

Tecnologías para el monitoreo de pasturas

Congreso XXVI “Rentabilidad y Tecnología, El Reto del Sector Lácteo”

Asociación de Productores de Ganado Lechero de Panamá
APROGALPA

Dr. Juan Ramón Insua

insua.juan@inta.gob.ar



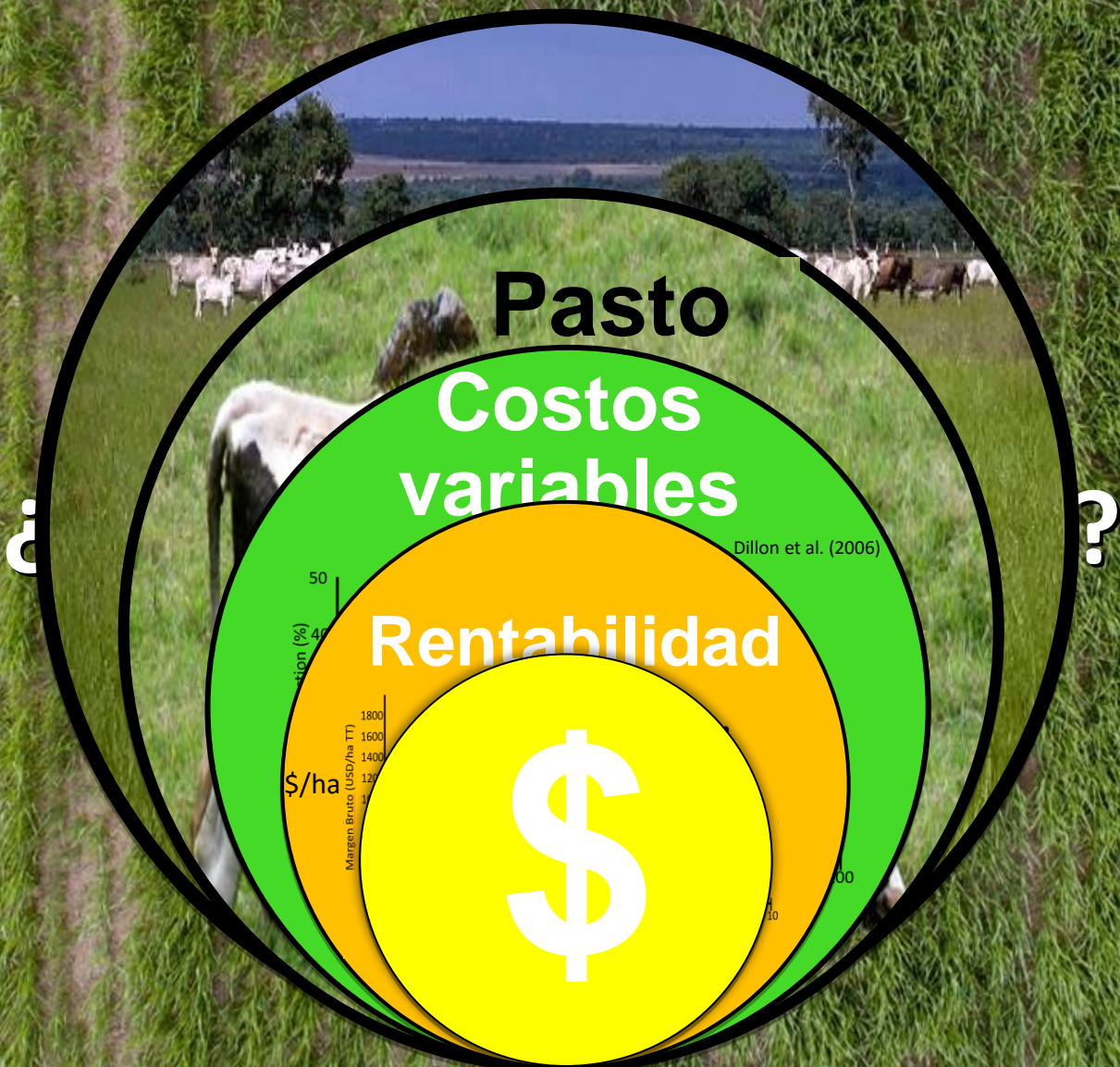
Facultad de Ciencias Agrarias – Balcarce
Universidad Nacional de Mar del Plata



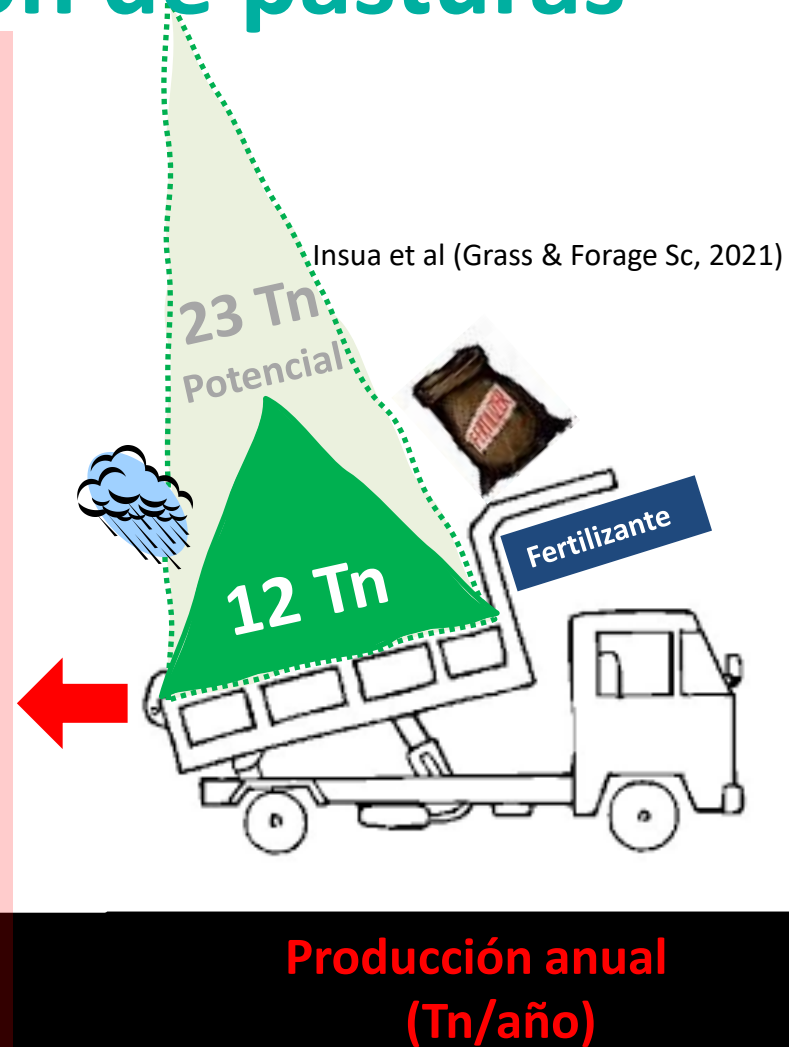
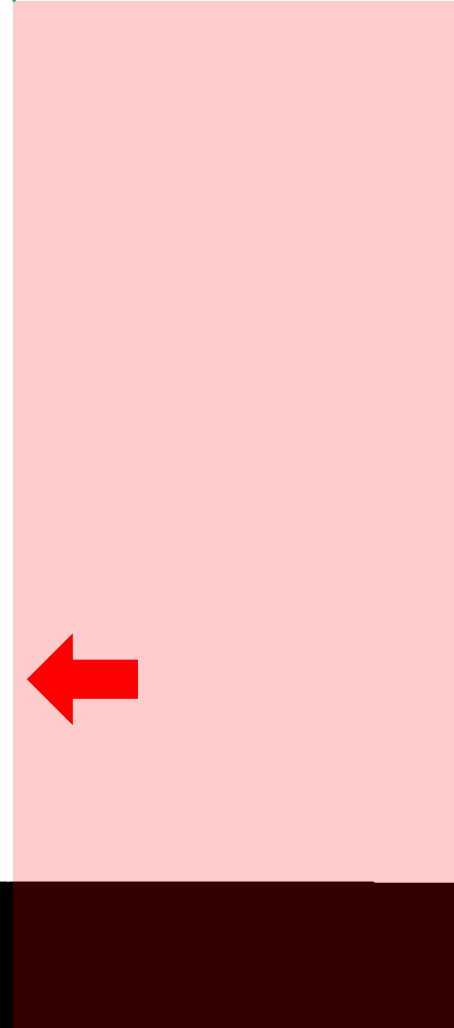
CONICET



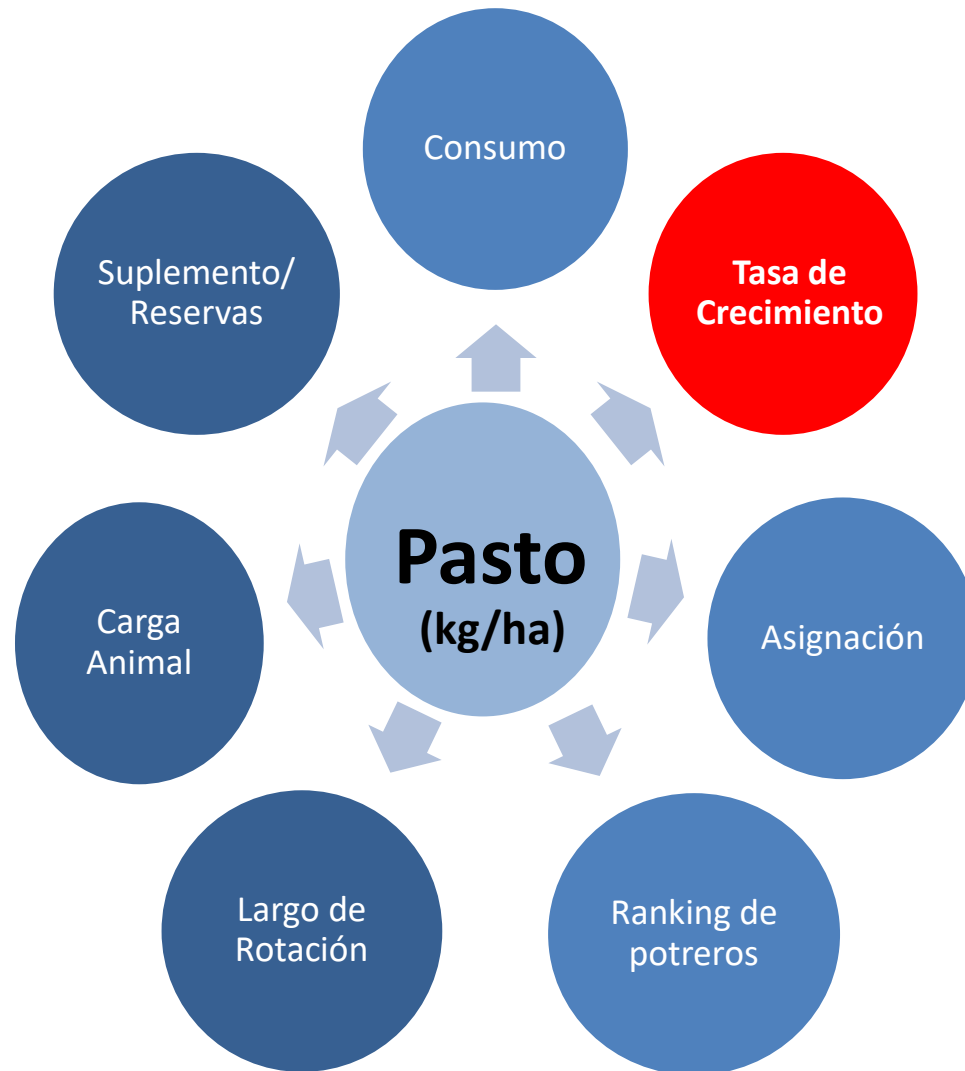
24 de noviembre, 2022



Producción y utilización de pasturas



Toma de decisiones



Métodos de estimación de pasto



Corte directo

Estimación Visual



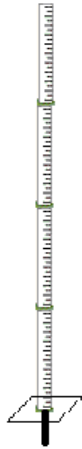
Modelos de simulación



Sensores Remotos

Regla

Plato



NO IMPORTA CUAL CALIBRACIÓN RECORRIDA FRECUENTE ESTO REQUIERE TIEMPO Y TRABAJO !!!

