



**10 Y 11 DE MAYO 2023**  
METROPOLITANO, ROSARIO, ARGENTINA

# Cosecha de Datos y Manejo de Nutrientes en la Agricultura Digital

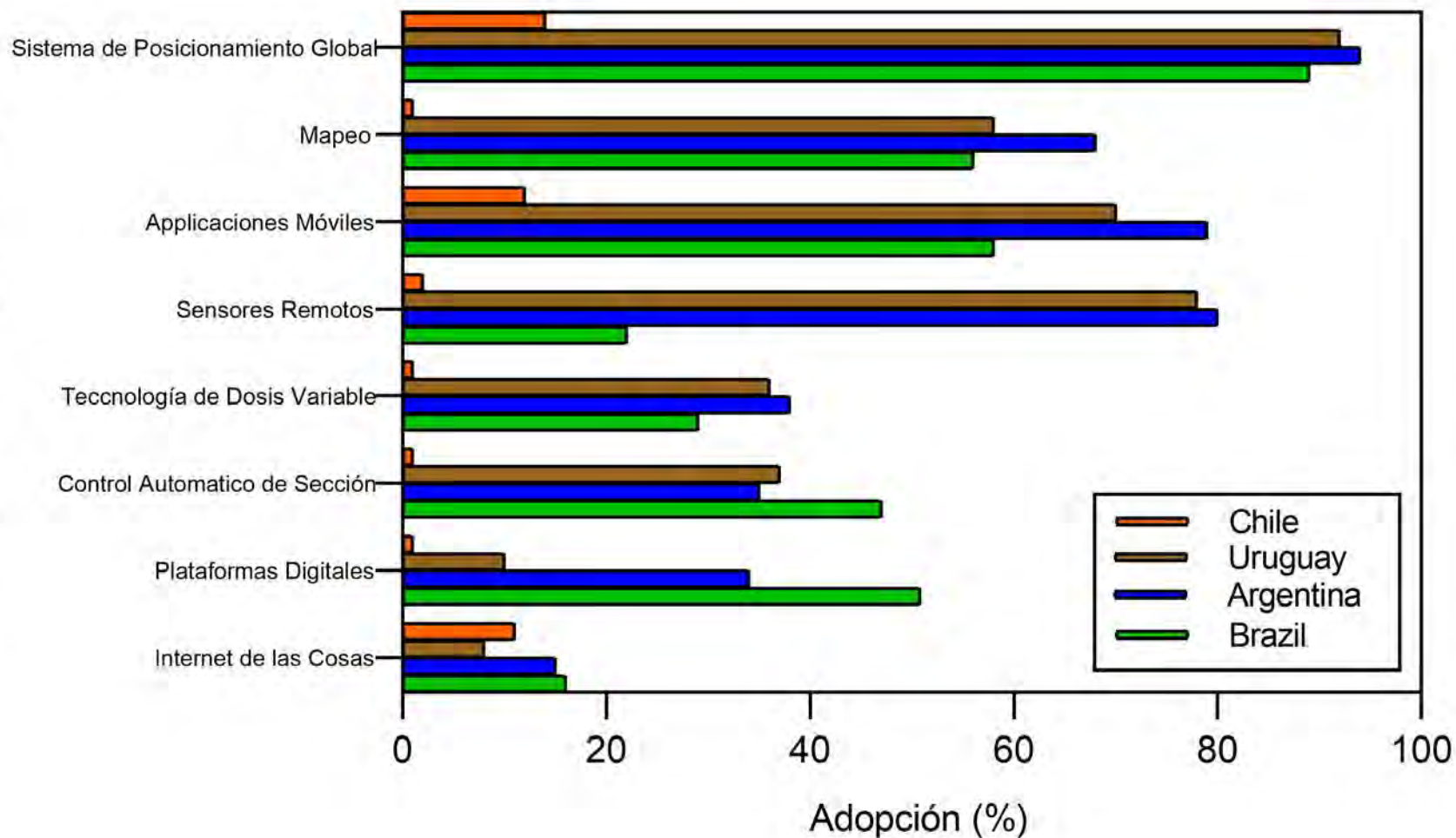
Laila A. Puntel, PhD  
University of Nebraska, Lincoln, USA





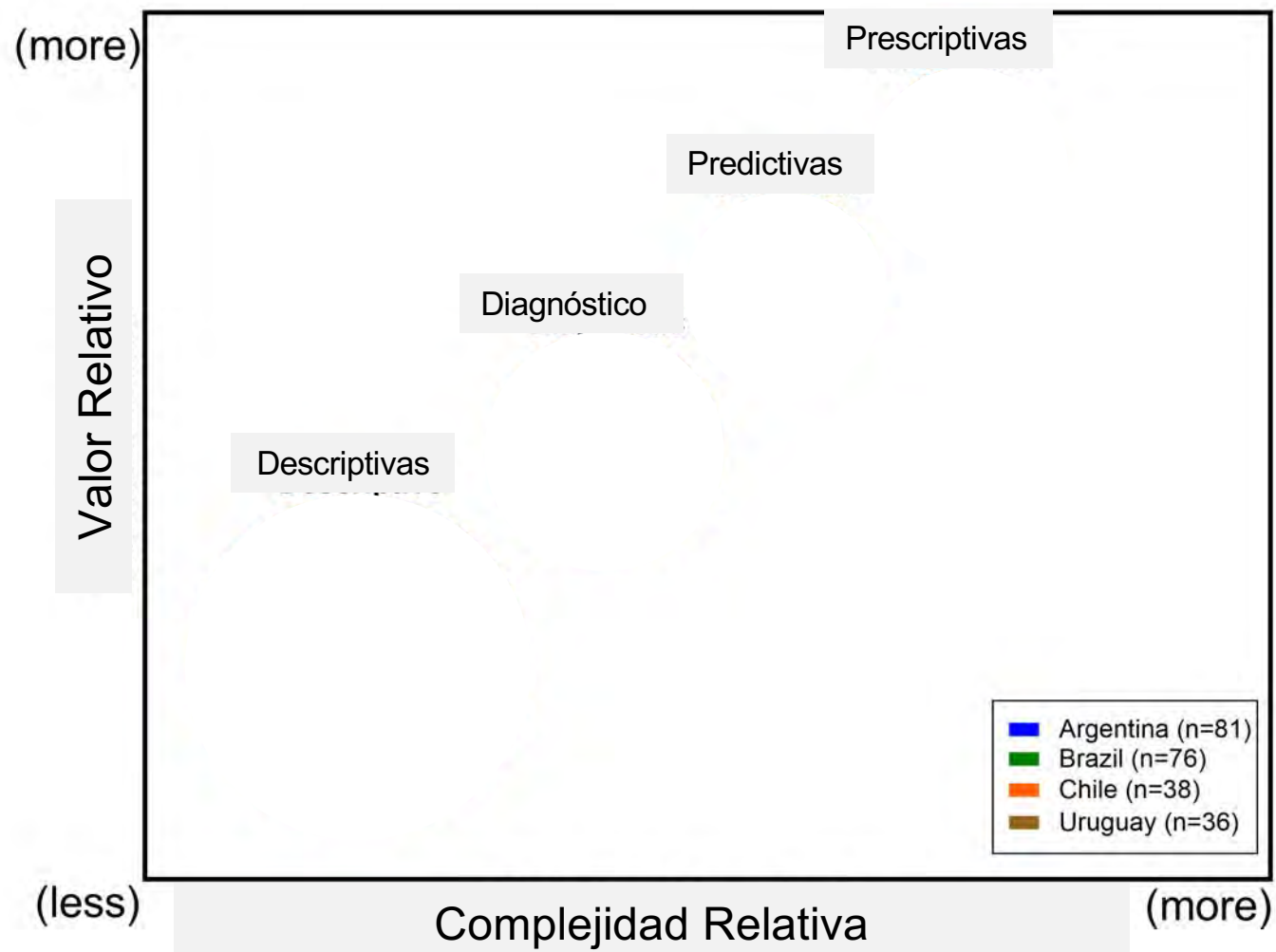
Definición del término **Agricultura Digital** de 34 casos de estudio en Brasil, Argentina, Uruguay, y Chile. (Adaptado Puntel et al., 2022).

