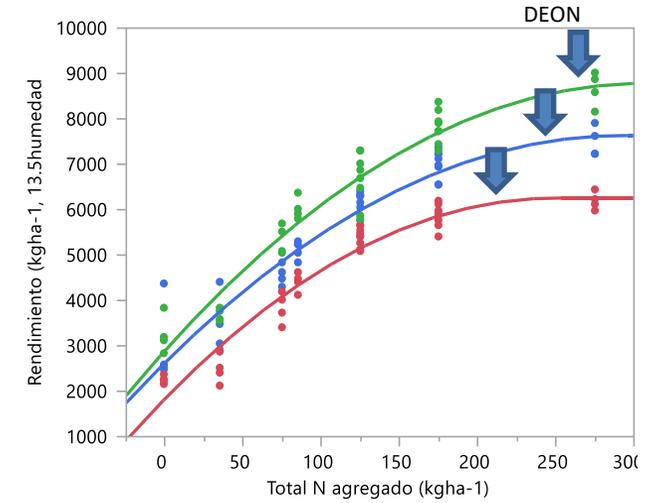
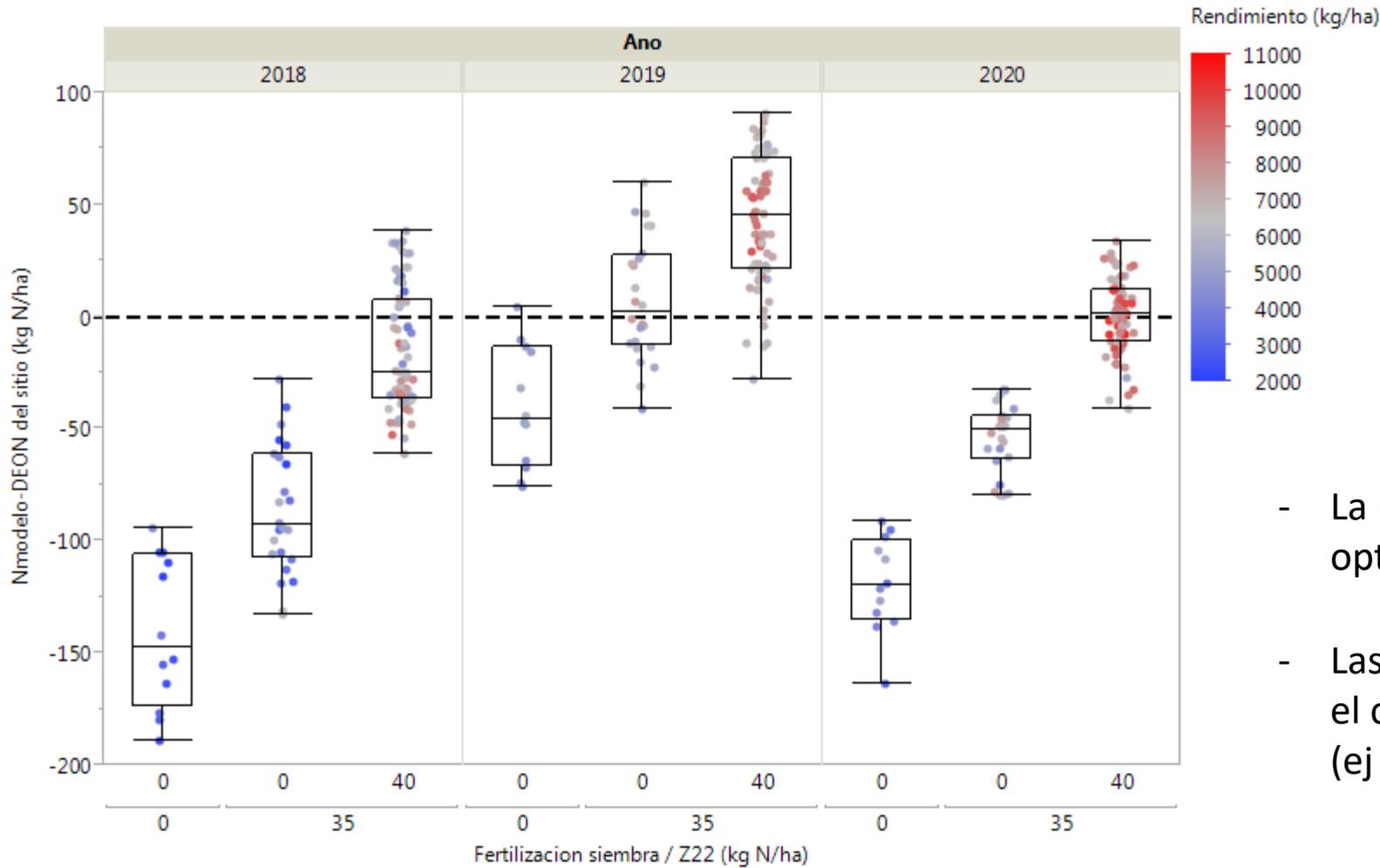
# Validación preliminar (CC, CI x 3años)



- La recomendación en situaciones de manejo optimo coincide con DEON del sitio



# Validación preliminar (CC, CI x 3 años)



- La recomendación en situaciones de manejo óptimo coincide con DEON del sitio
- Las dosis se reducen de manera importante si el cultivo ya tiene el potencial comprometido (ej testigos)



# Consideraciones finales

- 2023 marco un mojón en el aumento de rendimiento y **mostró el potencial del cultivo** cuando no hay limitantes a pesar de que el año fue climáticamente promedio.
- **En la próxima zafra no va a haber tanta acumulación de N como en 2023. Fertilización nitrogenada volverá a ser un factor determinante.**
- Necesidad de N mayormente definida por la demanda → **nuevo modelo de recomendación** basado en **capacidad de crecimiento futura del cultivo**.
  - Utilizable entre Z30-Z50, simple de utilizar, base teórica sólida
  - Complementa con modelos de Siembra y Z22 existentes (Perdomo, 1999; Hoffman, 2010), sustituye modelo de Baethgen (1992) para Z30 y extiende rango de aplicabilidad
  - **Reconoce sitios con potencial comprometido y reduce dosis**, evitando aplicar en situaciones de baja respuesta
  - En sitios sin otras limitantes **permite explorar altos rendimientos**
- Validación de 3 años en LE con buenos resultados  
hacer disponible → validar → corregir componentes si es necesario

*Lanzamiento en web de INIA y X*



Gracias ! [abberger@inia.org.uy](mailto:abberger@inia.org.uy)