Sen



Altura

Índices verdes

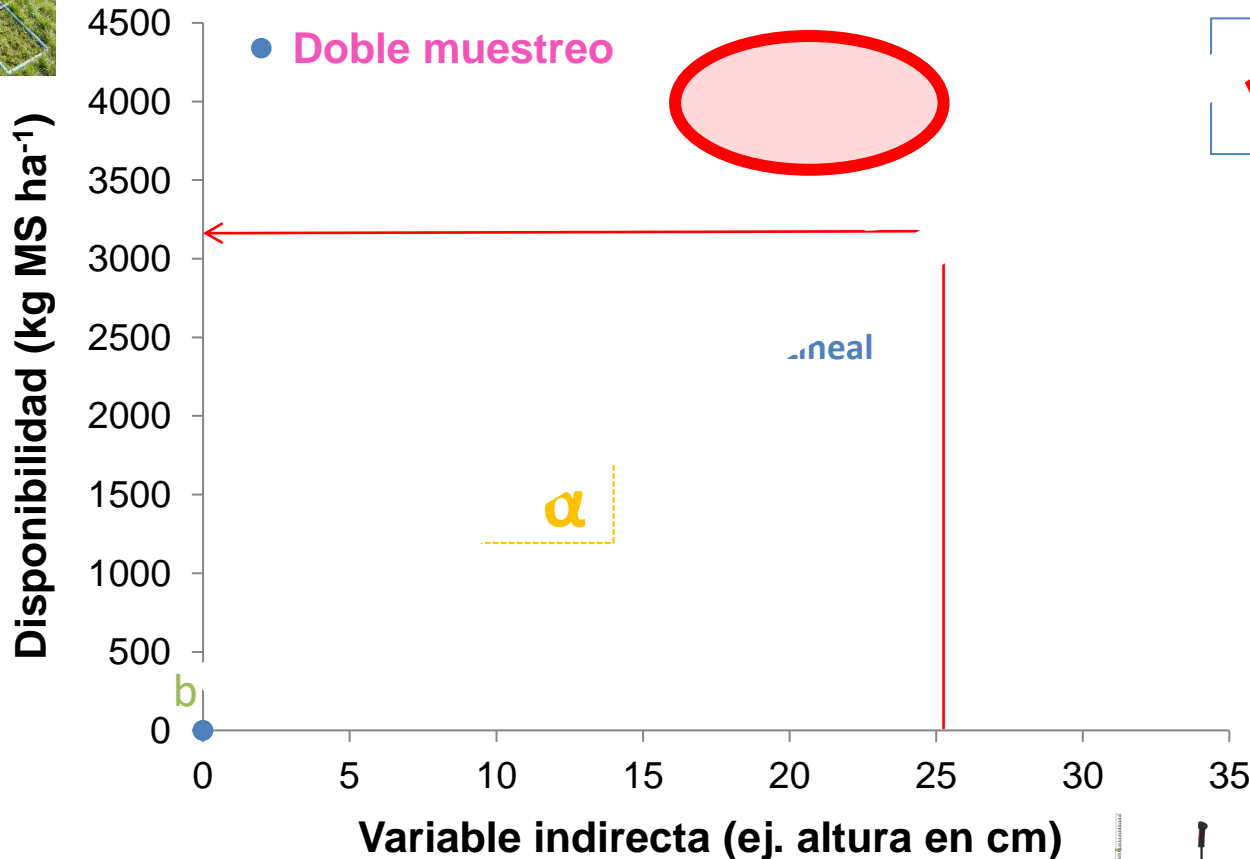


TODOS REQUIEREN CALIBRACIONES !!!



Calibración de métodos por **doble muestreo**

Objetivo: transformar la medida indirecta en kg de pasto.



Parámetros ecuación

$$Y = \alpha \times X + b$$

X = "predictor" →



altura



Altura comprimida



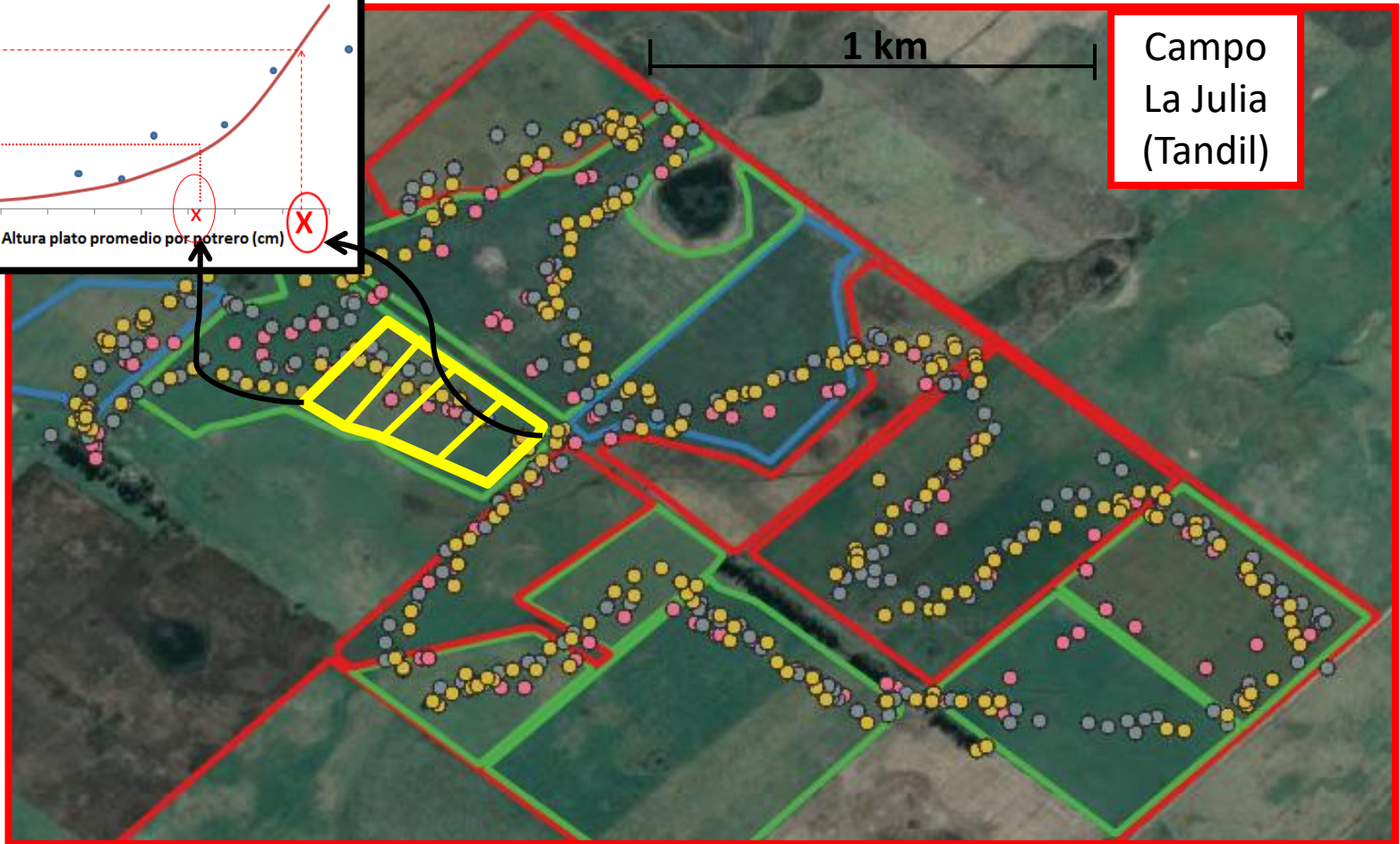
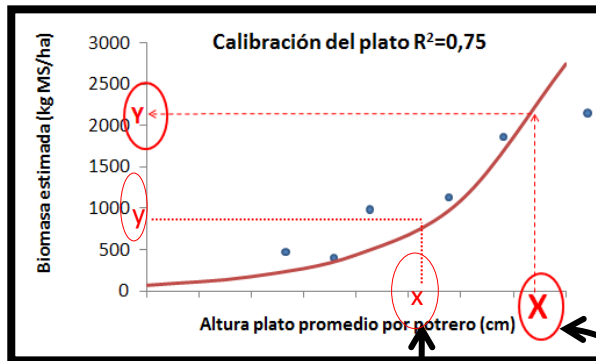
altura



Índice verde

Monitoreo por recorrida de transectas

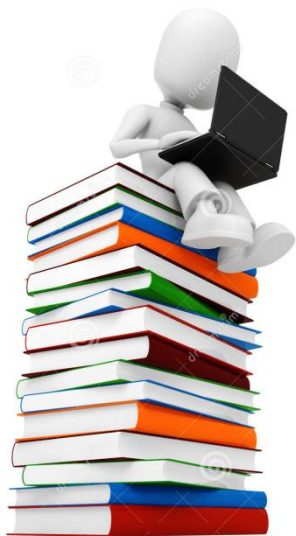
Objetivo: determinar con el método el valor del predictor (x)



- Plato
- 3 fechas
- 9 km
- Cada 10 m
- 3,5 hs.

¿Por qué es tan difícil medir pasto?

El *gran problema de estimar pasto* se debe más a la heterogeneidad espacial inherente de las pasturas, que a la precisión con que se mide una muestra individual.



Estadística !!!

¿Cuál es el mejor método para monitorear pasturas?

“El método directo es el método más preciso para estimar disponibilidad de pasto en el campo”



Corte directo



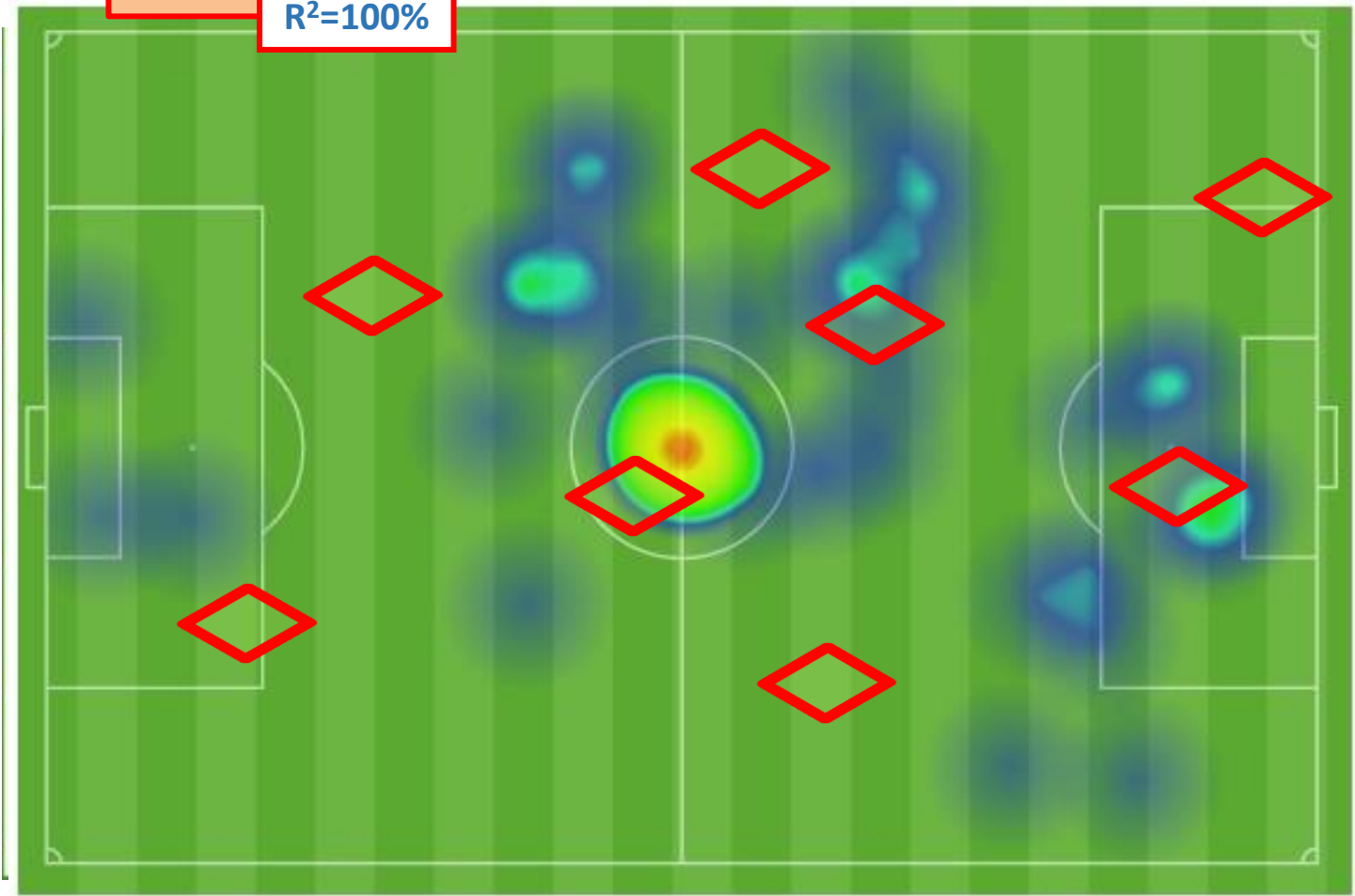
NO siempre !!!