Tecnologías de la Agricultura Digital



Adaptado Puntel et al., 2022

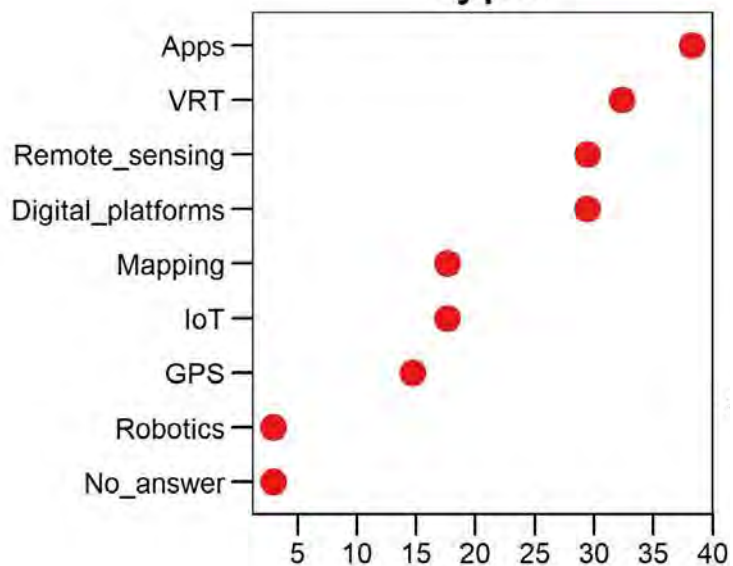
## Aplicaciones móviles



Adaptado Puntel et al., 2022

# Casos de estudio

Type



■ Apps

■ Aplicación variable

■ Sensores remotos (imágenes)

■ S/R

■ Rinde

■ Eficiencia

Cases (%)

■ Costo

■ Conocimiento/generación

■ Entrenamiento

- **El nivel de adopción** de herramientas digitales lo lidera **Brasil y Argentina**, seguido por Uruguay y en menor medida Chile.
- **GPS/Piloto, herramientas de mapeo, apps e imágenes** fueron las tecnologías de **AD** más adoptadas.
- **Costo, entrenamiento, número limitado de proveedores de AD, y cuantificación de beneficios** fueron los factores más reportados para la adopción.

**Qué datos necesitamos?**



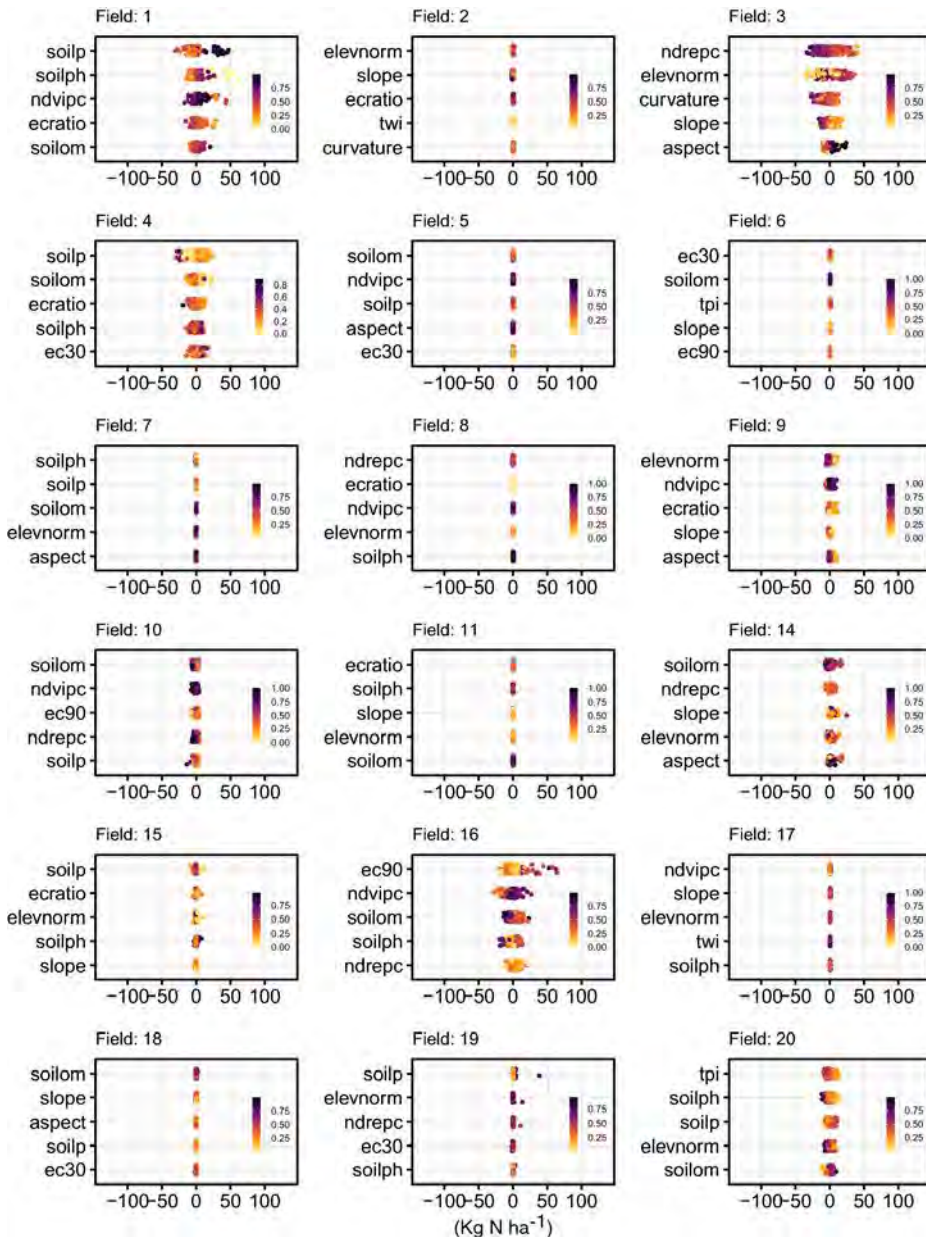
# Qué datos necesitamos?

