

# Sistemas Productivos Sostenibles

## Área de Agricultura - I+D

# Proyecto Sistemas Productivos Sostenibles

## Objetivo del proyecto:

Desde la experimentación a campo **buscamos evaluar, con una mirada holística, cómo impactan las prácticas de manejo de cultivos sobre la sostenibilidad de los sistemas agrícolas en Argentina, en el mediano/largo plazo.**

## ¿Cómo lo hacemos?

Sobre lotes de producción, se realizaron ensayos con dos tipos de manejo: **productor e intensificado**, y **evaluamos el sistema** con distintos **indicadores**.

### Vínculo con Bayer:



#### Económicos/Productivos:

- Rendimiento
- Producción
- Intensidad de uso del suelo
- Márgenes
- Retorno de inversión

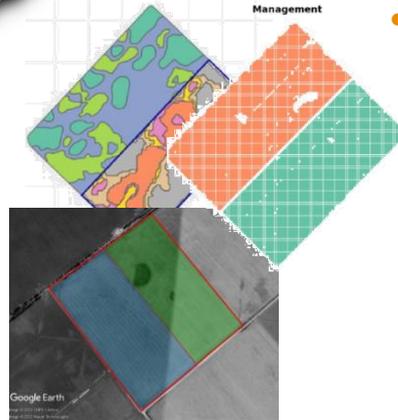
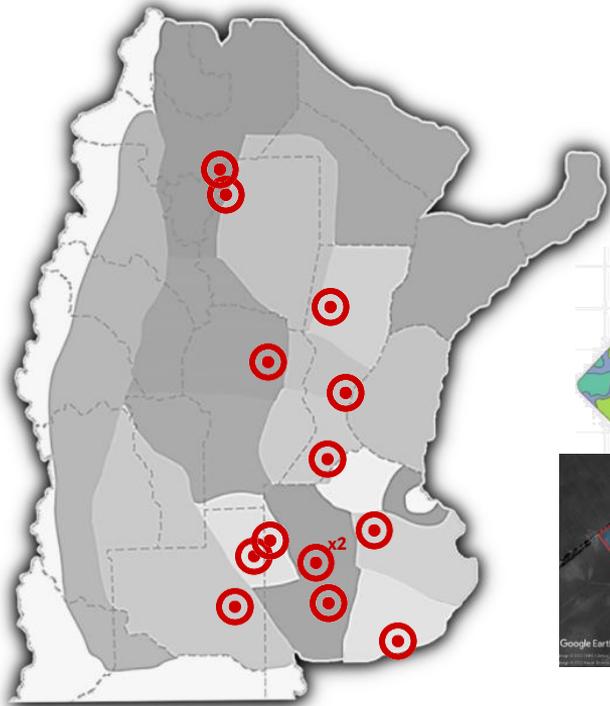
#### Ambientales:

- Balance de nutrientes
- EIQ
- Bandas toxicológicas
- Emisiones de CO<sub>2</sub>
- Parámetros de suelo
- Prod. Uso Agua

#### Sociales:

- En construcción.

# Materiales y métodos



## ¿Qué tenemos hoy?

- 14 Módulos Experimentales.
- **11 Regiones CREA y sus equipos.**
- 12 Empresas CREA.
- 2 Manejos: Productor Vs. Intensificado.
- **3 Campañas (20-21/21-22/22-23).**
- **84 casos.**

### Datos que se toman:

Registro de labores e insumos utilizados.

Datos climáticos.

Muestreo anual de suelo (completo - Bayer).

Muestreo de biomásas en CS (Bayer)

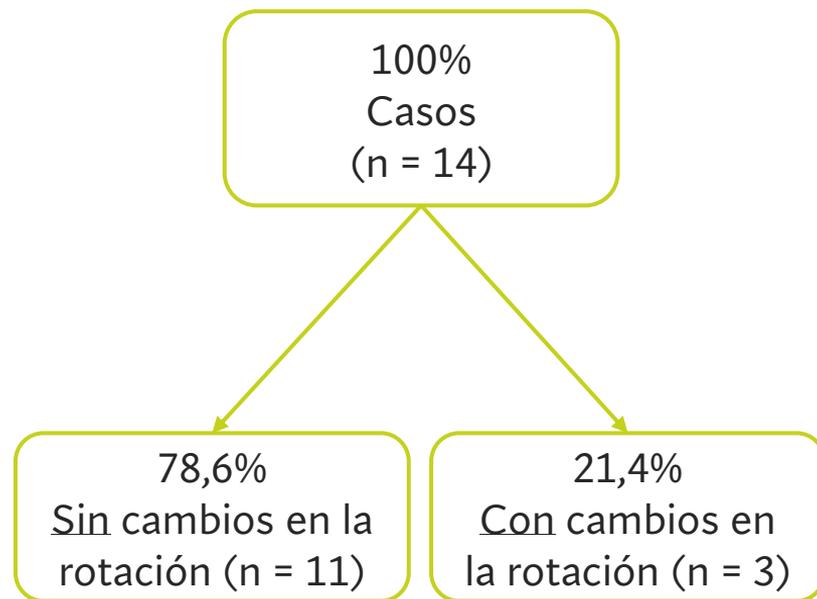
Mapas de rendimiento.

Mapas de siembra y aplicaciones (si están disponibles).

# ¿De qué forma estamos intensificando los sistemas?

En set de datos analizado se encontraron dos formas de posibles de intensificar los sistemas de producción agrícola:

- i) **Cambios en la rotación** (secuencia de cultivos).
- ii) **Cambios de manejo dentro de cada cultivo** (oportunidades intervención).