8 n

Corte

$R^2=100\%$



Campo



Corte

4

n

100%

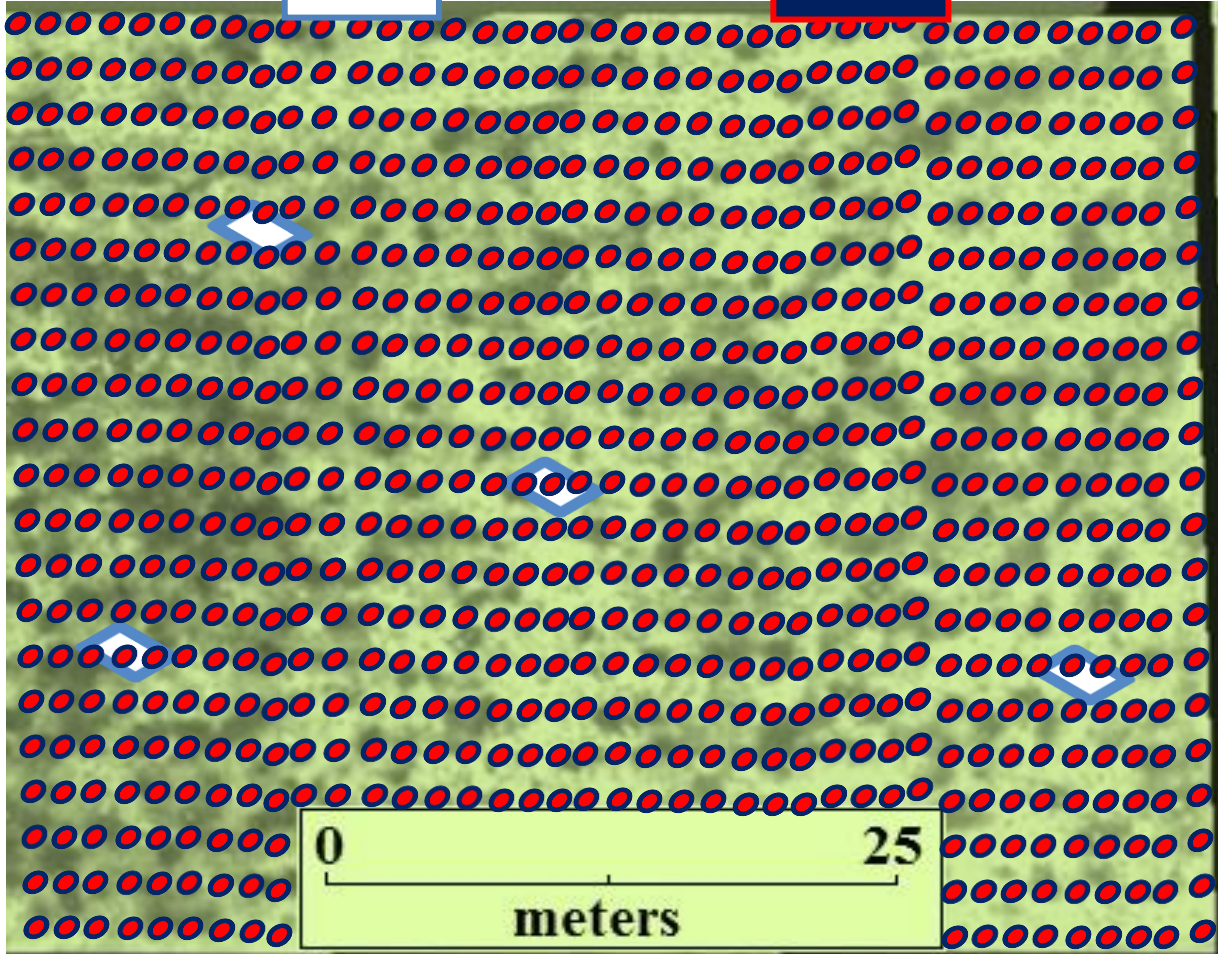
Precisión



2 M

80 %

Drone



?

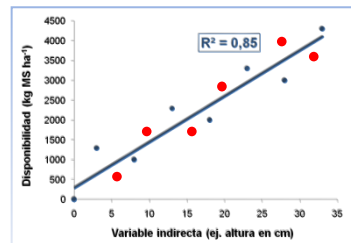
82%



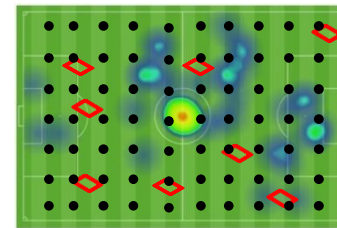
Satélite

La precisión de un método para monitorear pasturas está definida por la calibración y la **intensidad de muestreo**.

R^2



n



Nuevas tecnologías

Nuevas tecnologías para el monitoreo

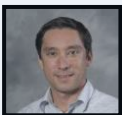
Proyectos



USA



Utsumi



Basso

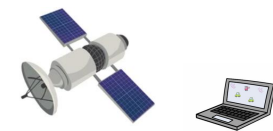


Uruguay – Argentina
Costa Rica

Fariña



FONTAGRO



Australia

García



DairyUP

Unlocking potential



Department of
Primary Industries





Vuelos con drone

Potrero con pastura de agropiropo



15 minutos



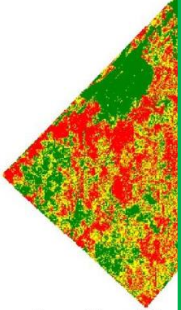
Marino



Utsumi



Cicore



0 100 200



Laplacette et al., 2020

Índices verdes

Cálculo de índices

Índice	Ecuación	Referencia
1. Índice de Vegetación de la Diferencia Normalizada (NDVI)	$NDVI = (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670})$	Rouse <i>et al.</i> (1974)
2. Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI)	$SAVI = (1 + L) \times (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670} + L)$	Huete (1988) Qi <i>et al.</i> (1994)
3. Índice de Vegetación Renormalizado (RDVI)	$RDVI = (R_{800} - R_{670}) / \sqrt{(R_{800} + R_{670})}$	Rougean y Breon, (1995)
4. Índice de Proporción Simple (SR)	$SR = R_{800} / R_{670}$	Jordan (1969) Rouse <i>et al.</i> (1974)
5. Proporción Modificada Simple (MSR)	$MSR = \frac{R_{800} / R_{670} - 1}{(R_{800} / R_{670} + 1)^{0.5}}$	Chen (1996)

Cámara multispectral

Ej. de Índices

Ej. de Índice GNDVI

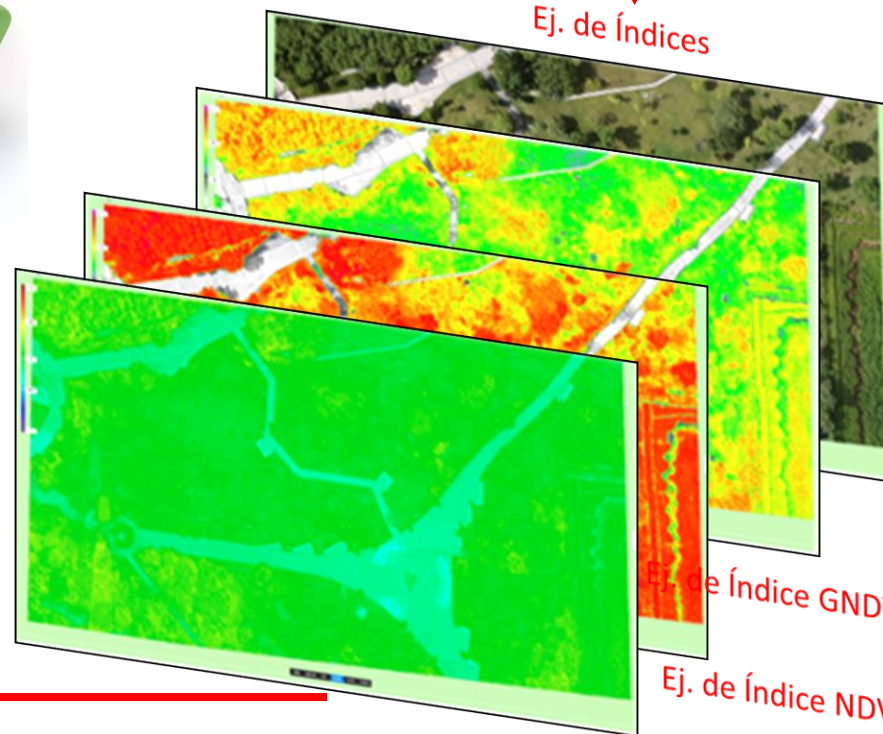
Ej. de Índice NDVI

Ej. de Índice NDVIRE

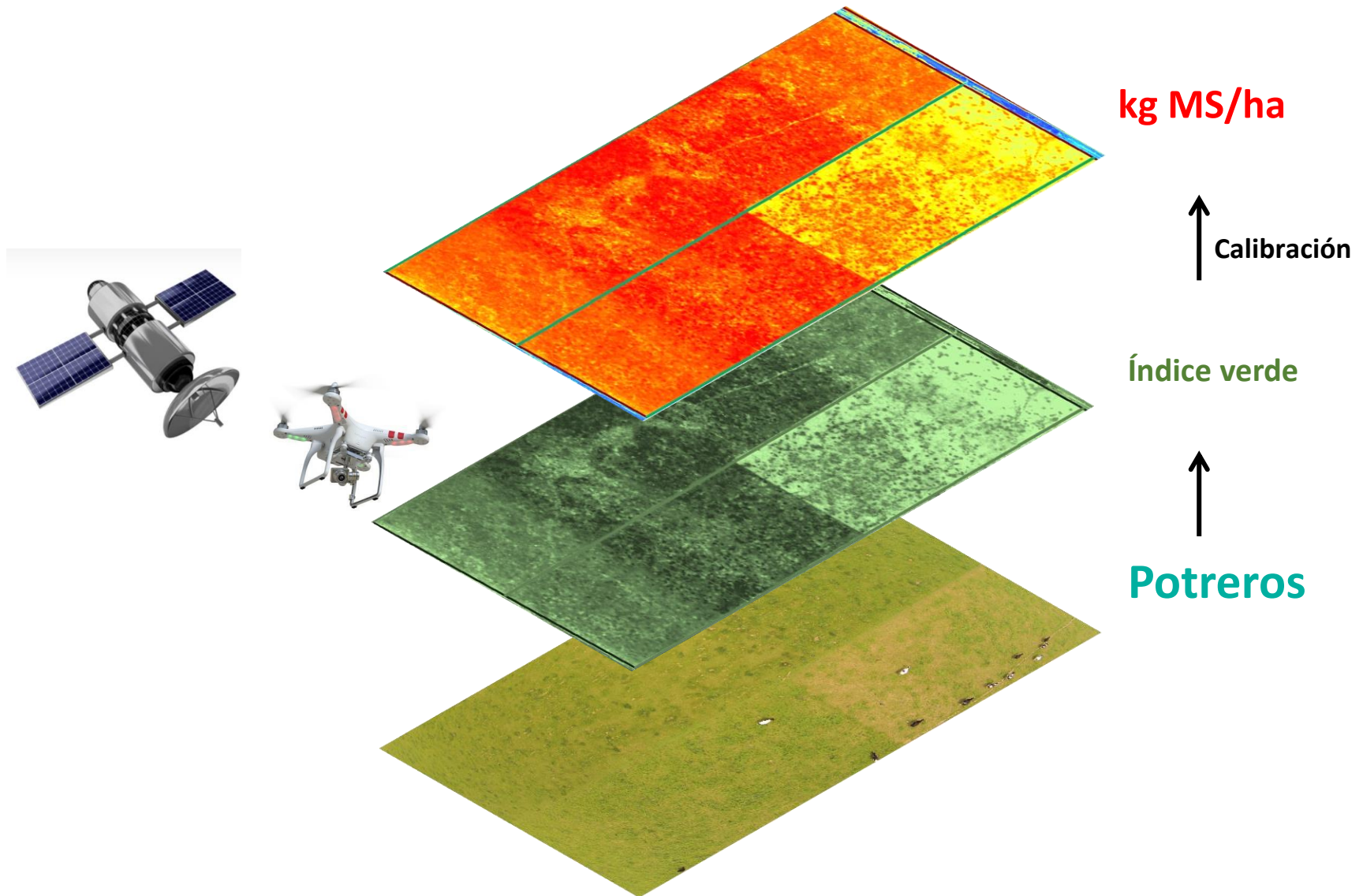


Inteligencia Artificial

Cantidad de
pasto



Monitoreo del pastoreo con drones y satélites



Calibración del drone

Insua et al. (*Plos One*, 2019)