- Caracterizar la variabilidad espacial y temporal
- Mejorar la selección y utilización de la tecnología

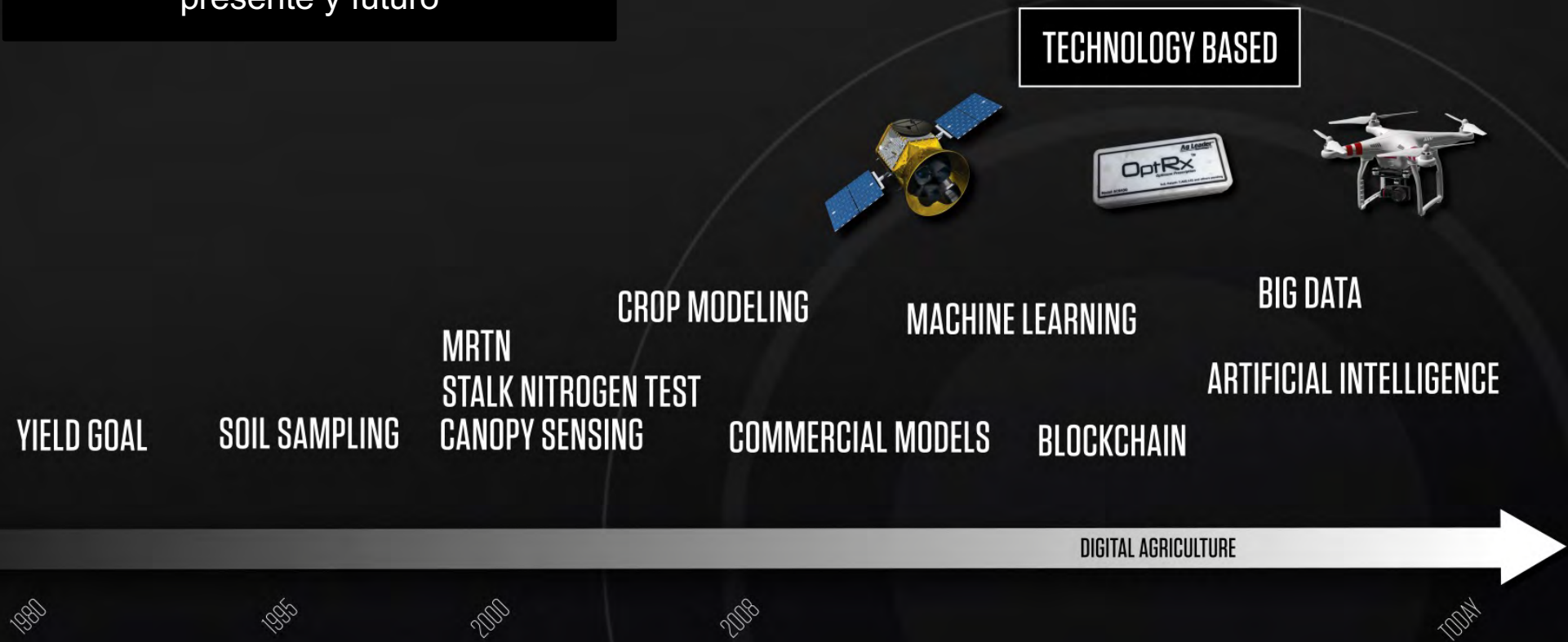


# Qué datos necesitamos?

- Trigo en NO de Bs As
- P, MO, EC90, elevación
- Las variables más importantes para predicción de la DOE variaron por lote y según el modelo utilizado.

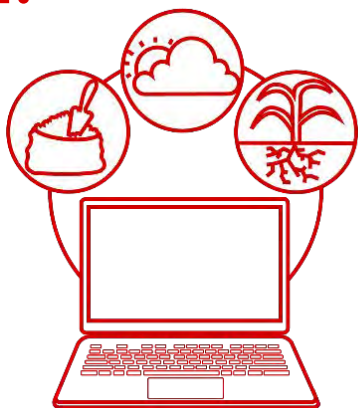


Recomendaciones de N: pasado,  
presente y futuro



## Tipos de tecnologías: el caso de N

El productor puede seleccionar el “siguiente-nivel” de tecnología en N:



### MODELOS

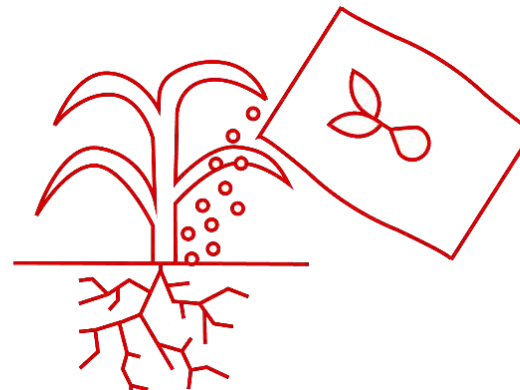
Adapt-N by Yara North America, Inc.