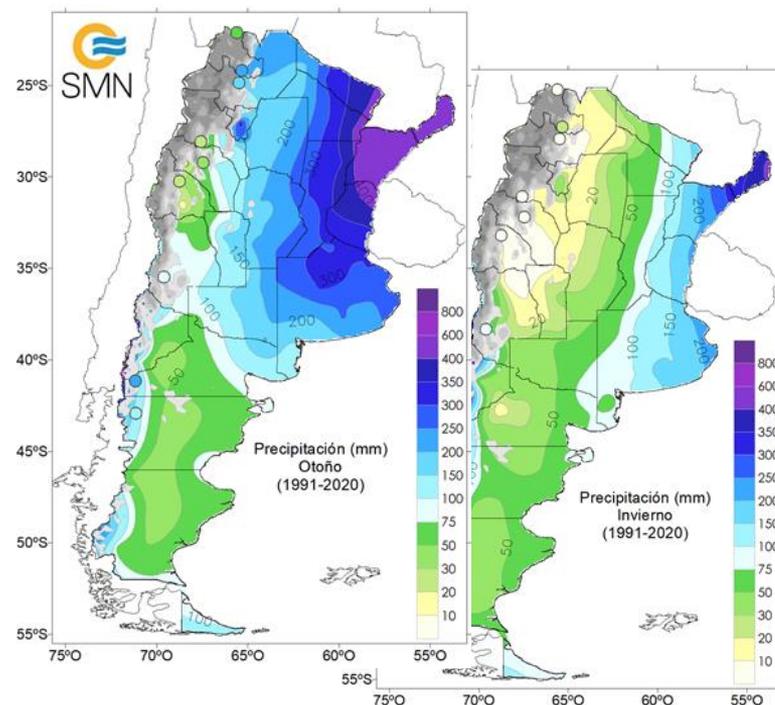
# i) Intensificación en la rotación

| Tratamiento Intensificado |                           |     |               |
|---------------------------|---------------------------|-----|---------------|
| Región                    | Rotación                  | IUS | #Cultivos/año |
| SDE                       | MZ- <b>CS</b> /SOJ-TR/SOJ | 182 | 1,67          |
| SSF                       | MZ-TR/SOJ-SOJ             | 150 | 1,33          |
| SFC                       | MZ- <b>CS</b> /SOJ-TR/SOJ | 182 | 1,67          |
| OAR                       | SOJ-TR/SOJ-MZ             | 150 | 1,33          |
| MYS                       | TR/SOJ-MZ-GI              | 147 | 1,33          |
| NOA                       | MZ-SOJ- <b>CS</b> /MZ     | 132 | 1,33          |
| SUO                       | SOJ-CEB/SOJ-MZ            | 140 | 1,33          |
| OAR                       | MZ- <b>CS</b> /SOJ-TR-SOJ | 172 | 1,67          |
| OES                       | MZ-GR-CEB/SOJ             | 137 | 1,33          |
| NSF                       | MZ-SOJ-GI/MZ              | 133 | 1,33          |
| COR                       | MZ- <b>CS</b> /SOJ-MZ     | 132 | 1,33          |
| NOA                       | SOJ-SORG-SOJ              | 107 | 1,00          |
| SAR                       | MZ-TR-TR                  | 102 | 1,00          |
| OES                       | MZ-MZ-SOJ                 | 100 | 1,00          |

+21%

-8%

+21%



En el **21,4%** de los casos de estudio (3/14) se pudo intensificar el uso del suelo, mediante un **cambio en la rotación tradicional**. El 100% de los **cambios en la rotación** se produjeron durante el **período invernal**. Y fue mediante la incorporación de **cultivos de servicios** (gram + leguminosa).

## ii. Cambio de manejo dentro de cada cultivo (Oportunidad de intervención)

\* **36% Sin cambios en el manejo** (sin intensificación)

\* **64% Con cambios en el manejo** (intensificación)

### Paquetes de intensificación

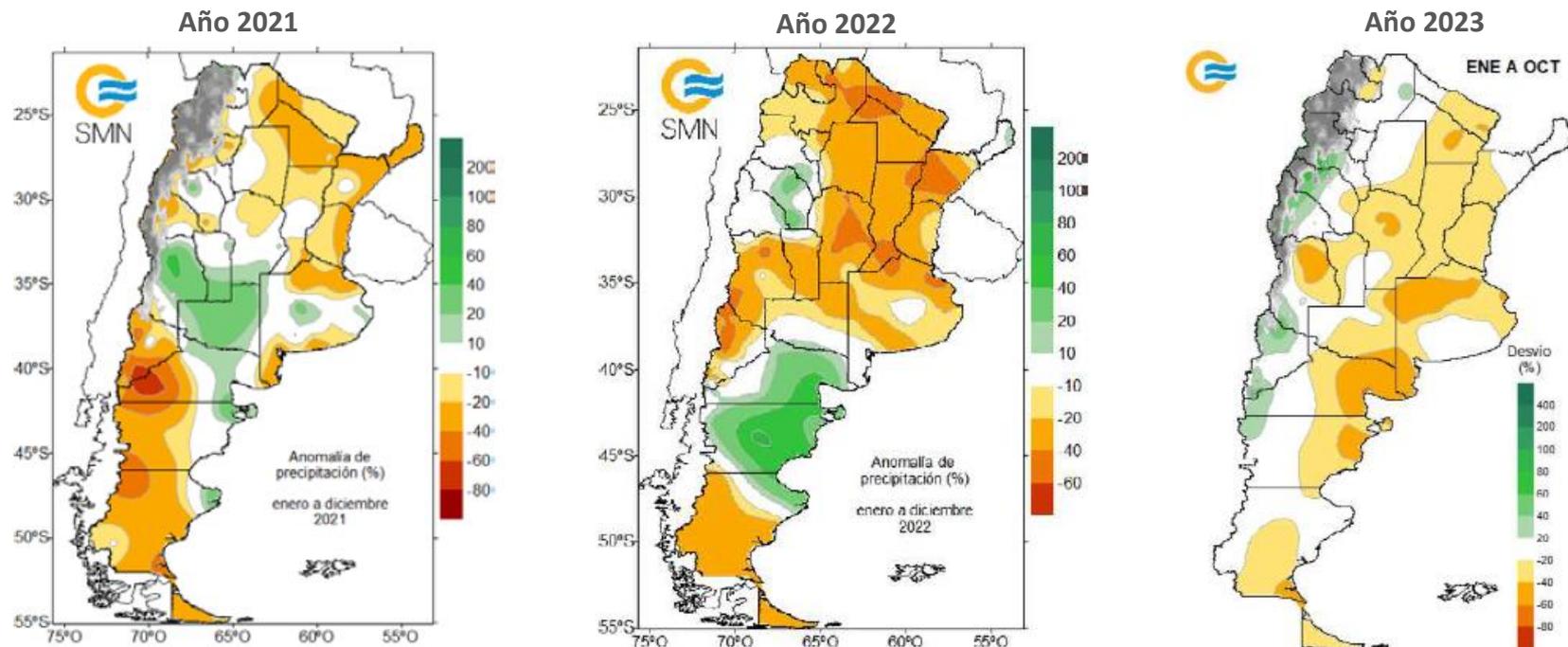
#### Resumen:

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| <b>Δ Fertilizante</b> | <b>44%</b> |
| <b>Δ Densidad</b>     | <b>42%</b> |
| <b>Genética</b>       | <b>16%</b> |
| <b>Δ Plaguicidas</b>  | <b>9%</b>  |

# ¿Qué otros cambios se implementaron?

- **Δ Genética 16%**
  - Cambio por variedades más nuevas (trigo y soja) o variedades más cortas (soja).
  - Prueba de híbridos de mayor potencial.
  