Parcelitas geo-referenciadas

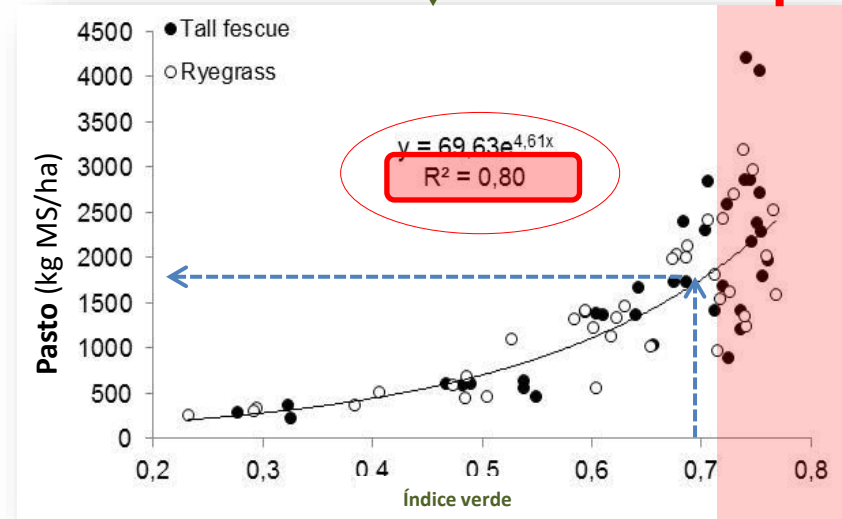


Técnica de doble muestreo



Índice verde

$R^2 = 60-80 \%$
Imprecisiones



Corte directo

Índice NDVI

Comparación sensor de mano vs Drone

- NDVI-Biomasa
- Agropiro
- Dos fechas
- **Resolución de 2 cm !!!**

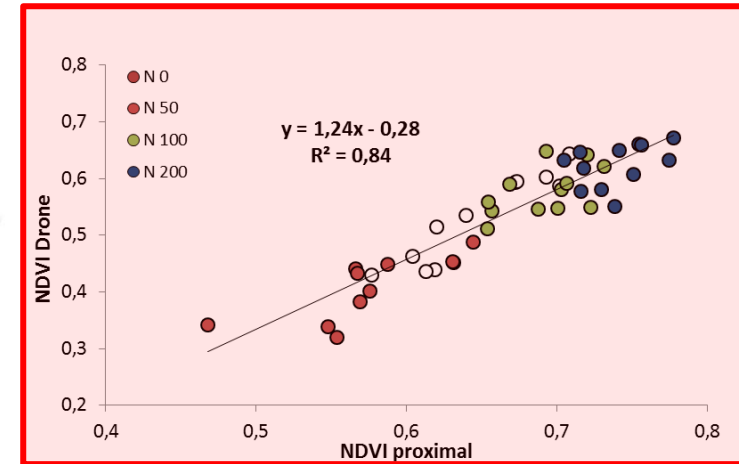
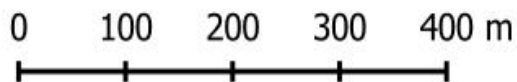
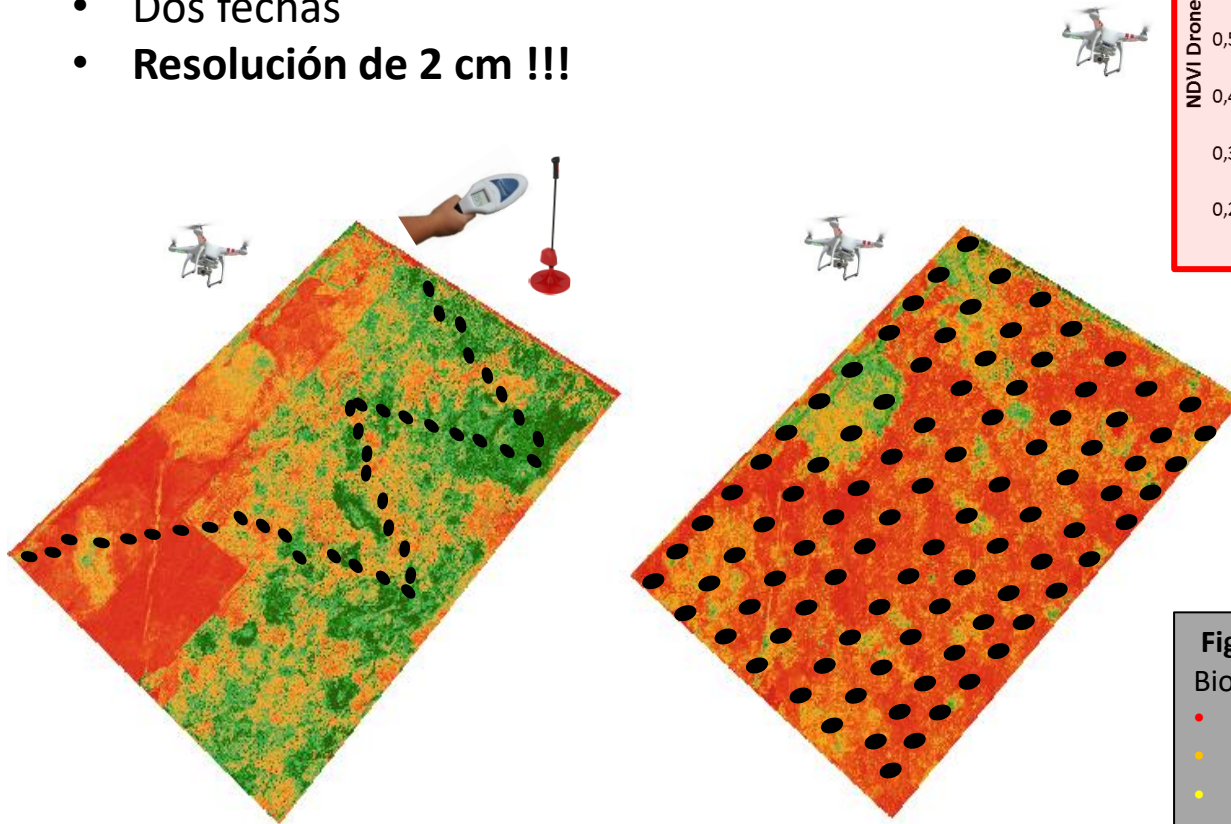


Figura: Mapas de alta resolución (2 cm)

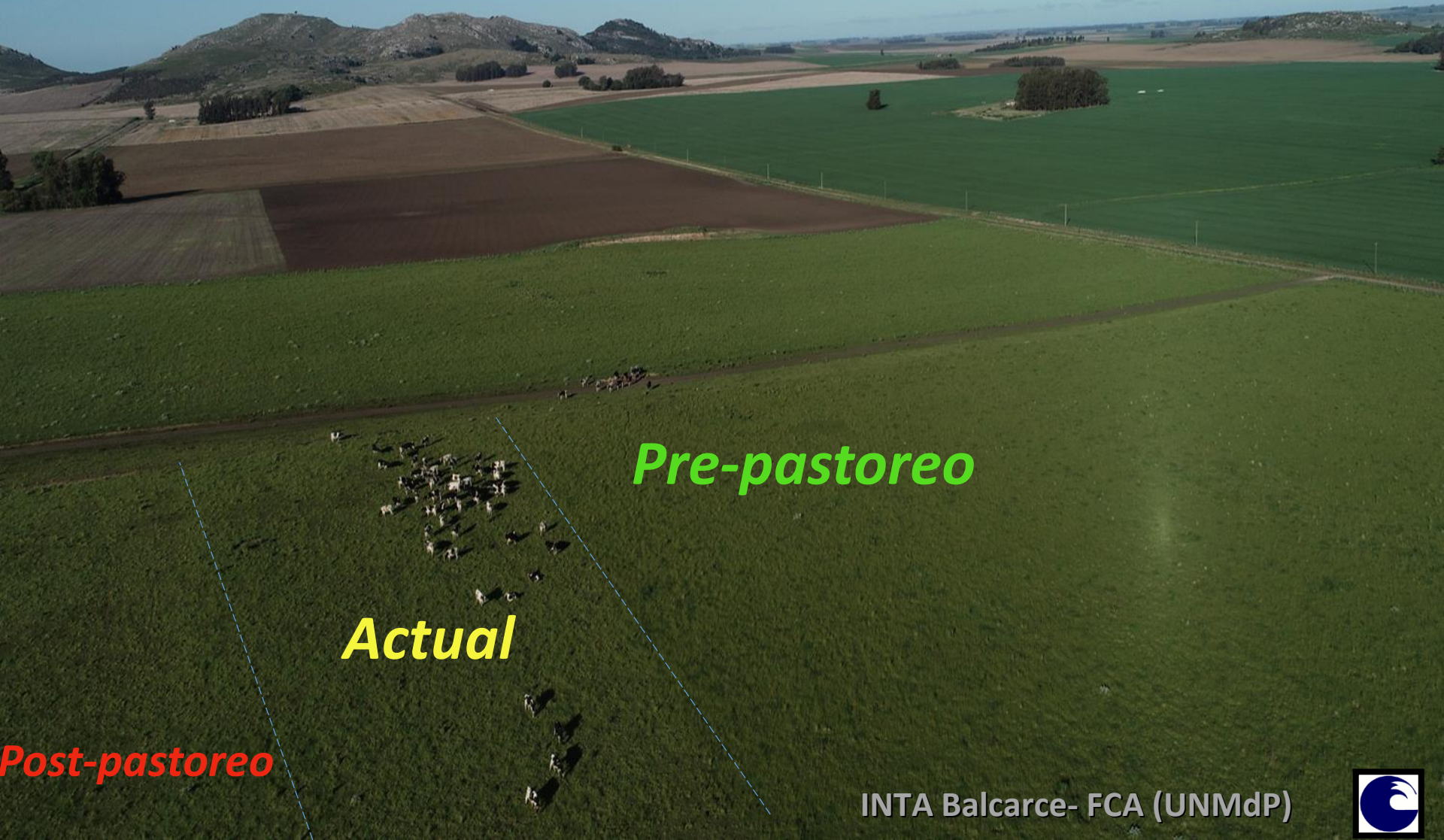
Biomasa acumulada (kg MS/ha):

- < 500: rojo,
- 500-1250: naranja,
- 1250-2000: amarillo,
- >2000: verde



Laplacette et al. (RAPA, 2020)