Granular by Corteva (2021-2022)



### SENSORES REMOTOS

Trimble GreenSeeker®,  
AgLeader OptRx®, Ninja Ag,  
VariMax, Planet Labs,  
Drones



### INHIBIDORES

Corteva™ N-Serve®,  
Koch™ Centuro™,  
MicroSource DCD™



### BIOLÓGICOS

SOURCE® by Sound Agriculture Company,  
Pivot Bio Proven® 40 by Pivot Bio

**La asistencia técnica y financiera está disponible para el productor a través del proyecto.**

# Experimentación a campo con la tecnología del productor

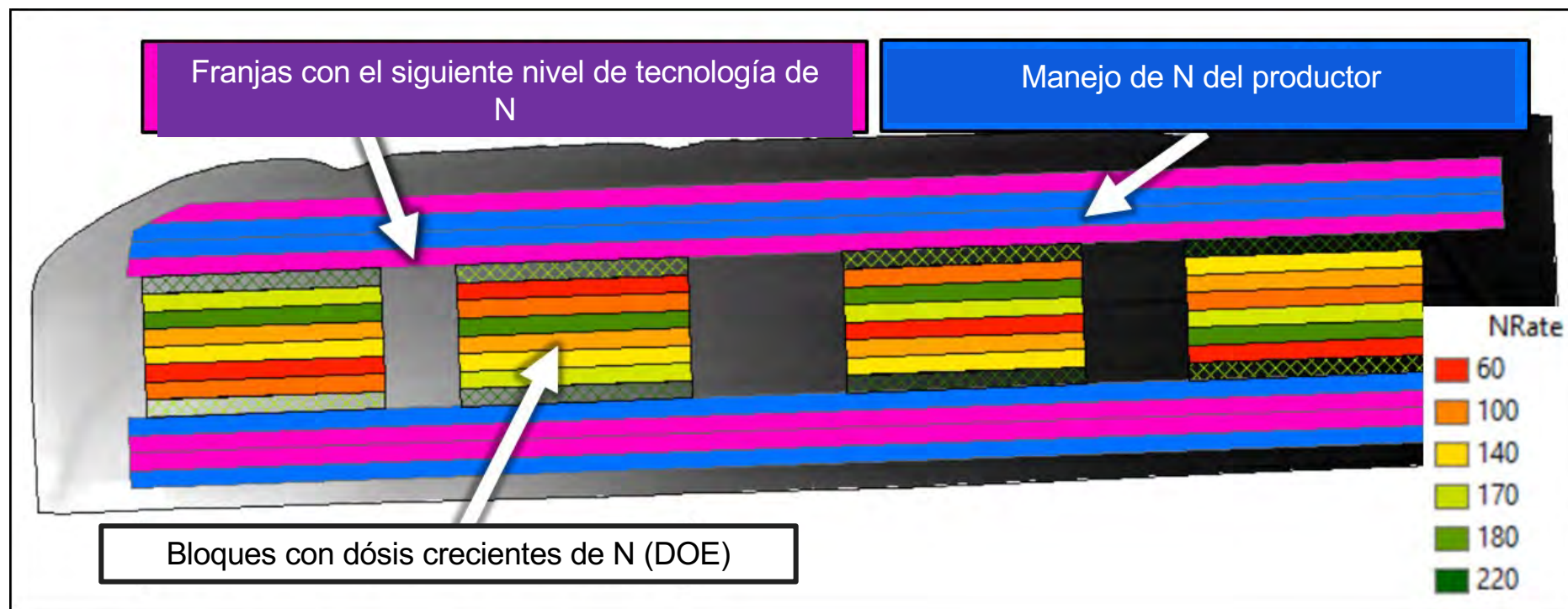
**Establecer ensayos de N automáticamente con tecnología de aplicación variable**



**Obtener datos de rinde con monitor para cada tratamiento de N**



# Ensayos en campo de productores



- Performance de la tecnología comparada al productor
- Óptimo económico sitio-específico

**A** Mapas de rendimientos, muestreo de suelo, manejo, y datos meteorológicos: Rx de N.



**B** Experimento para evaluar la tecnología y la DOE por zona de manejo.



**C** Aplicación variable de N



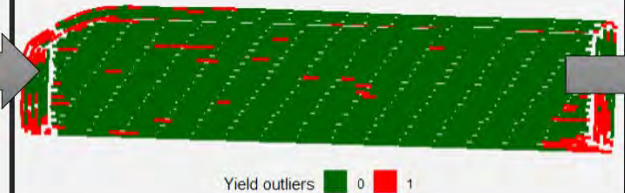
**D** Monitoreo de nitratos en el suelo, N en planta, e imágenes.



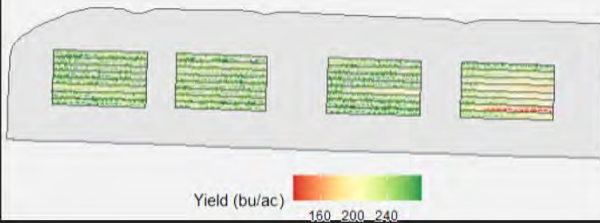
**E** Mapas de rendimientos



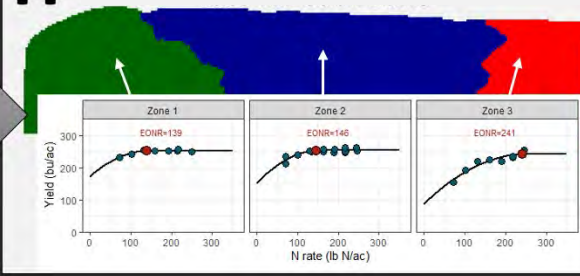
**F** Procesamiento + limpieza de datos



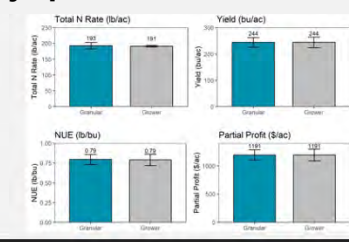
**G** Promedios de rinde por tratamiento y tecnología.



**H** DOE X zona de manejo



**I** Comparación: tecnología de N vs manejo productor vs DOE



# Modelos de simulación de cultivos

### FIELD RECOMMENDATION

YYYY-MM-DD

This recommendation is more than one day old. Get the latest automatic daily recommendation, or click the "Go" button above to initiate a new recommendation for this field. A notification will be displayed in the left navigation bar once complete.

Recommendation for 06/10/2020  
**70 / 111 / 160 / 15,095**  
lbs N/acre (min/avg/max/total)

### Edit recommendation settings

Fertilizer: Urea      Fertilizer price: 500 SAUD/T

Crop price: 250 SAUD/T      Amount of fertilizer available (optional): 1.23 T

SEASON OUTLOOK: DRY — NEUTRAL — WET

ATTITUDE TOWARDS RISK: Low risk — High risk

### FIELD NITROGEN LEVELS

Updated 6/6/17, 8:37 AM

**157 acres**

- 80 ac.
- 45 ac.
- 32 ac.