- **Δ Plaguicidas 9%**
  - Agregado de residual.
  - Accuron Vs. Adengo.
  - Variaciones de dosis y/o formulaciones.
  - Etc.

# ¿Qué pasó con el clima durante estos años?



\*Desvío porcentual de la precipitación respecto al valor normal 1981-2010.

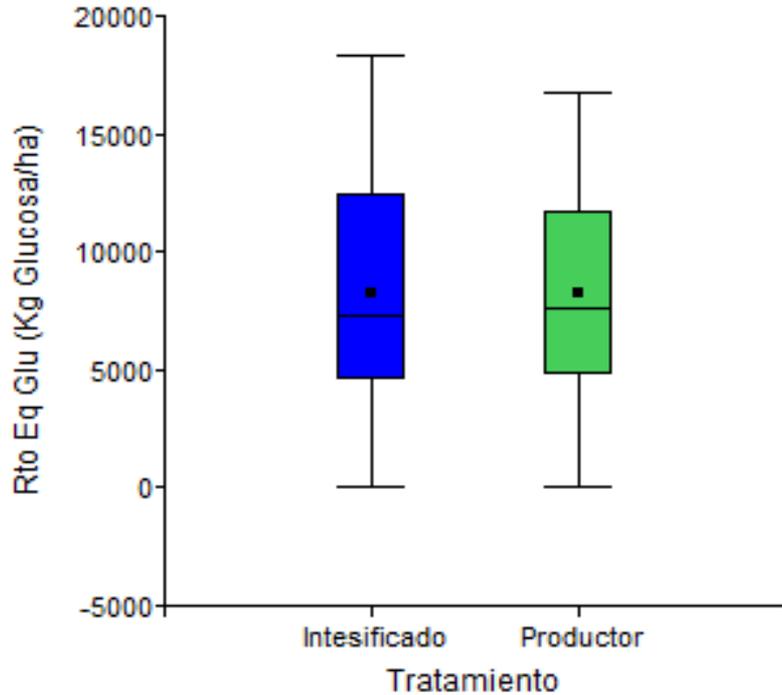
Fuente: Servicio Meteorológico Nacional.

# Resultados



**PRO** Carbono

# ¿Qué pasón con los rendimientos?

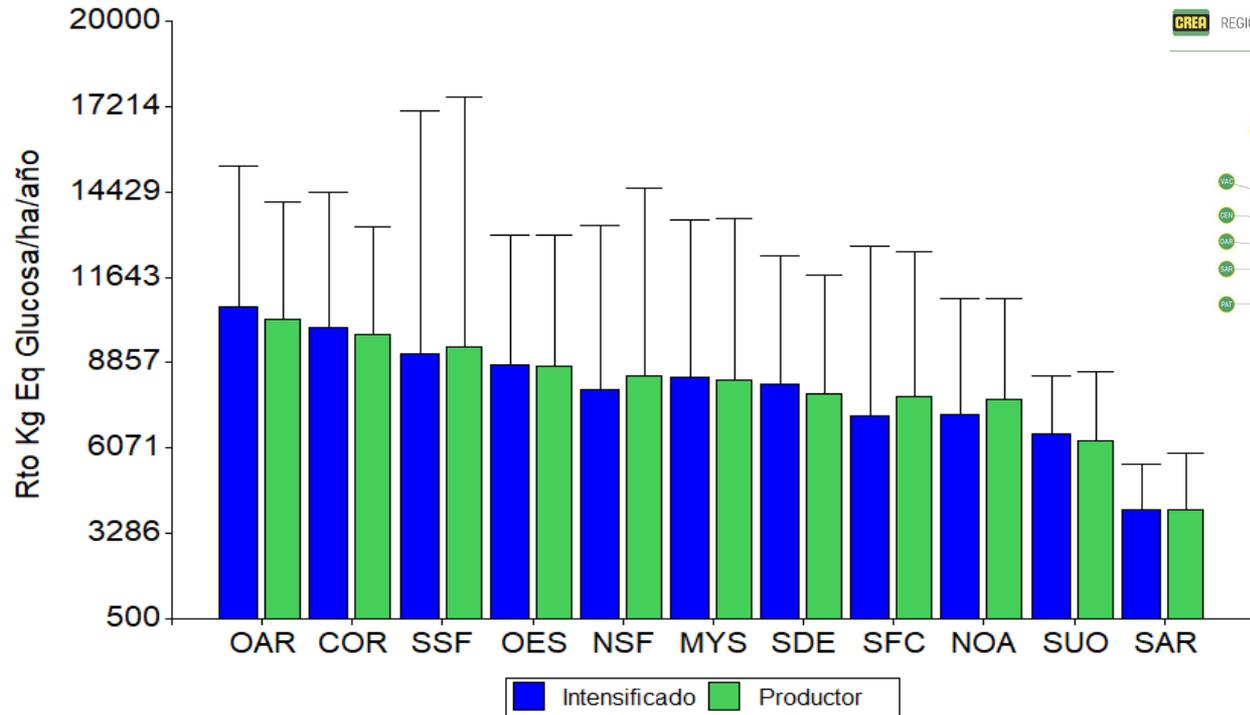


| Tratamiento   | n  | Media | D.E.  | Mín | Máx    | P(25) | P(75)  |
|---------------|----|-------|-------|-----|--------|-------|--------|
| Intensificado | 42 | 8.191 | 4.336 | 0   | 18.348 | 4.530 | 12.386 |
| Productor     | 42 | 8.229 | 4.139 | 0   | 16.764 | 4.724 | 11.690 |

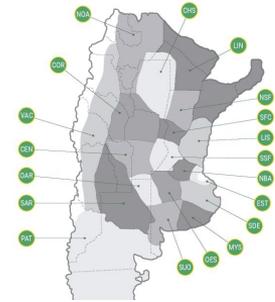
| Tratamiento   | Campaña | n  | Suma Rto kg Eq Glu/ha |
|---------------|---------|----|-----------------------|
| Intensificado | 2020-21 | 14 | 149.494               |
| Productor     | 2020-21 | 14 | 148.683               |
| Intensificado | 2021-22 | 14 | 108.162               |
| Productor     | 2021-22 | 14 | 109.234               |
| Intensificado | 2022-23 | 14 | 86.359                |
| Productor     | 2022-23 | 14 | 87.685                |