- Pastoreo en rodeos lecheros de la Cuenca Mar y Sierras -



Pre-pastoreo

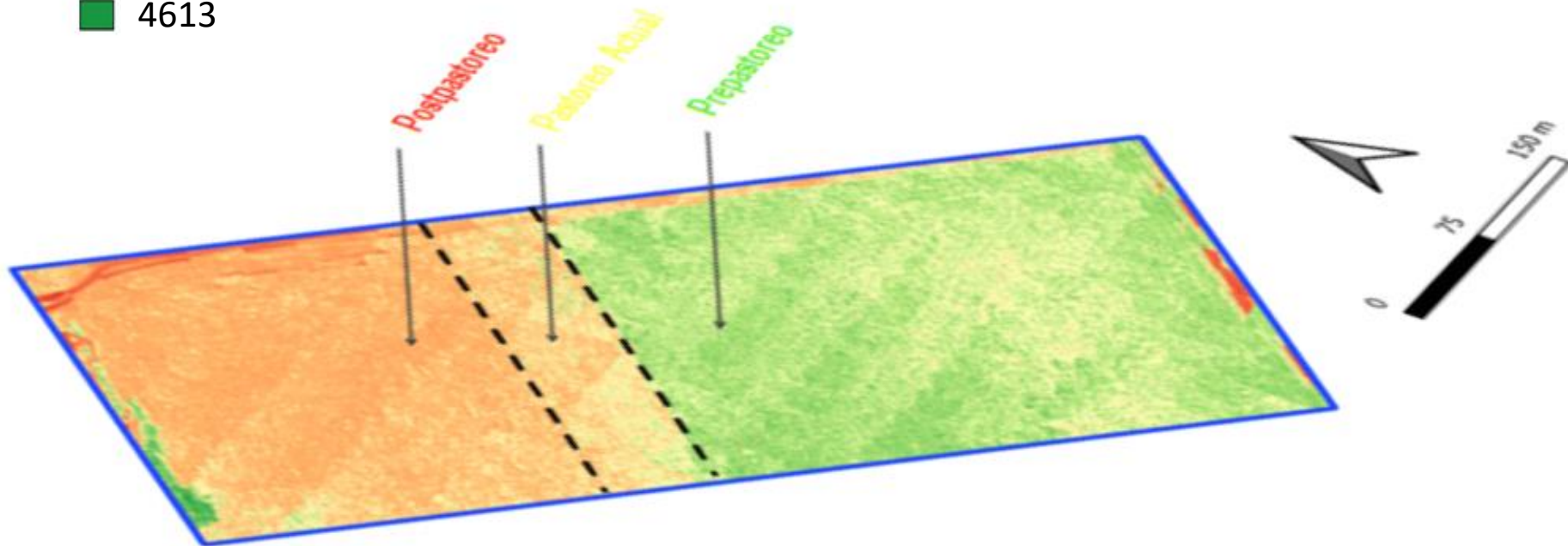
Actual

Post-pastoreo

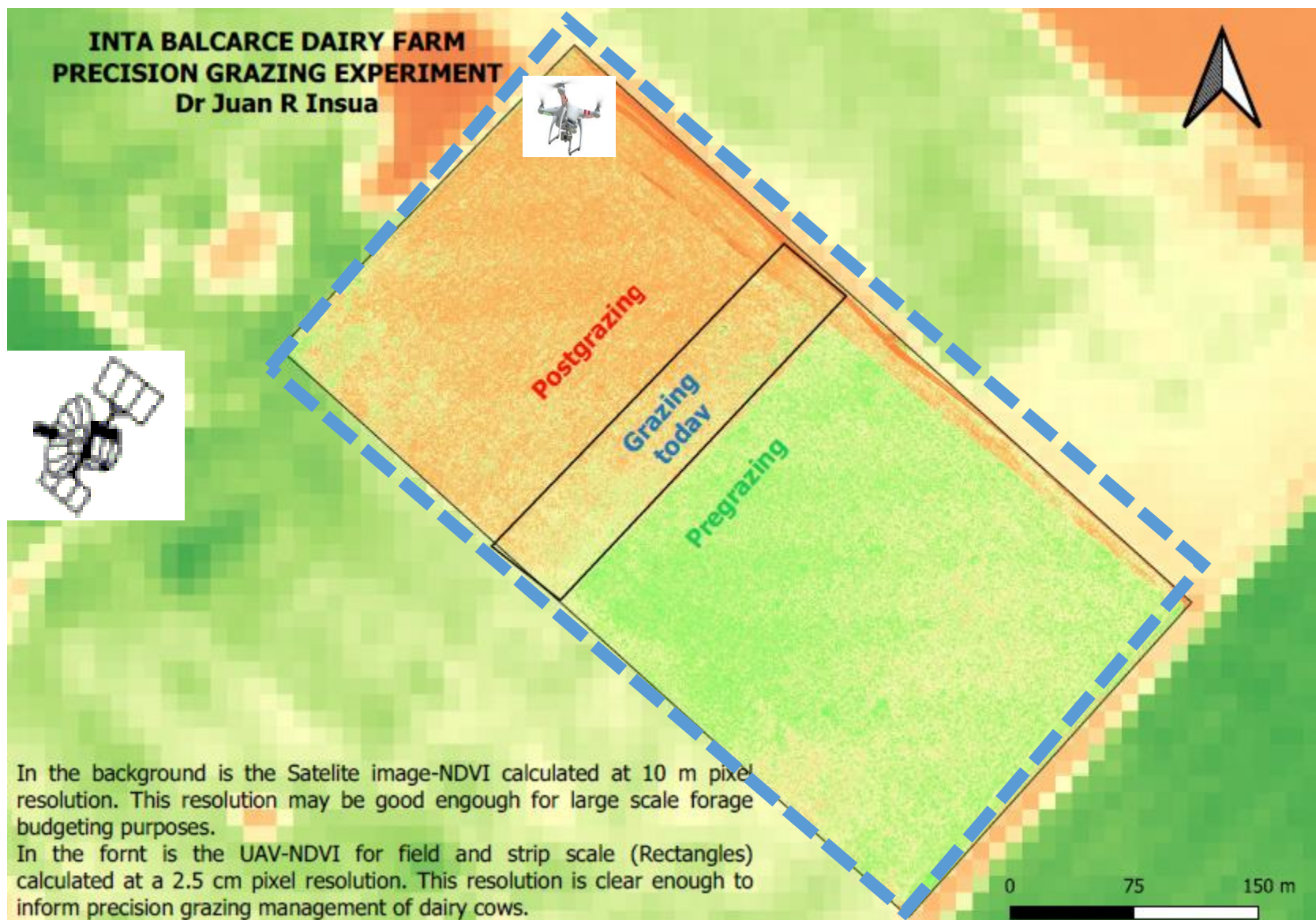


Disponibilidad

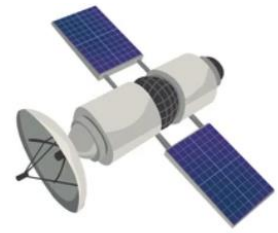
Disponibilidad (kg MS/ha)



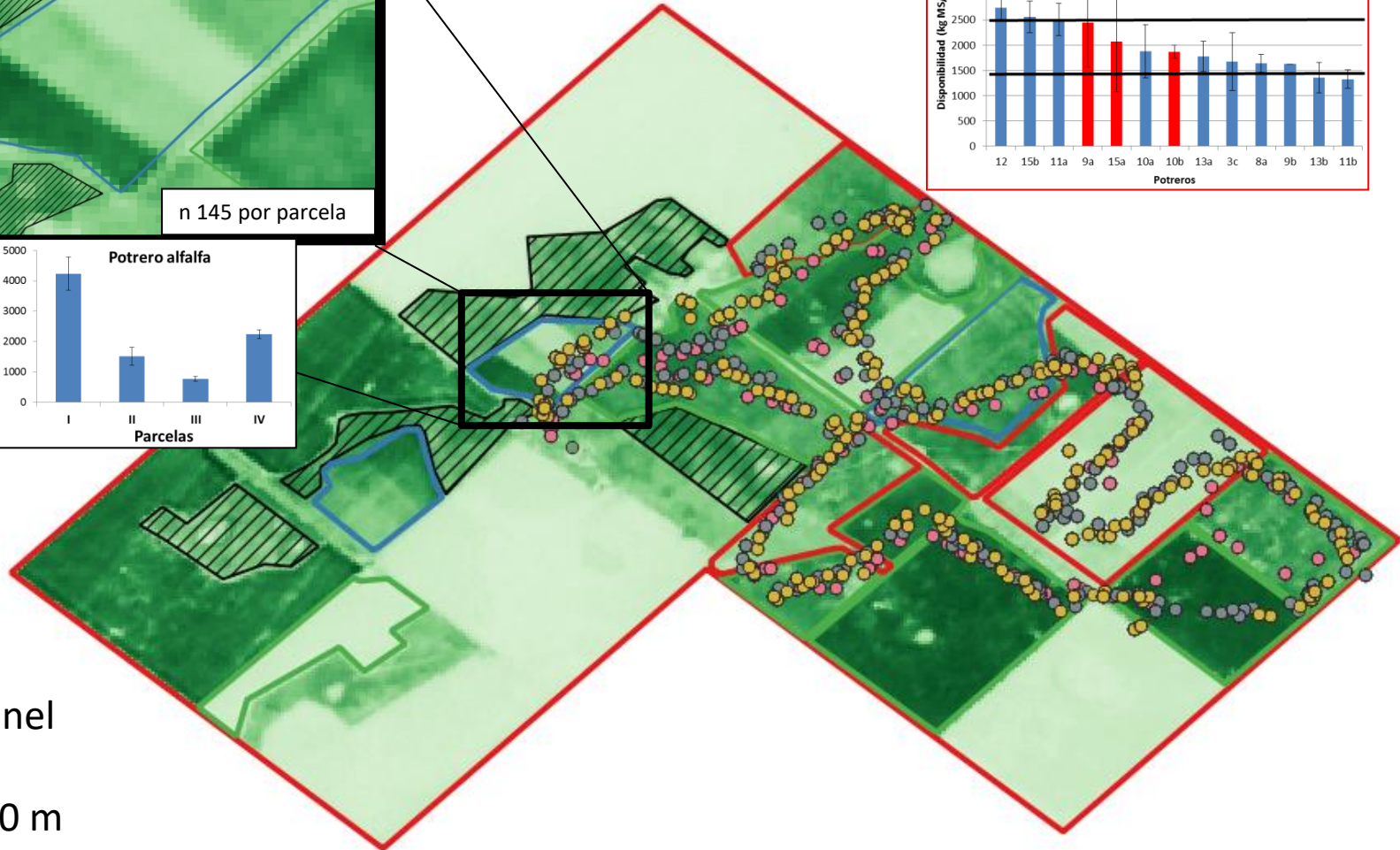
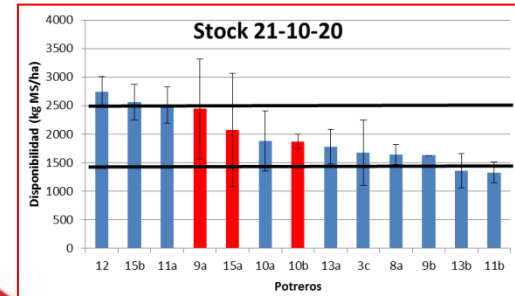
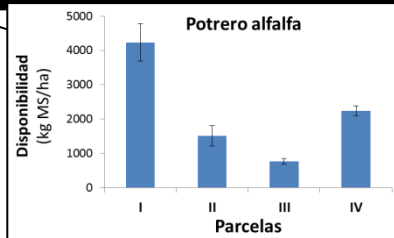
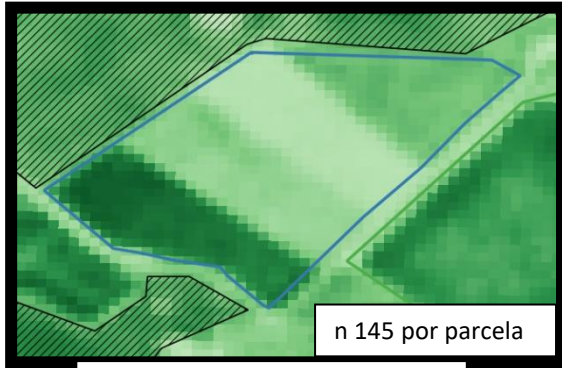
Monitoreo del pastoreo con satélites y drones



Monitoreo con NDVI-Satélite



Campo La Julia (Tandil)



Sentinel
NDVI
10x10 m

Monitor del pastoreo con satélites y drones

Potreros

(kg MS/ha)

2143

2643

2470

2624

1169

1527

1885

2251

2195

2311

2599

2761

1308

1172

1922

2116

306

306

305

307

308

701

702

703

704

705

706

707

708

401

402

403

404

405

406

407

408

801

802

803

804

805

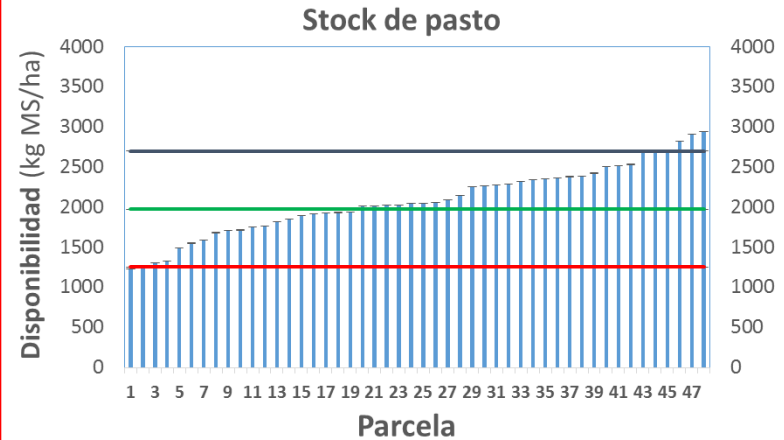
806

807

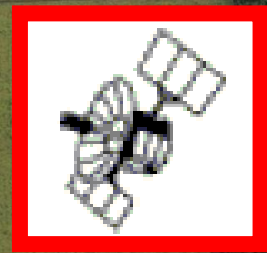
808

Incremento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹)