**84 lbs/acre**  
Estimated VT/R1 Soil Nitrogen

### ZONE RECOMMENDATION STATISTICS

	min	avg	max
N Mineralization	9	24	38
Total N Loss	3	5	7
N Uptake	2	4	5
Virtual PSNT	16	22	28
Soil Water Available %	33	34	34
Rainfall Since Planting	-	2.3"	-

### Recommendation in lbs N

- 0 (0.00 acres)
- 1 - 28 (0.00 acres)
- 29 - 56 (0.00 acres)
- 57 - 84 (6.92 acres)
- 85 - 112 (60.92 acres)
- 113 - 140 (60.63 acres)
- 141 - 168 (7.10 acres)
- 169 - 200 (0.00 acres)

## Modelos de simulación de cultivos



### Puntos

Fácil, dosis fija o variable por zona manual

### Polígonos

Zonas pre-definidas por el usuario

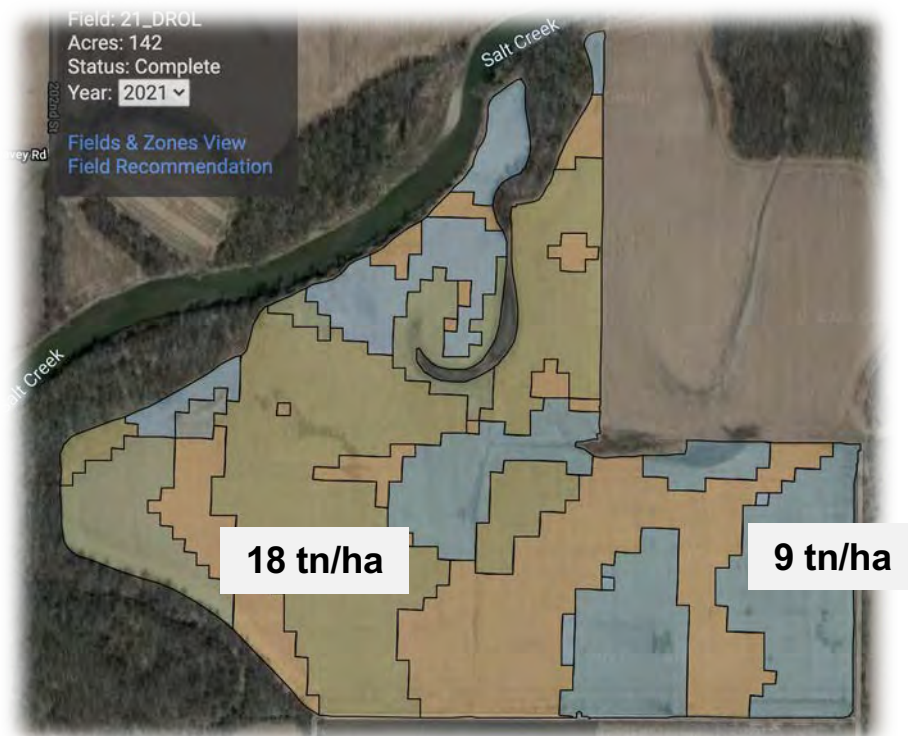
### Grilla

Rx en grilla de 18 x 18.

Mayor uso de datos

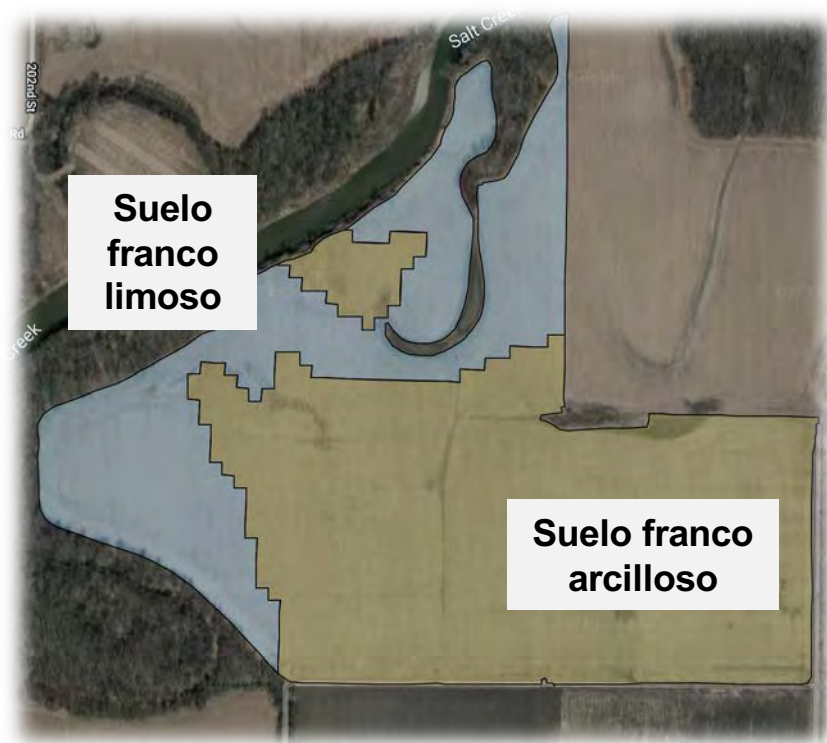


## Modelos de simulación de cultivos



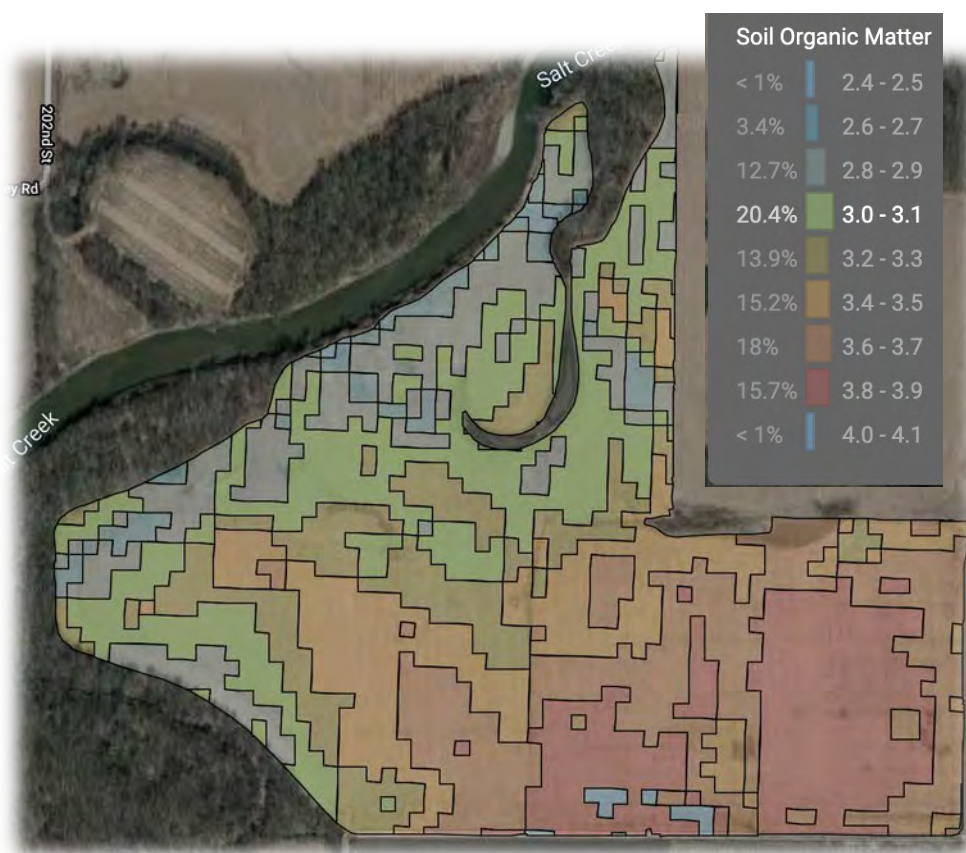
- Zonas de manejo (ZM) con rendimientos objetivos
- ZM: rendimientos de maíz, ECa, NDVI/NDRE
- Verificar rendimientos al momento de aplicar N