↓ Efecto Sequía

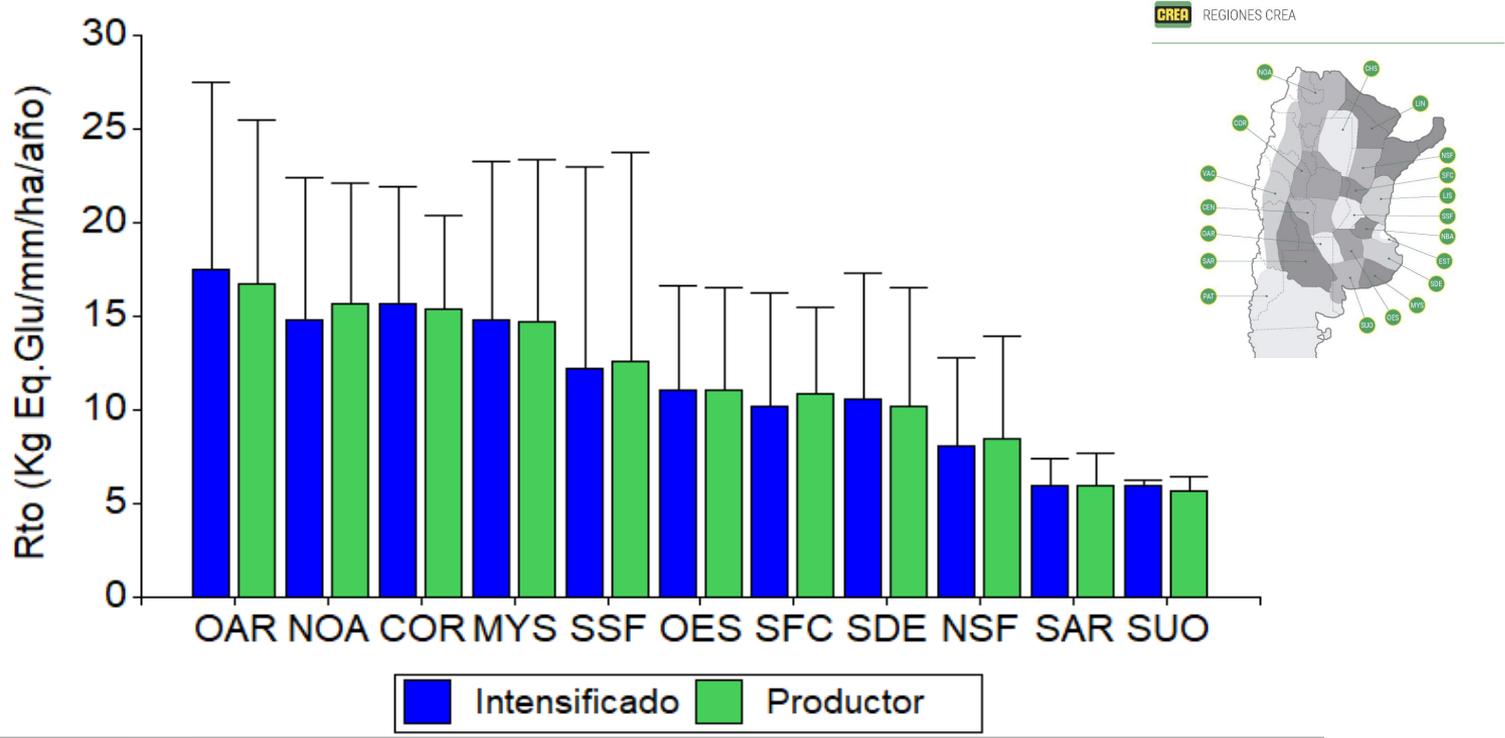
# ¿Qué pasó con los rendimientos? Por **Regiones CREA**



CREA REGIONES CREA

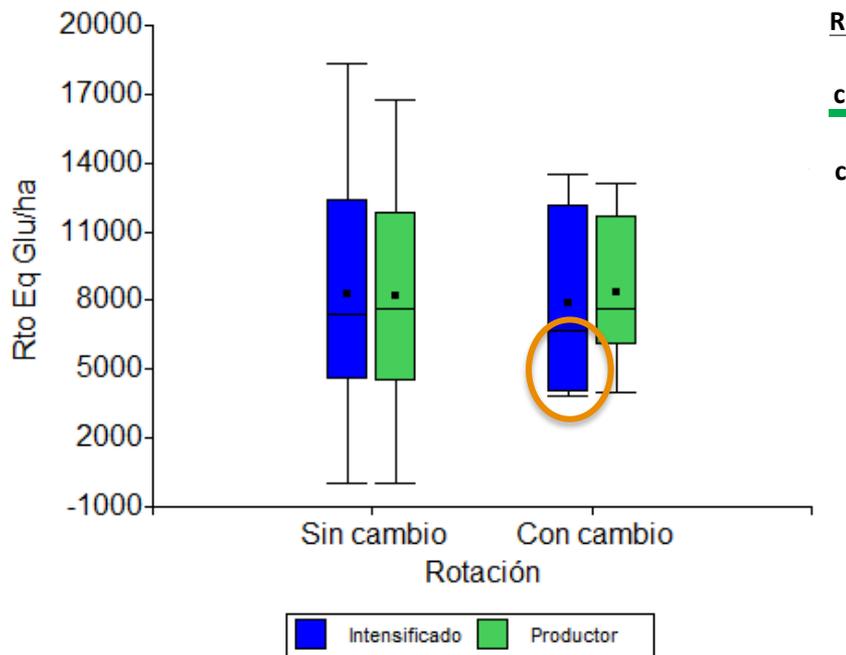


# ¿Qué tan eficientes son las Reg CREA en el uso del agua?

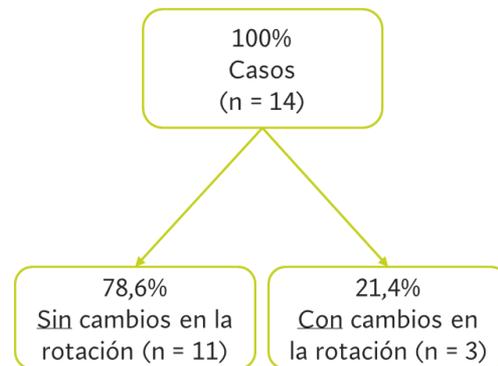


# ¿Cómo impactaron los cambios en las rotaciones?

Rendimiento (kg Glucosa/ha.año)

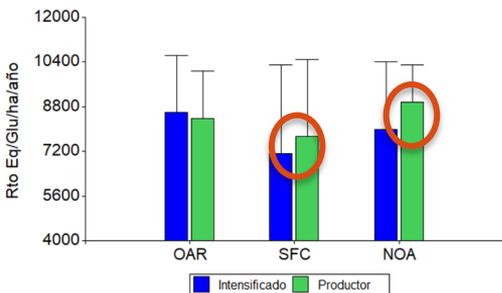


| Rotación   | Tratamiento   | n  | Media | D.E.  | Mín   | Máx    | P(25) | P(75)  |
|------------|---------------|----|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Con cambio | Intensificado | 9  | 7.901 | 3.942 | 3.807 | 13.501 | 4.026 | 12.170 |
|            | Productor     | 9  | 8.356 | 3.082 | 4.026 | 13.101 | 6.077 | 11.642 |
| Sin cambio | Intensificado | 33 | 8.270 | 4.492 | 0     | 18348  | 4.557 | 12.386 |
|            | Productor     | 33 | 8.194 | 4.424 | 0     | 16764  | 4.497 | 11.809 |