44



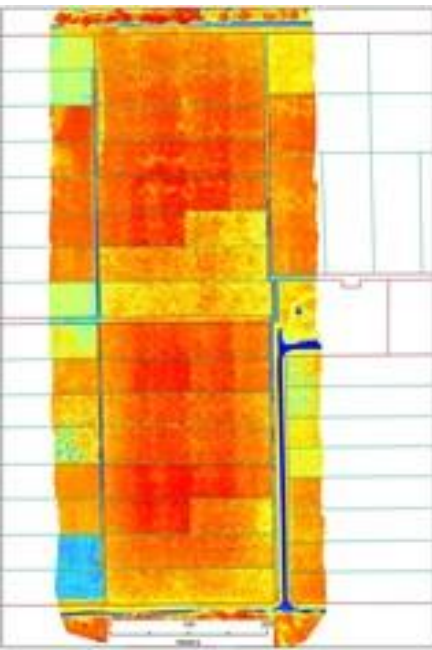
- Robotic Barn
- Paddocks
- NDVI070120_CoverExp
 - 615.8
 - 1822
 - 2341
 - 4118



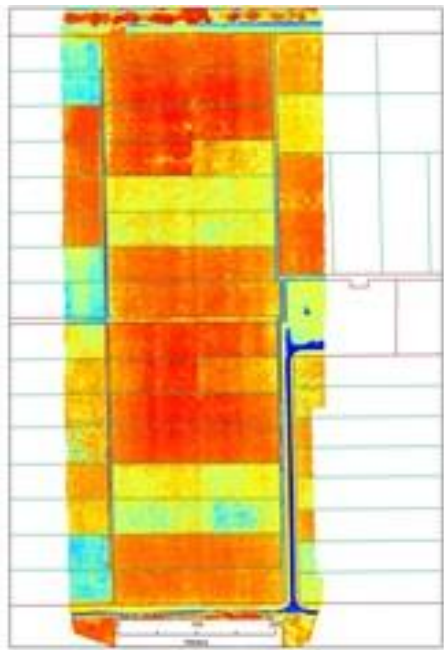
Monitoreo semanal del campo



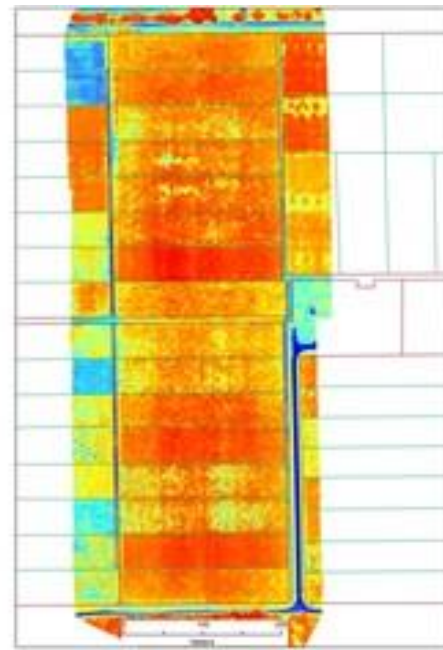
Recorrida 1



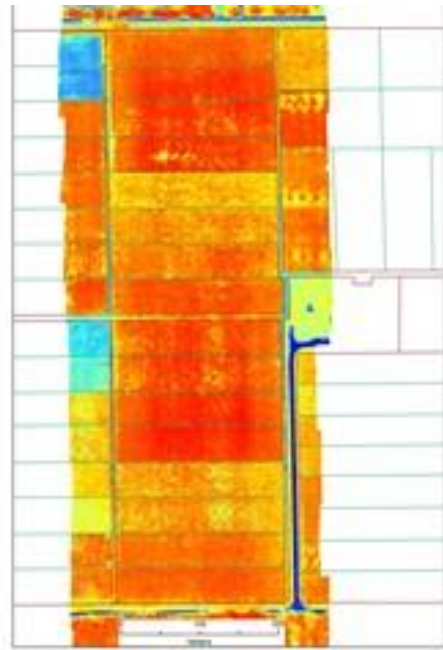
Recorrida 2



Recorrida 3

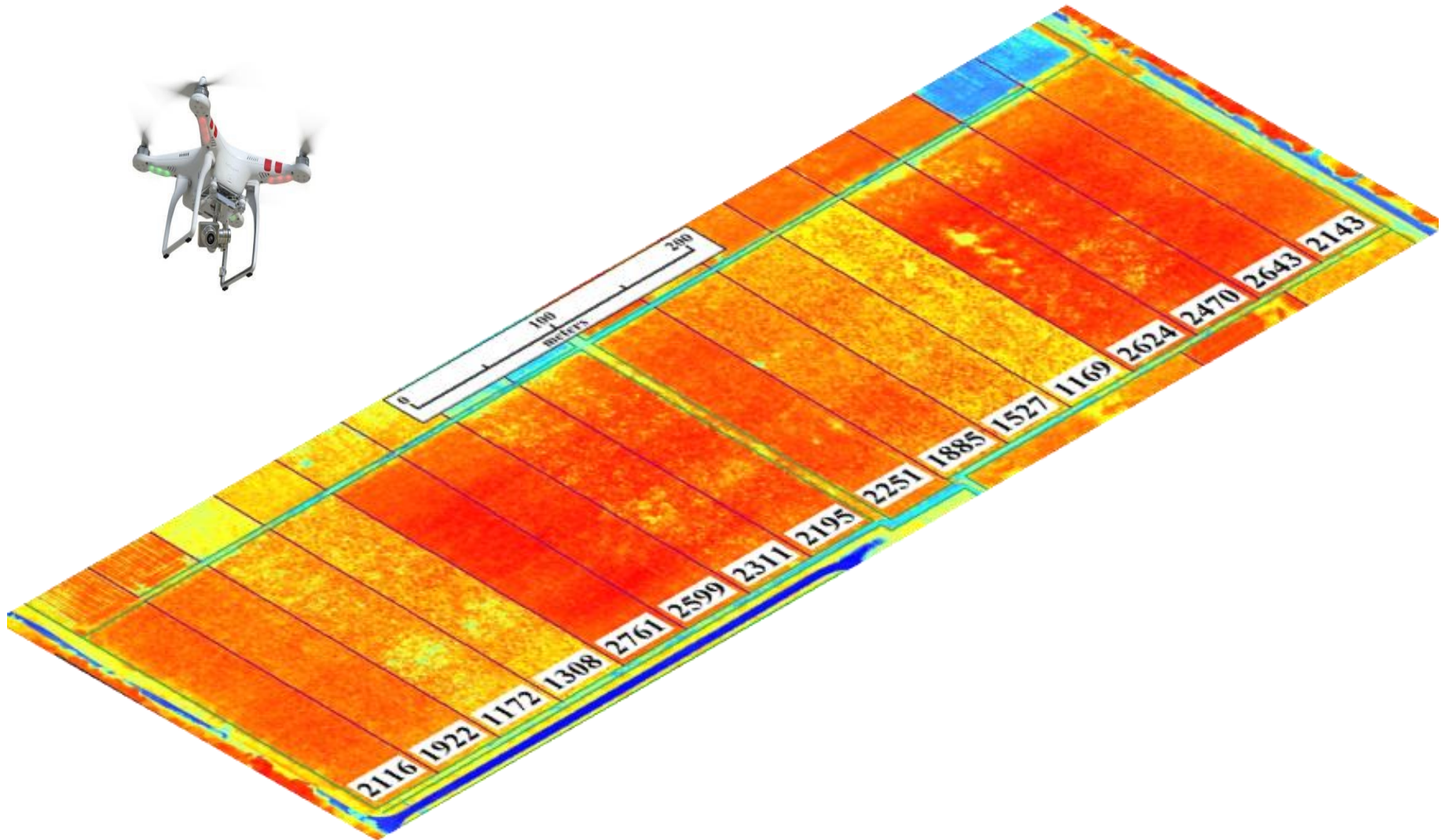


Recorrida 4



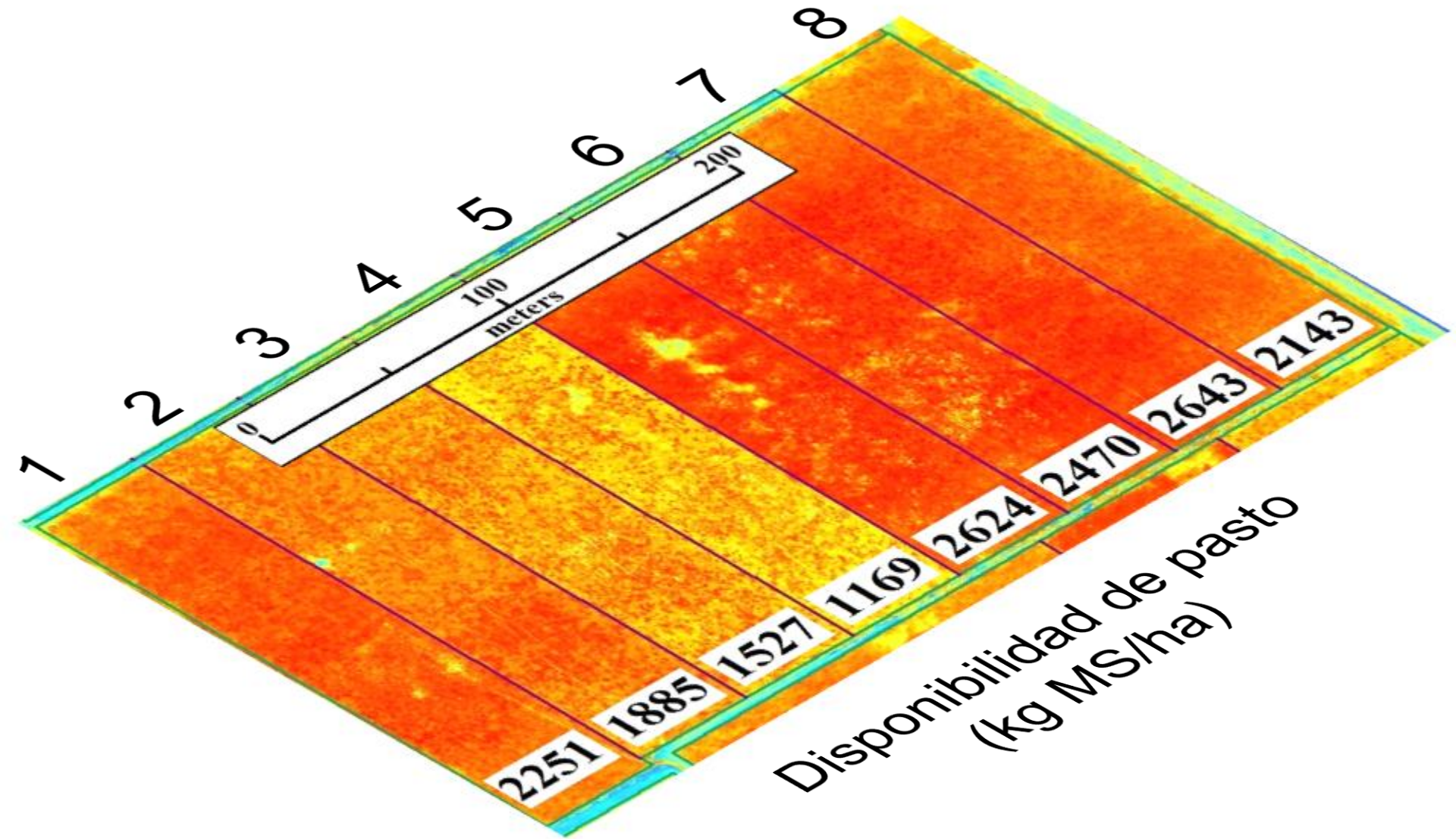
Mapas del NDVI del área de pastoreo de un tambo bajo sistema rotativo para cuatro fechas.