## Modelos de simulación de cultivos



- Textura:
- Carta de suelo, ECa, otros.
- Sincronización automática con datos públicos.

## Modelos de simulación de cultivos



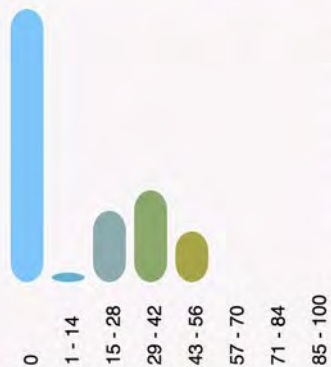
- Materia orgánica: muestreo en grilla, sensores en la siembra o mapeo con rastra Veris.
- Interpolación automática.
- Otras variables: pronóstico, manejo, híbrido, enmiendas.

# Modelos de simulación de cultivos



Google

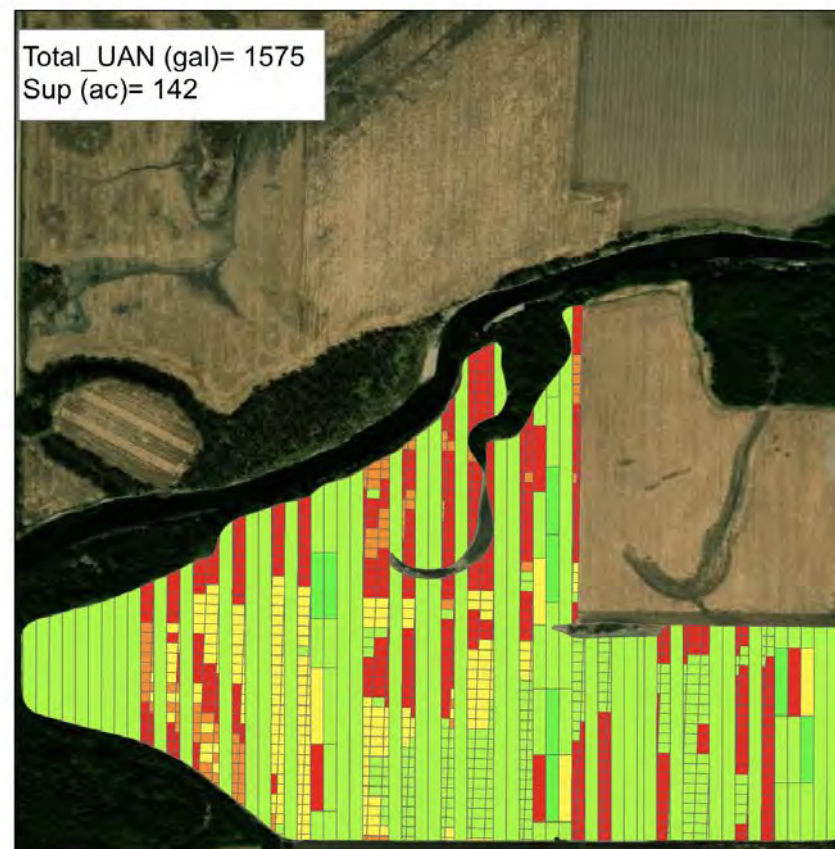
Keyboard shortcuts | Map Data | Terms of Use | Report



Recommendation in lbs N/acre

- 0 (77.44 acres)
- 1 - 14 (3.07 acres)
- 15 - 28 (20.66 acres)
- 29 - 42 (26.29 acres)
- 43 - 56 (14.69 acres)
- 57 - 70 (0.25 acres)
- 71 - 84 (0.00 acres)
- 85 - 100 (0.00 acres)