# Si hacemos foco en los **sitios** donde se realizaron cambios en la rotación:

Rto Eq. Glu/ha/año



| Región | Campaña | Dif. MB (USD/ha) |
|--------|---------|------------------|
| OAR    | 2020-21 | 5                |
|        | 2021-22 | -427             |
|        | 2022-23 | 18               |
| SFC    | 2020-21 | -76              |
|        | 2021-22 | -690             |
|        | 2022-23 | 0                |
|        | 2022-23 | 0                |
| NOA    | 2020-21 | -20              |
|        | 2021-22 | 53               |
|        | 2022-23 | -568             |

OAR - Rendimiento (kg Glucosa/ha)

| Campaña | Cultivo          | Productor | Intensificado |      |
|---------|------------------|-----------|---------------|------|
| 2020-21 | Maíz             | 11.690    | 12.663        |      |
|         | Barbecho         | -         | -             |      |
| 2021-22 | CS: multiespecie | -         | -             |      |
|         | Soja             | 7.479     | 6.696         | -10% |
| 2022-23 | Trigo            | 0         | 0             |      |
|         | Soja             | 5.952     | 6.417         | 8%   |

SFC - Rendimiento (kg Glucosa/ha)

| Campaña | Cultivo          | Productor | Intensificado |      |
|---------|------------------|-----------|---------------|------|
| 2020-21 | Maíz             | 13.101    | 13.501        |      |
|         | Barbecho         | -         | -             |      |
| 2021-22 | CS: multiespecie | -         | -             |      |
|         | Soja             | 6.077     | 3.807         | -37% |
| 2022-23 | Trigo            | 4.026     | 4.026         |      |
|         | Soja             | 0         | 0             |      |

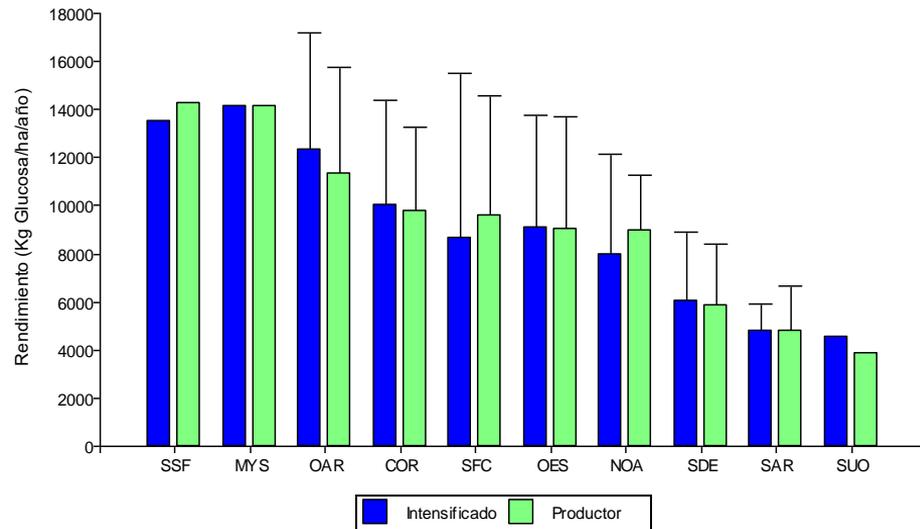
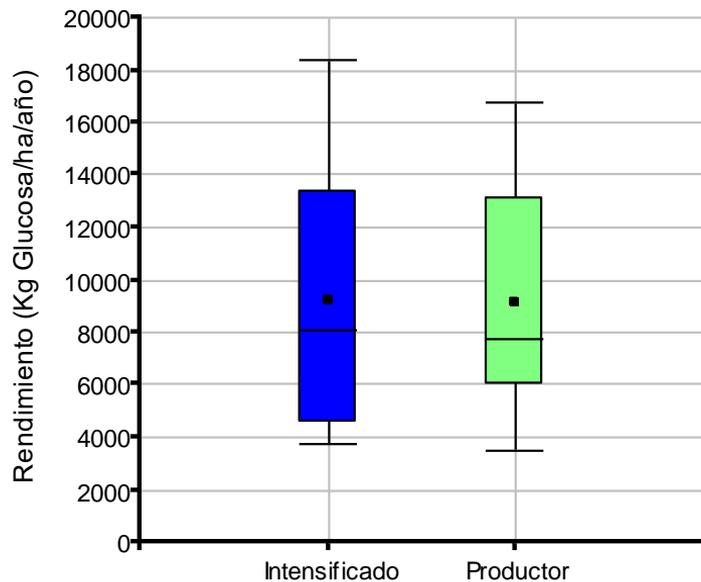
NOA - Rendimiento (kg Glucosa/ha)

| Campaña | Cultivo          | Productor | Intensificado |      |
|---------|------------------|-----------|---------------|------|
| 2020-21 | Maíz             | 11.642    | 12.170        |      |
| 2021-22 | Soja             | 7.626     | 7.998         |      |
|         | CS: multiespecie | -         | -             |      |
| 2022-23 | Trigo            | 1.408     | -             |      |
|         | Maíz             | 6.204     | 3.828         | -38% |

# ¿Cuál es el efecto de los cambios en la fertilización?

Sólo se tomaron los lotes que modificaron su planteo nutricional.

Rendimiento (Kg eq. Glucosa/ha/año)



## Análisis de la varianza

| Variable | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|----------|----|----------------|-------------------|-------|
| Rto Glu  | 48 | 0,39           | 0,00              | 46,43 |

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V.               | SC           | gl | CM          | F       | p-valor |
|--------------------|--------------|----|-------------|---------|---------|
| Modelo             | 328798151,03 | 19 | 17305165,84 | 0,96    | 0,5291  |
| REGIÓN             | 323972047,07 | 9  | 35996894,12 | 1,99    | 0,0787  |
| Tratamiento        | 24569,95     | 1  | 24569,95    | 1,4E-03 | 0,9708  |
| REGIÓN*Tratamiento | 4823494,98   | 9  | 535943,89   | 0,03    | >0,9999 |
| Error              | 505604395,33 | 28 | 18057299,83 |         |         |
| Total              | 834402546,36 | 47 |             |         |         |

# ¿Cuál es el efecto de los cambios en la fertilización?

Sólo se tomaron los lotes que modificaron su planteo nutricional.