Mapeo del campo



Área de pastoreo: 16 potreros de 1ha

Variación inter-potrero



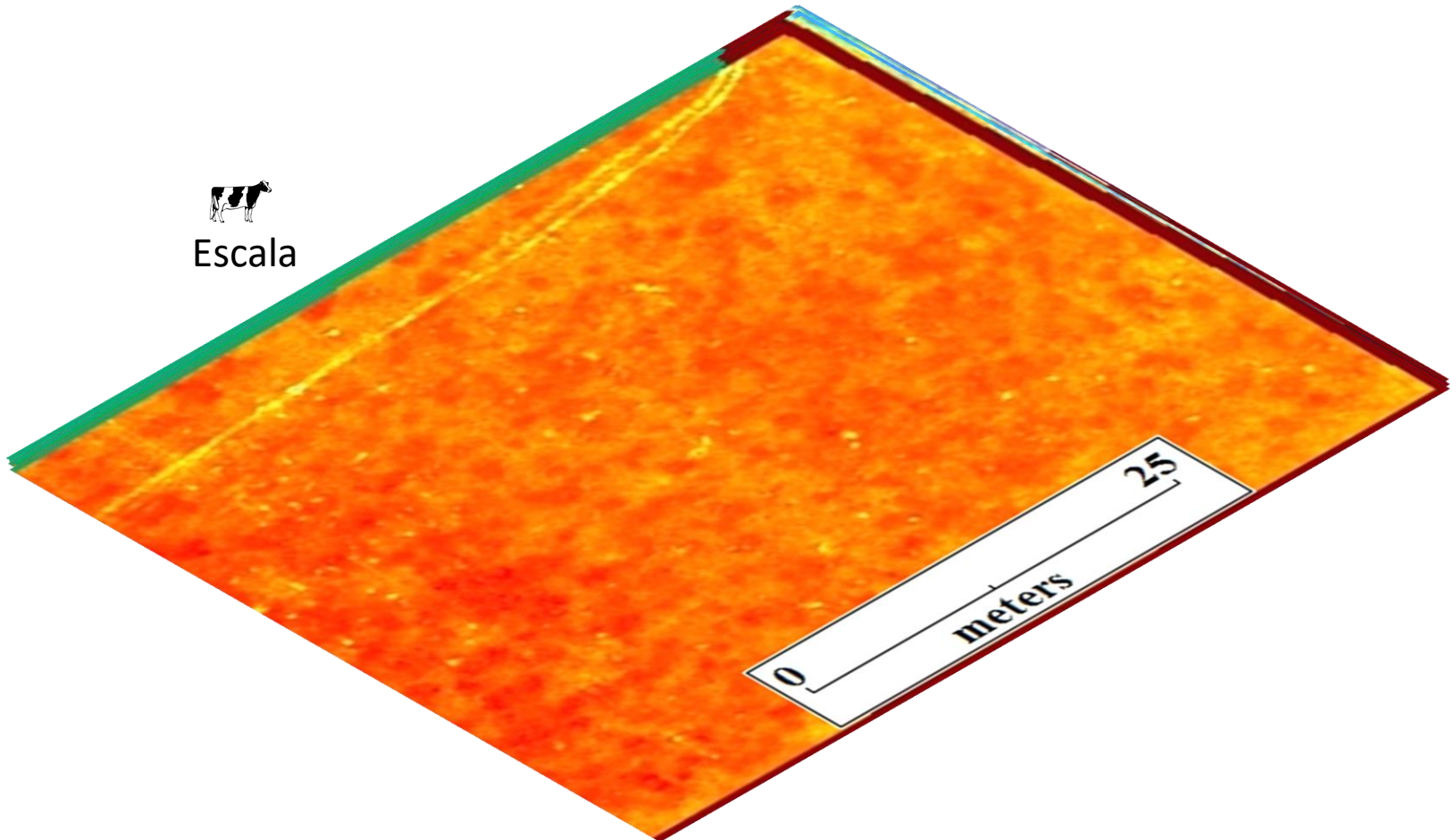
Variación intra-potrero

- Estimación del crecimiento

$$\text{Crecimiento [kg/d]} = \frac{(\text{medición hoy} - \text{anterior})}{\text{días entre mediciones}}$$




Escala




Comparación de métodos de estimación

Insua et al., 2020b, PlosOne

Regla

(c/ 10 m)  = 23 \longrightarrow 5 min.

C-Dax

(c/ 1,5 m)  = 70 \longrightarrow 45 seg.

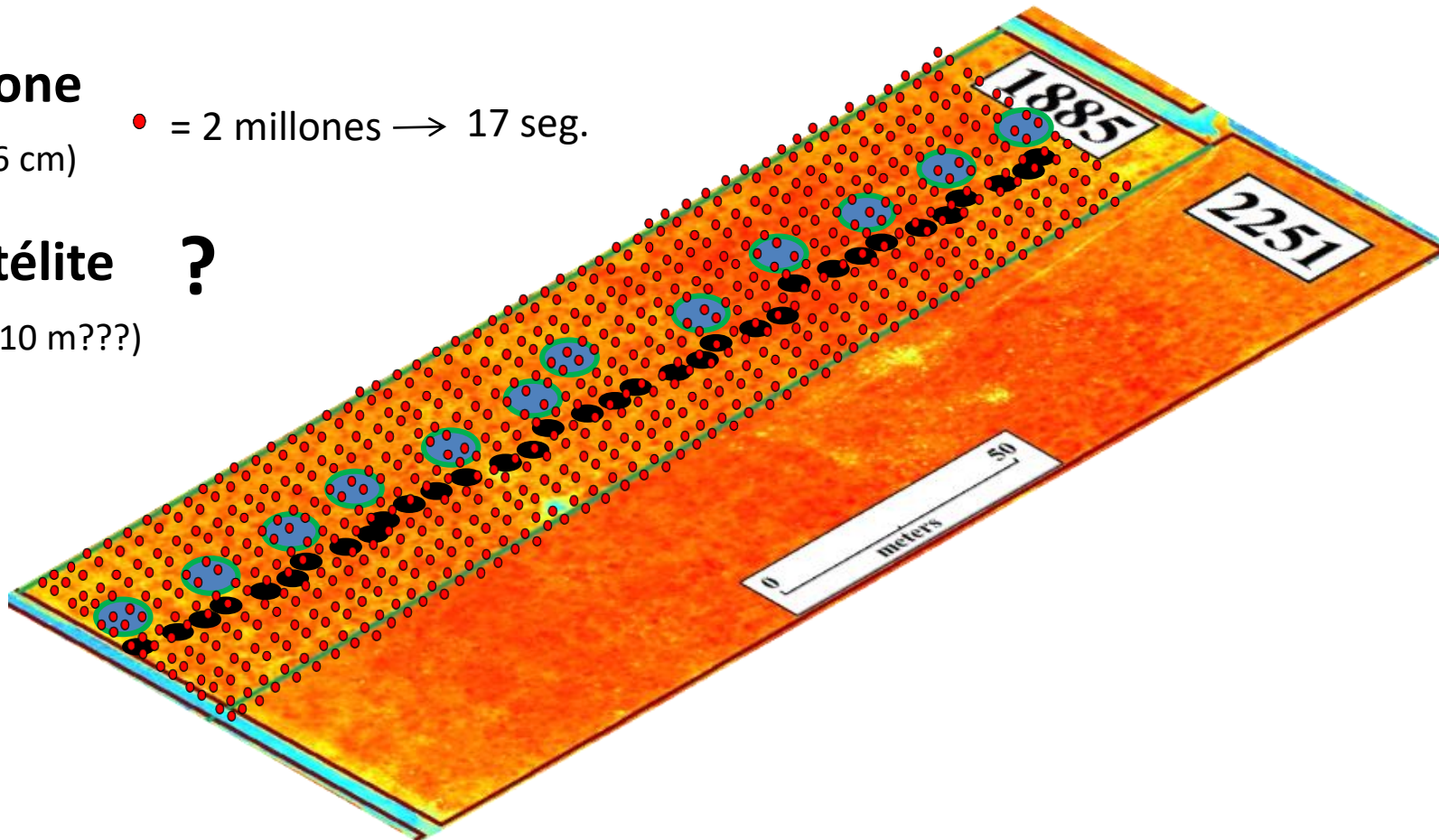
Drone

(c/ 6 cm)  = 2 millones \longrightarrow 17 seg.

Satélite ?

(c/ 10 m???)

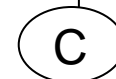
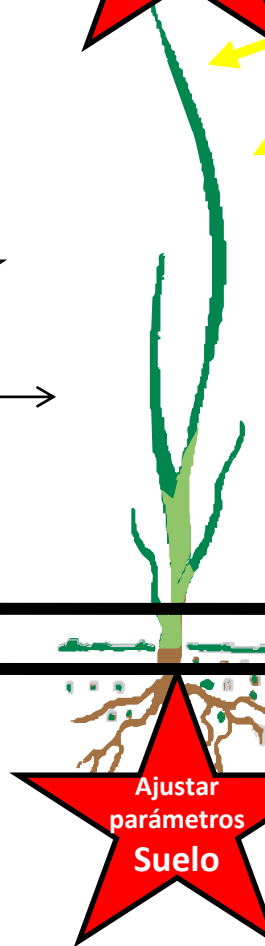
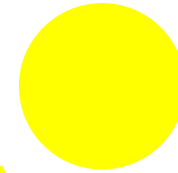
Todos estiman bien !!!



