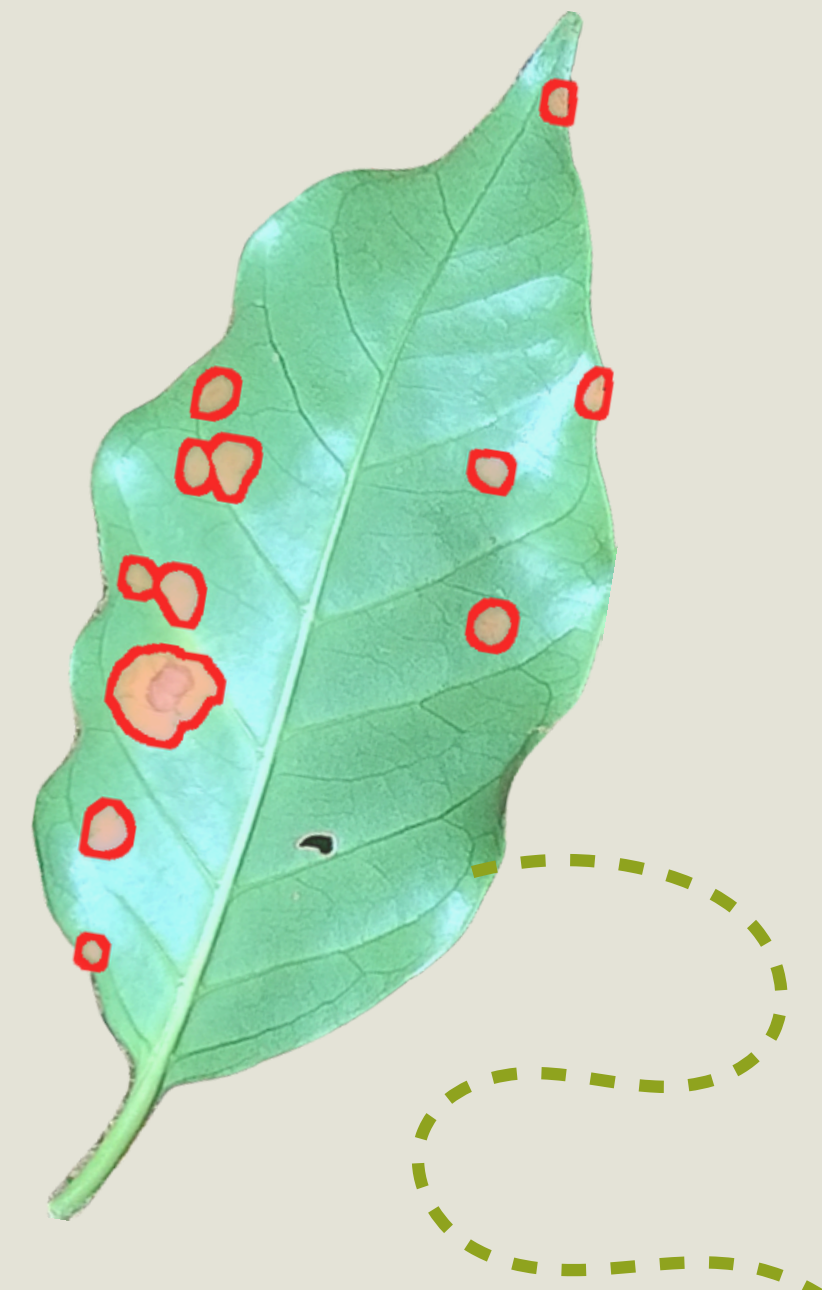


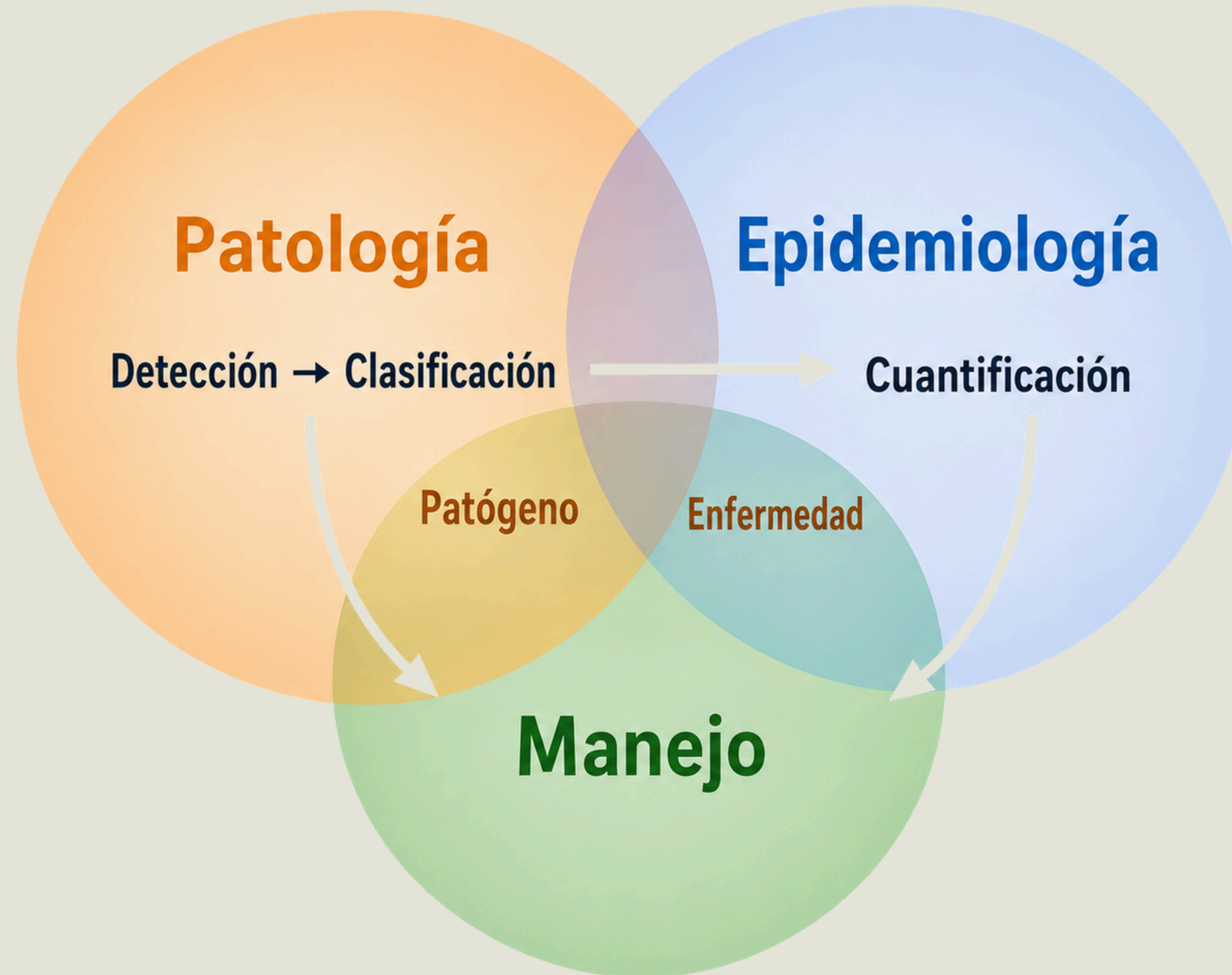
Del ojo entrenado a la visión computacional: evaluación de la severidad de enfermedades