Rendimiento (Kg eq. Glucosa/ha/año)

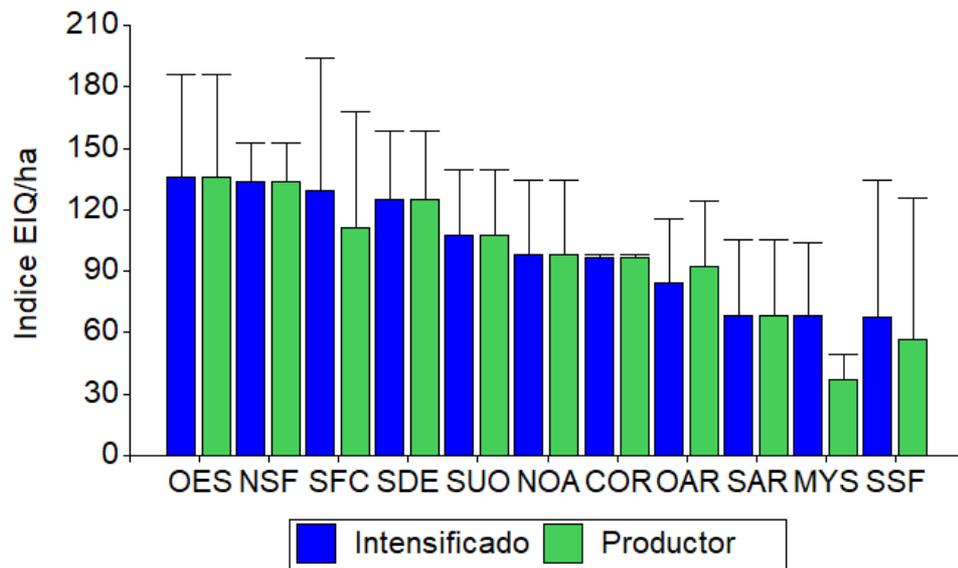
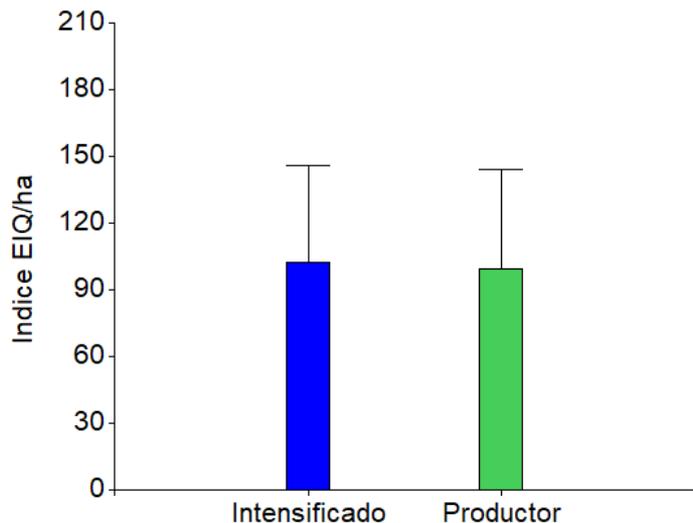
## Cultivo de Maíz - Rendimiento (Kg Eq Glucosa/ha)

| Campaña        | Caso   | Productor | Intensificado | Respuesta % |        |
|----------------|--------|-----------|---------------|-------------|--------|
| <b>2020-21</b> | COR    | 13.824    | 15.085        | 9%          | } +1%  |
|                | OAR LV | 11.690    | 12.663        | 8%          |        |
|                | NOA    | 11.642    | 12.170        | 5%          |        |
|                | SFC    | 13.101    | 13.501        | 3%          |        |
|                | OES B2 | 13.391    | 13.364        | 0%          |        |
|                | OES L4 | 13.406    | 13.320        | -1%         |        |
|                | SSF    | 14.256    | 13.492        | -5%         |        |
|                | SAR    | 6.101     | 5.564         | -9%         |        |
| <b>2021-22</b> | MYS    | 14.124    | 14.124        | 0%          | }      |
|                | OES B2 | 3.738     | 3.738         | 0%          |        |
| <b>2022-23</b> | OAR LM | 16.764    | 18.348        | 9%          | } -35% |
|                | COR    | 7.722     | 7.220         | -6%         |        |
|                | NOA    | 6.204     | 3.828         | -38%        |        |

# ¿Cómo impacta en el balance de nutrientes?

| Región                  | Balance de P      |               |            | Balance de S      |               |            | Balance de K       |                 |            |  |            |
|-------------------------|-------------------|---------------|------------|-------------------|---------------|------------|--------------------|-----------------|------------|--|------------|
|                         | Productor         | Intensificado | Diferencia | Productor         | Intensificado | Diferencia | Productor          | Intensificado   | Diferencia |  |            |
| <b>COR</b>              | -44               | -25           | <b>19</b>  | -6                | -7            | <b>-1</b>  | -146               | -149            | <b>-2</b>  |  |            |
| <b>MYS</b>              | -62               | -32           | <b>30</b>  | -23               | -24           | <b>-1</b>  | -106               | -109            | <b>-3</b>  |  |            |
| <b>NOA AV</b>           | -32               | -31           | <b>1</b>   | -38               | -21           | <b>17</b>  | -127               | -124            | <b>3</b>   |  |            |
| <b>NOA LG</b>           | -38               | -31           | <b>7</b>   | -39               | -31           | <b>8</b>   | -138               | -132            | <b>5</b>   |  |            |
| <b>NSF</b>              | -74               | -60           | <b>14</b>  | -39               | -37           | <b>2</b>   | -112               | -108            | <b>4</b>   |  |            |
| <b>OAR LM</b>           | -40               | 9             | <b>49</b>  | -17               | -19           | <b>-2</b>  | -210               | -212            | <b>-2</b>  |  |            |
| <b>OAR LV</b>           | -21               | -31           | <b>-11</b> | -41               | -37           | <b>5</b>   | -176               | -173            | <b>3</b>   |  |            |
| <b>OES B2</b>           | -18               | -23           | <b>-5</b>  | 15                | 16            | <b>1</b>   | -129               | -129            | <b>-1</b>  |  |            |
| <b>OES L4</b>           | -46               | -50           | <b>-4</b>  | 8                 | 11            | <b>3</b>   | -106               | -107            | <b>0</b>   |  |            |
| <b>SAR</b>              | -2                | 4             | <b>6</b>   | -14               | -14           | <b>0</b>   | -34                | -33             | <b>0</b>   |  |            |
| <b>SDE</b>              | -2                | 9             | <b>10</b>  | -4                | -4            | <b>1</b>   | -132               | -138            | <b>-6</b>  |  |            |
| <b>SFC</b>              | -29               | 3             | <b>32</b>  | -18               | -12           | <b>5</b>   | -113               | -91             | <b>23</b>  |  |            |
| <b>SSF</b>              | -5                | -4            | <b>2</b>   | -19               | -4            | <b>15</b>  | -130               | -128            | <b>2</b>   |  |            |
| <b>SUO</b>              | -14               | -16           | <b>-2</b>  | -29               | -31           | <b>-2</b>  | -92                | -99             | <b>-7</b>  |  |            |
| <b>% Mejora</b>         |                   |               | <b>71%</b> | <b>% Mejora</b>   |               |            | <b>64%</b>         | <b>% Mejora</b> |            |  | <b>43%</b> |
| <b>Pérdida anual/ha</b> | <b>-8 kg P/ha</b> |               |            | <b>-6 kg S/ha</b> |               |            | <b>-41 kg K/ha</b> |                 |            |  |            |