Precision Ag N Trial | Corn N sidedress 32% | DROL 6/30/21





**GROWER**

## NITROGEN APPLICATION

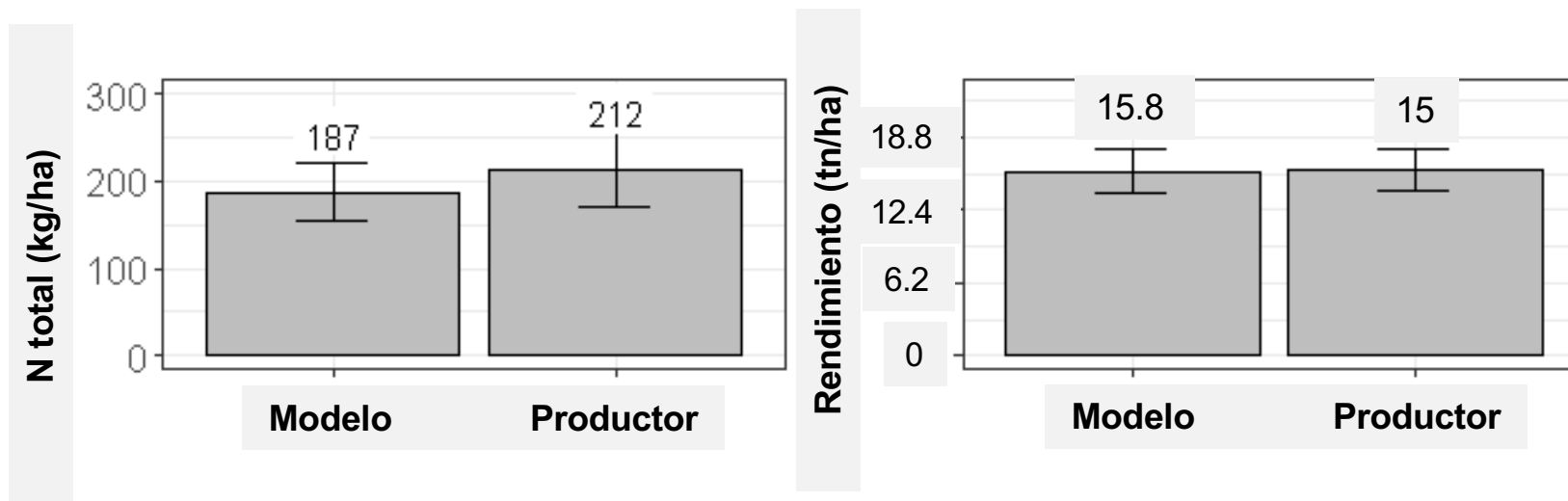
LBS/ACRE

## YIELD

BUSHEL/ACR

# Resumen

- Promedio de 12 sitios en Nebraska



**EUN:10%**

# Uso de imágenes y algoritmos locales



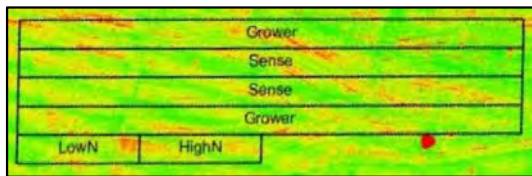
NDVI (Drone o Satellite)



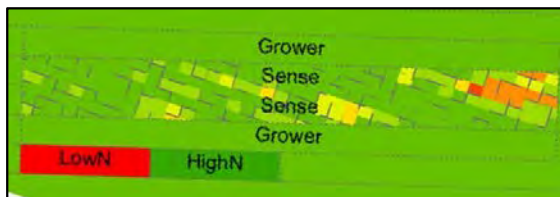
planet.



Calibración a campo



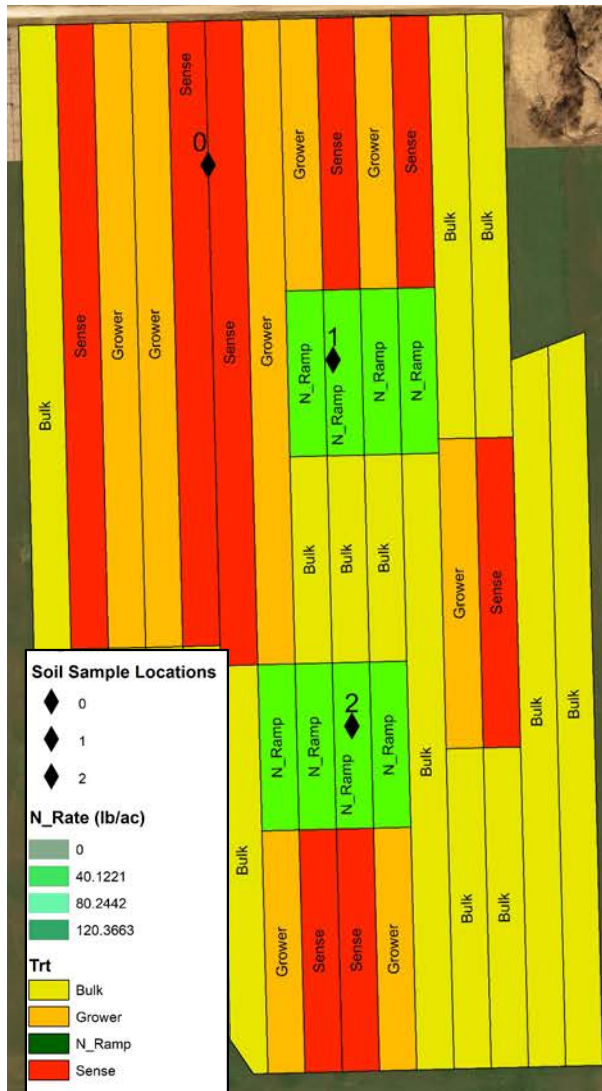
Proceso de datos en Ninja Ag



Generación de Rx



# Ejemplo trigo de invierno 2022



Tratamiento	N Pre-siembra	N side-dress (kg/ha)	Momento	N total (kg/ha)
Productor	25	90	Macollaje	115
Sensores	25	67 ◆	Primer nudo	92

◆ Promedios aplicación variable





**Legend**  
 22\_MMUR\_W\_SN\_TR  
 MMUR\_NDVI\_05222022.tif  
**Value**  
 High : 0.924663  
 Low : 0.126366

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) de Planet SkySat satellite (50 cm resolución)



**Legend**  
 Sensor - based Rx Applied  
 Total\_N (lb/ac)  
 0.00 - 31.95  
 31.95 - 49.70  
 49.70 - 60.350  
 60.35 - 63.90  
 63.90 - 71.00