Modelos de simulación



Modelos de pasturas clima-dependiente

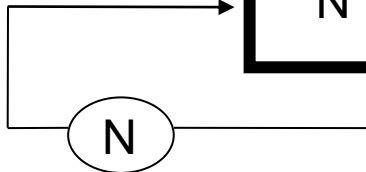


Manejo

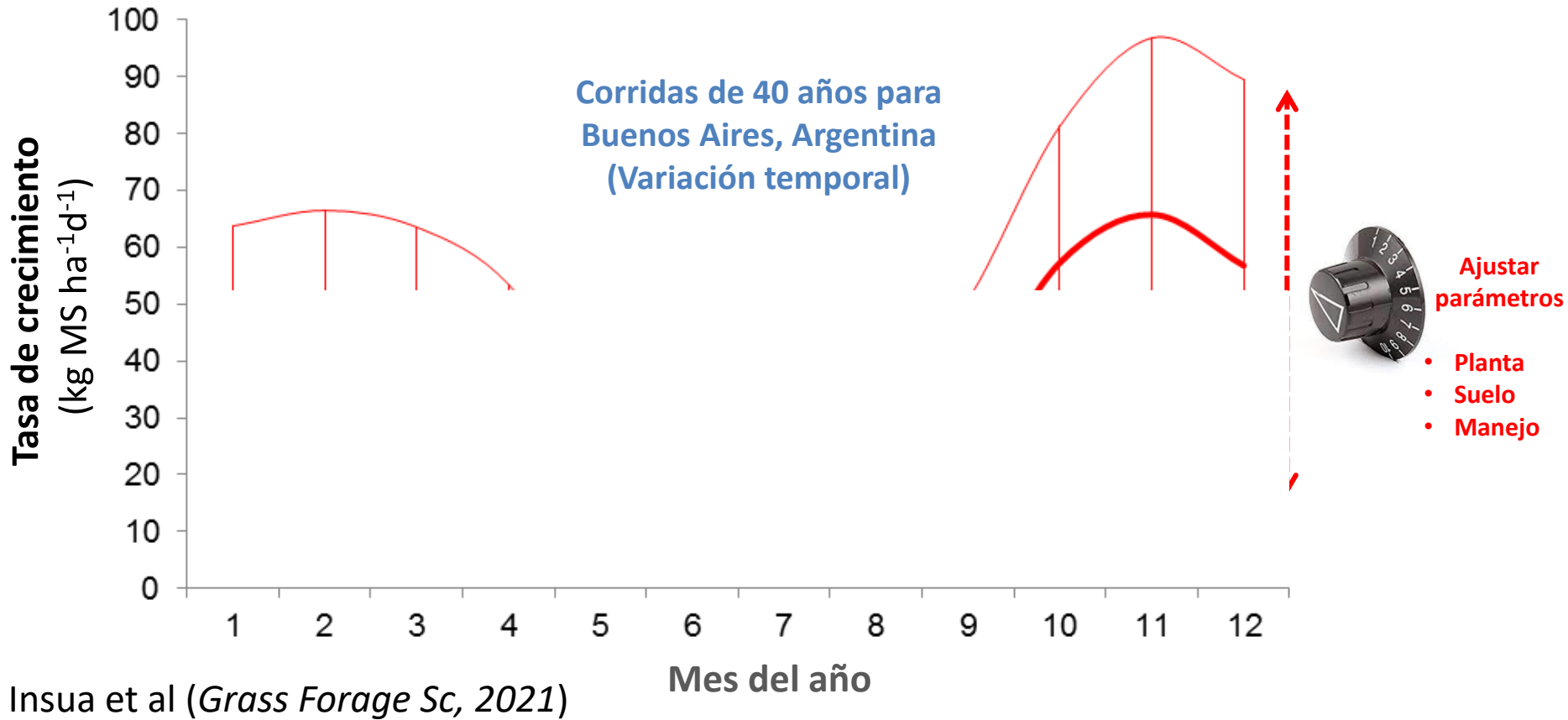
Pastoreo

Riego

Fertilizante



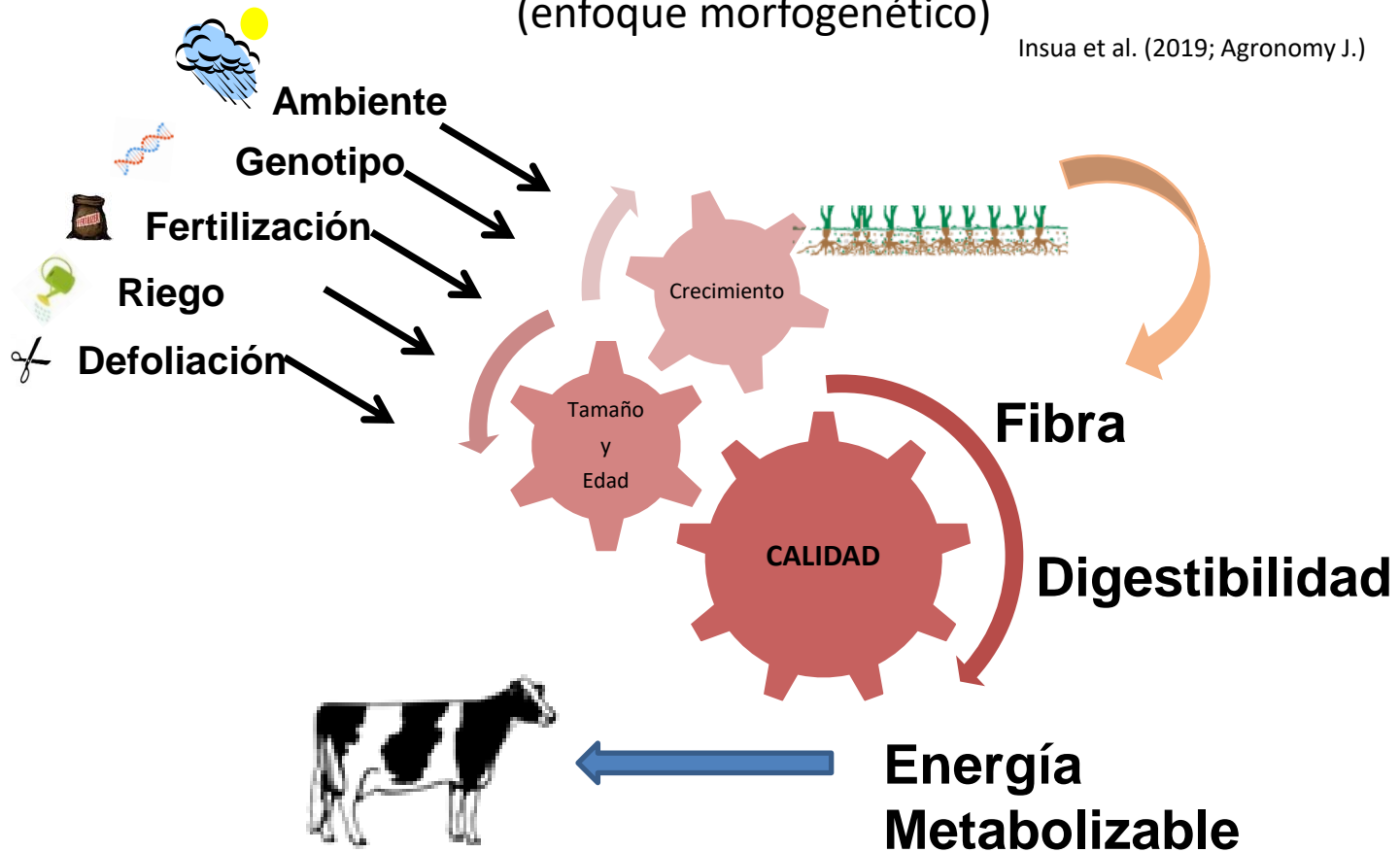
Modelos de simulación como “pasturómetros”



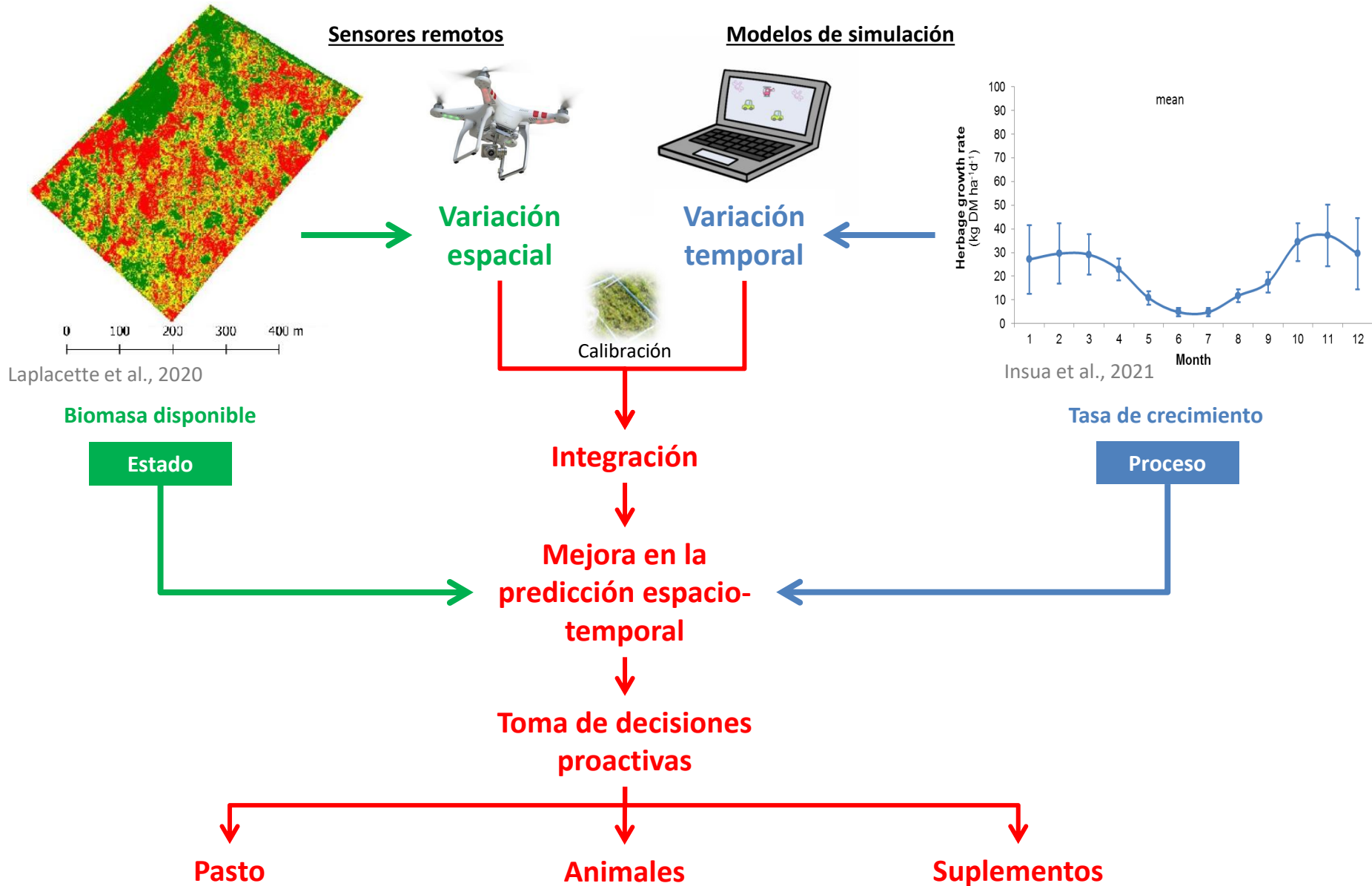
Modelación de calidad nutritiva de pasturas

(enfoque morfogenético)

Insua et al. (2019; Agronomy J.)

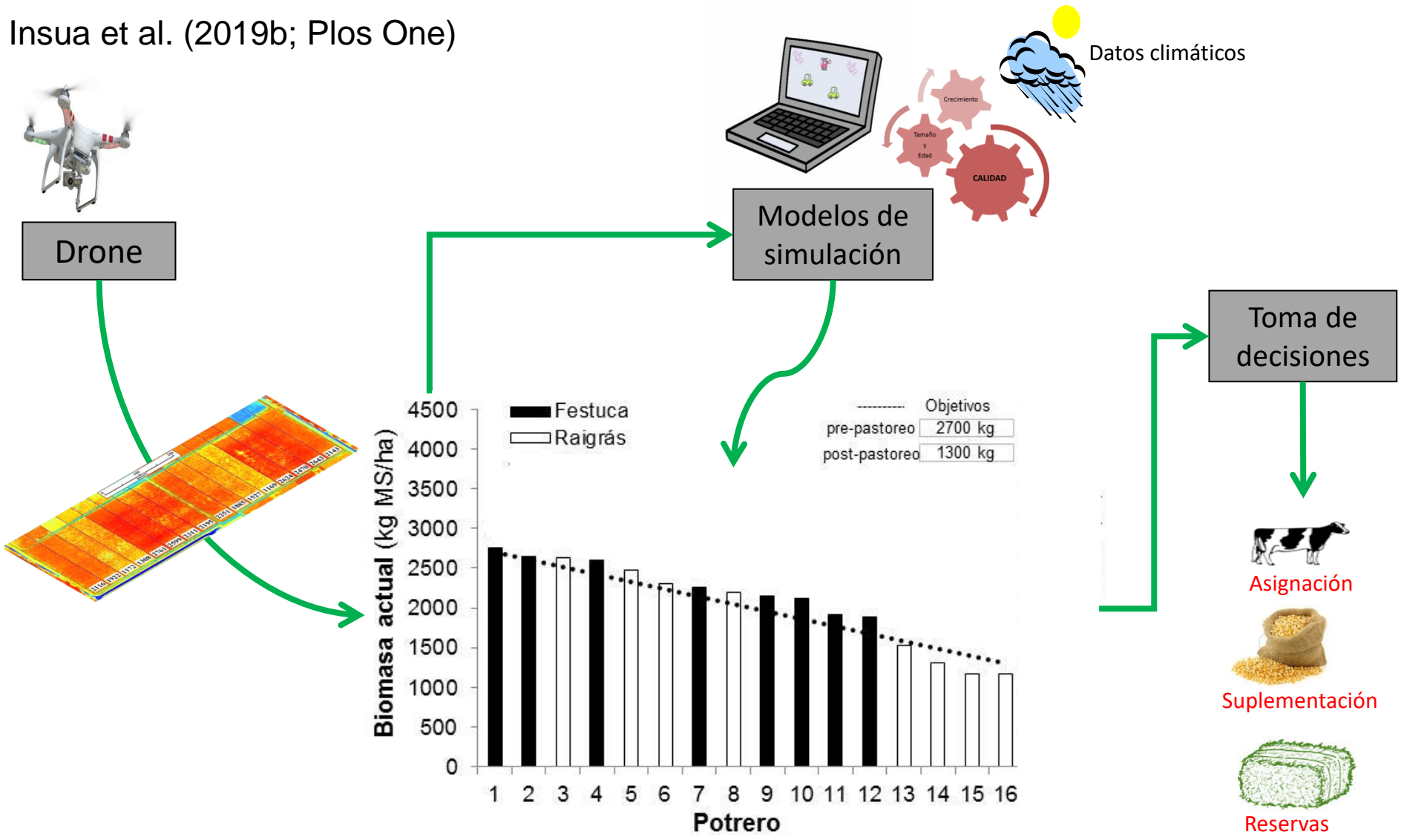


Integración de sensores y modelos



Predicción de biomasa y calidad de pasturas

Insua et al. (2019b; Plos One)





Comentario final



Los nuevas tecnologías pueden hacer que el monitoreo y manejo del pastoreo sea mucho más
OBJETIVO, RÁPIDO y PRECISO

MUCHAS GRACIAS !!!

insua.juan@inta.gob.ar