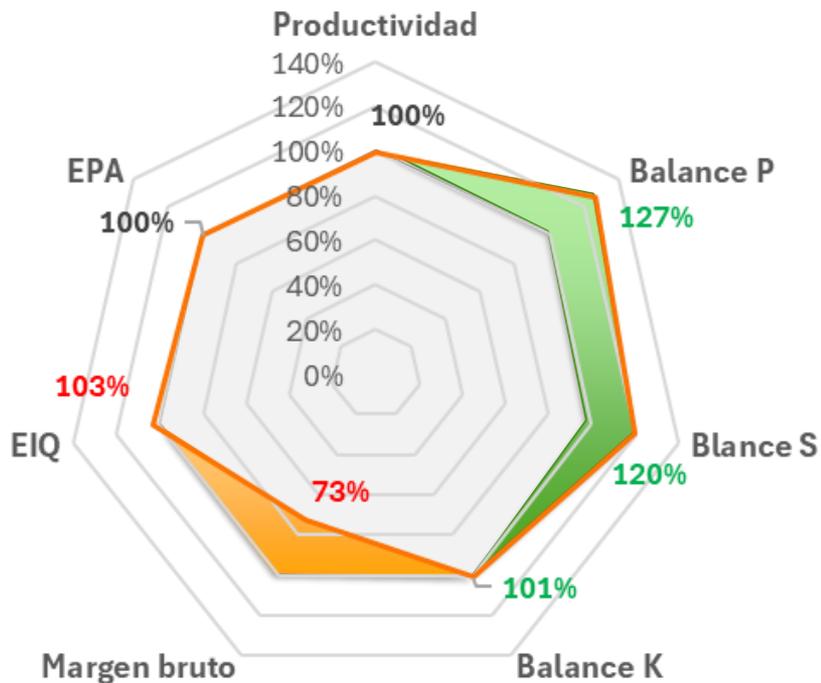
# ¿Cuál es el efecto de la intensificación sobre el ambiente?



| Tratamiento   | n    | Media | D.E. | Mín | Máx   | P(25) | P(75) |
|---------------|------|-------|------|-----|-------|-------|-------|
| Intensificado | 42,0 | 102,4 | 44   | 0   | 213,8 | 71,5  | 132   |
| Productor     | 42,0 | 99,2  | 45   | 0   | 213,8 | 61,9  | 125   |

# ¿Qué vemos si miramos todos los indicadores al mismo

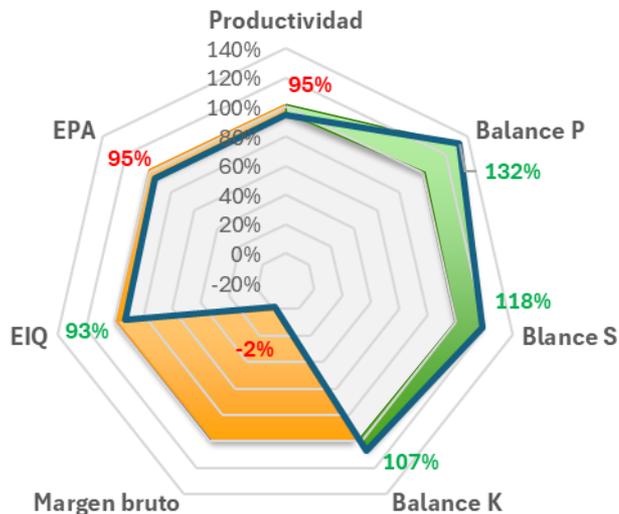
tiempo? Tratamiento Productor (100%) Vs. Tratamiento Intensificado (Línea naranja)



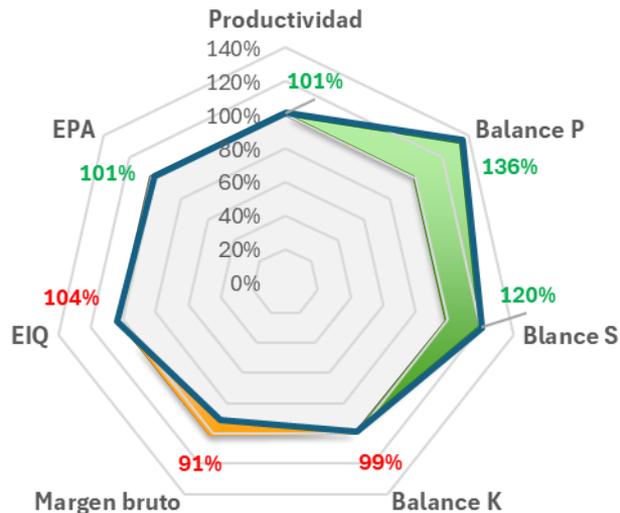
# ¿Qué vemos si miramos todos los indicadores al mismo tiempo?

Tratamiento Productor (100%) Vs. Tratamiento Intensificado (Línea naranja)

Sitios: con cambios en la rotación



Sitios: sin cambios en la rotación



¿Cómo seguimos?