Recomendación variable de N NinjaAg

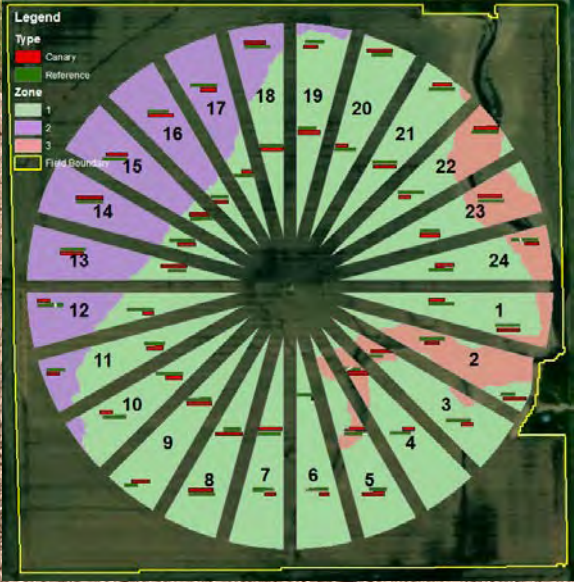
# Fertirrigation a base de imágenes



# Método para la fertirrigación

# Fertirrigation a base de imágenes





NITROGEN APPLICATION

LBS/ACRE

YIELD

LBS/ACRE

PARTIAL PROFIT

\$/ACRE

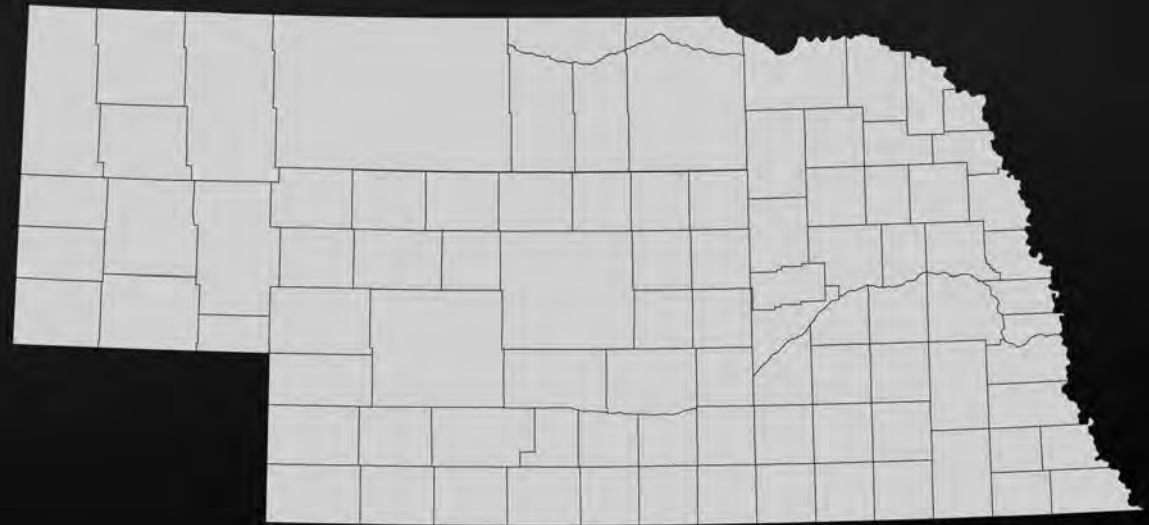
“Gracias a este trabajo comprobamos que con el uso de los sensores podemos reducir la dosis de nitrógeno”



**NITROGEN EFFICIENCY**  
LBS/ACRE

**PROFITABILITY**  
\$/ACRE

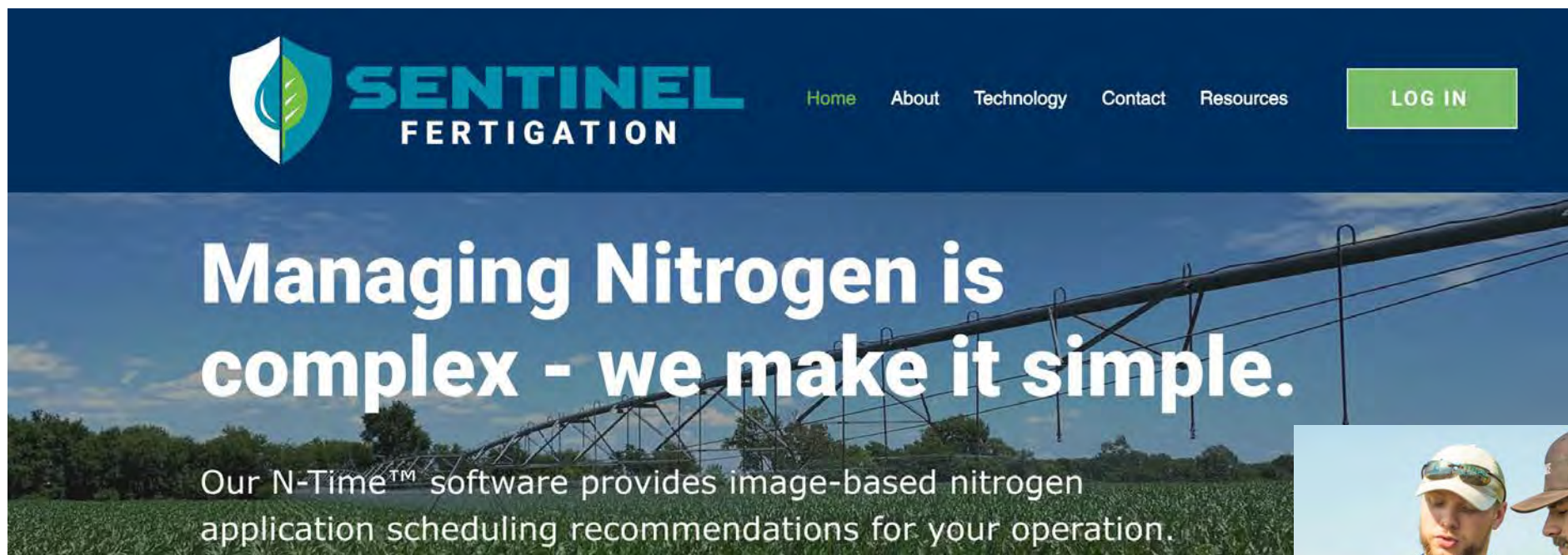
**FERTIGATION SITES**



**La colaboración con los  
productores está generando  
NUEVA TECNOLOGÍA**



# De la investigación a la comercialización de AD



The image shows a screenshot of the Sentinel Fertigation website. The header is dark blue with the Sentinel Fertigation logo on the left, which consists of a shield with a leaf and a water drop. To the right of the logo are navigation links: Home, About, Technology, Contact, and Resources. A green button labeled "LOG IN" is positioned on the far right of the header. The main content area features a large white headline: "Managing Nitrogen is complex - we make it simple." Below this headline, a smaller white text block reads: "Our N-Time™ software provides image-based nitrogen application scheduling recommendations for your operation." The background of the website is a photograph of an irrigation system in a field under a blue sky.





# DATA REFINING PROJECTIONS



■ YIELD

■ NITROGEN USE

■ WATER USE

MAR

APR

MAY

JUNE



## Consideraciones finales

- La experimentación a campo permite eliminar algunas de las limitates en la adopción de AD para el manejo de nutrientes.
- Los experimentos a campo permiten generar nueva tecnología o mejorar la existente.
- La herramienta de AD se debe adaptar a la logística del productor para ser implementada con ÉXITO.
- Los modelos de cultivo y los sensores remotos mostraron en la mayoría de los casos una mejora en la eficiencia de uso de N.

## Consideraciones finales

- Debemos conocer la sensibilidad de la herramientas a las variables de entrada y el riesgo que uno toma si no las tenemos (o si son de baja calidad).
- Si bien, cada vez hay más productores que cuentan con la información necesaria para utilizar herramientas digitales para el diagnóstico de nutrientes. **La fusión entre modelos, sensors, ML/AI** va permitir reemplazar alguna de las variables de entrada cuando no estén disponibles.



# MUCHAS GRACIAS!



Simposio  
**Fertilidad 2023**  
AL GRAN SUELO ARGENTINO ¡SALUD!

  
**FERTILIZAR**  
ASOCIACION CIVIL

**Laila Puntel**

lpuntel2@unl.edu

Tweet: @PuntelLab





Simposio  
**Fertilidad 2023**  
*AL GRAN SUELO ARGENTINO ¡SALUD!*

[www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)

**10 Y 11 DE MAYO 2023**  
METROPOLITANO, ROSARIO, ARGENTINA



**FERTILIZAR**  
ASOCIACION CIVIL