**Sistemas productivos sostenibles II**

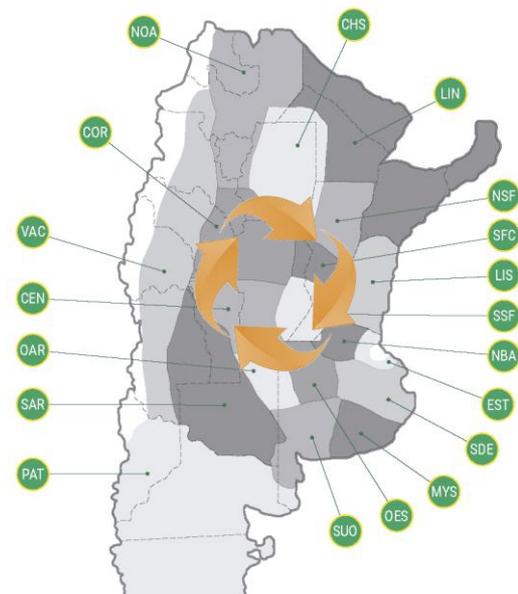
# Sistemas Productivos Sostenibles – Proyecto Nacional



REGIONES CREA

En la actualidad, la mayoría de las regiones CREA se encuentran abordando la problemática de sus sistemas productivos desde una perspectiva orientada a la sostenibilidad de los mismos.

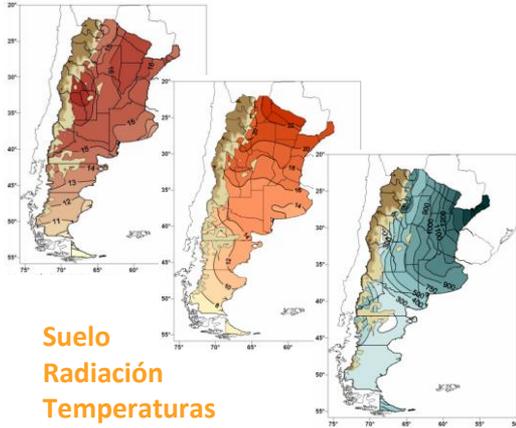
Dada la **complejidad** y la necesidad de **re-pensar total o parcialmente el diseño y las prácticas de manejo** de estos sistemas, surge la oportunidad de desarrollar un proyecto a nivel nacional que contribuya a ordenar y construir una visión integral sobre el tema.



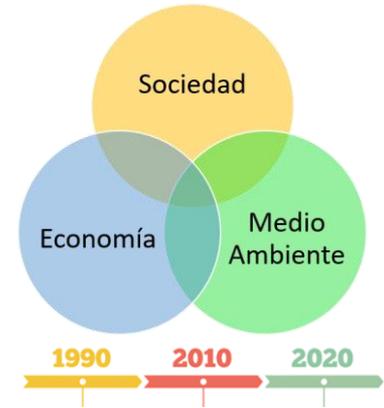
# ¿Para qué pondríamos en marcha este proyecto?

## Objetivos: el “¿Qué?”

El valor del proyecto es **reconocer la probable trayectoria insostenible de algunos sistemas y proveer herramientas para reencauzar sistemas o repararlos**. El beneficio es constituirse en un tomador de decisión capaz de anticipar un problema fuera de la coyuntura.



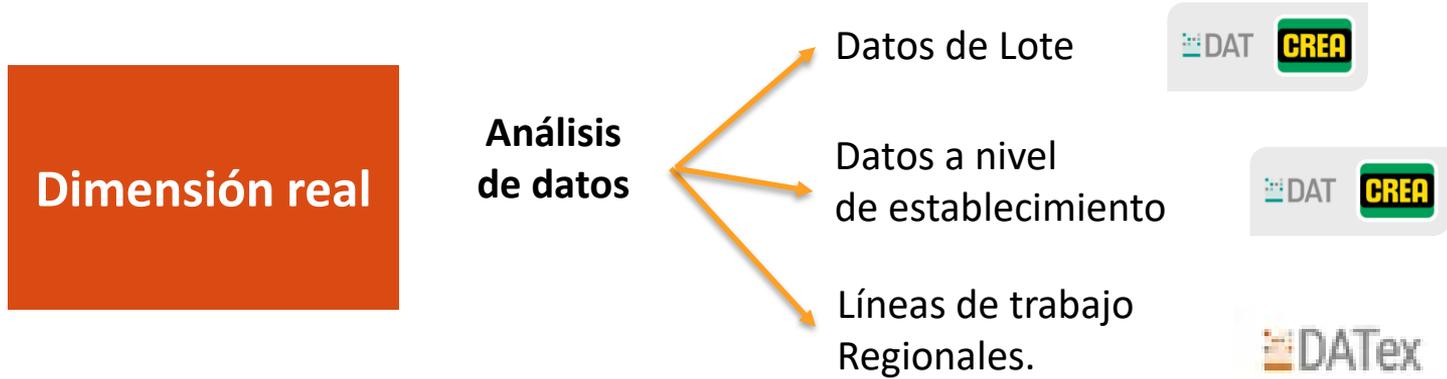
- Suelo
- Radiación
- Temperaturas
- Precipitaciones
- Etc...



● Que miembros y asesores CREA, y el sector agro argentino en general, **comprenda el impacto que tienen las prácticas de manejo**, que realizan en sus empresas, sobre la sostenibilidad de sus sistemas productivos, en el **largo plazo**.

● El proyecto reconoce que **los impactos varían tanto con la naturaleza de la práctica como con las características agroecológicas del ambiente** dónde ellas se aplican. Por ello resulta necesario comprender esas interacciones **manejo x ambiente** en un amplio número de regiones del movimiento CREA.

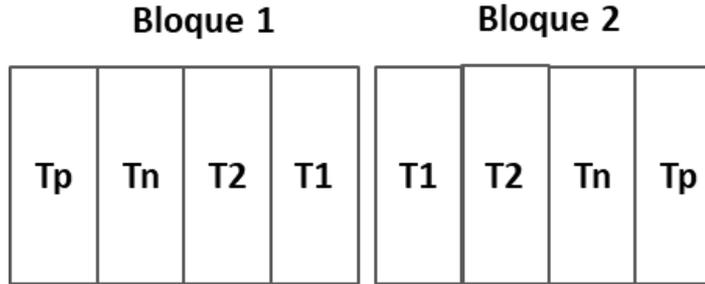
# ¿Cómo lo vamos a hacer? Abordaje



+ Vínculo con la ciencia -> Becario co-coordinado por un equipo de investigadores referentes e I+D CREA.

# ¿Cómo lo vamos a hacer? Abordaje

Dimensión  
Experimental



**Red de ensayos de largo plazo:** única, sin precedentes.

- Entre 8 y 10 sitios de ensayos de larga duración, **validados y co-construido** (interés + foco) con las **Regiones CREA** y sus **referentes técnicos** (CREA y Extra CREA).
- Con repeticiones y tratamientos en bloque en espejo.
- Los **tratamientos serán contrastantes y fijos en el tiempo**.
- **Realizables y escalables** en cuanto a complejidad (cantidad y combinación de tratamientos).
- **Miembros CREA aliados**, dónde llevarlos adelante.