Dr. Emerson M. Del Ponte

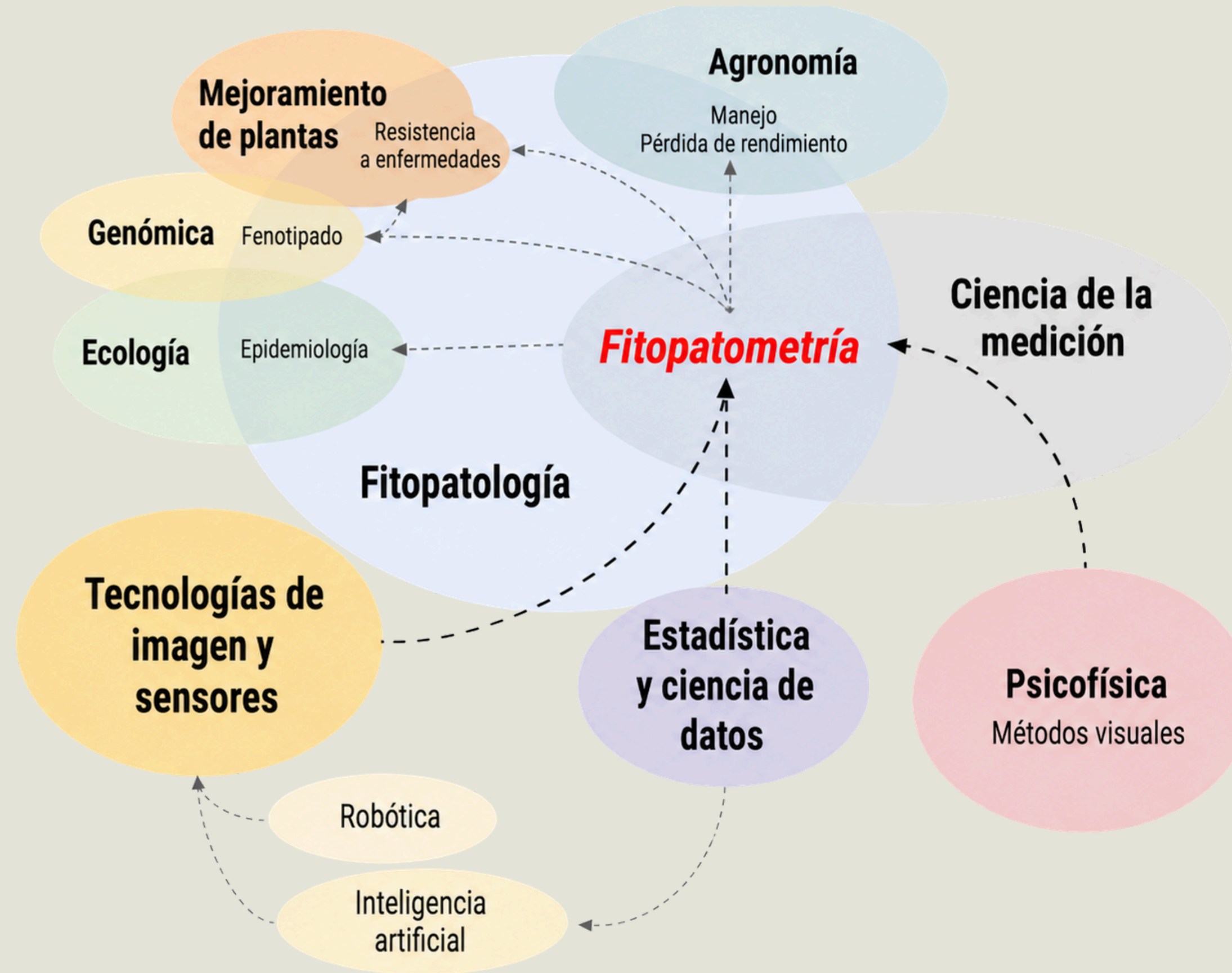
Mrs. Mary Paz Romero-Benavides



Introducción



Introducción



Metodologías clásicas de detección e cuantificación

INSPECCIÓN VISUAL



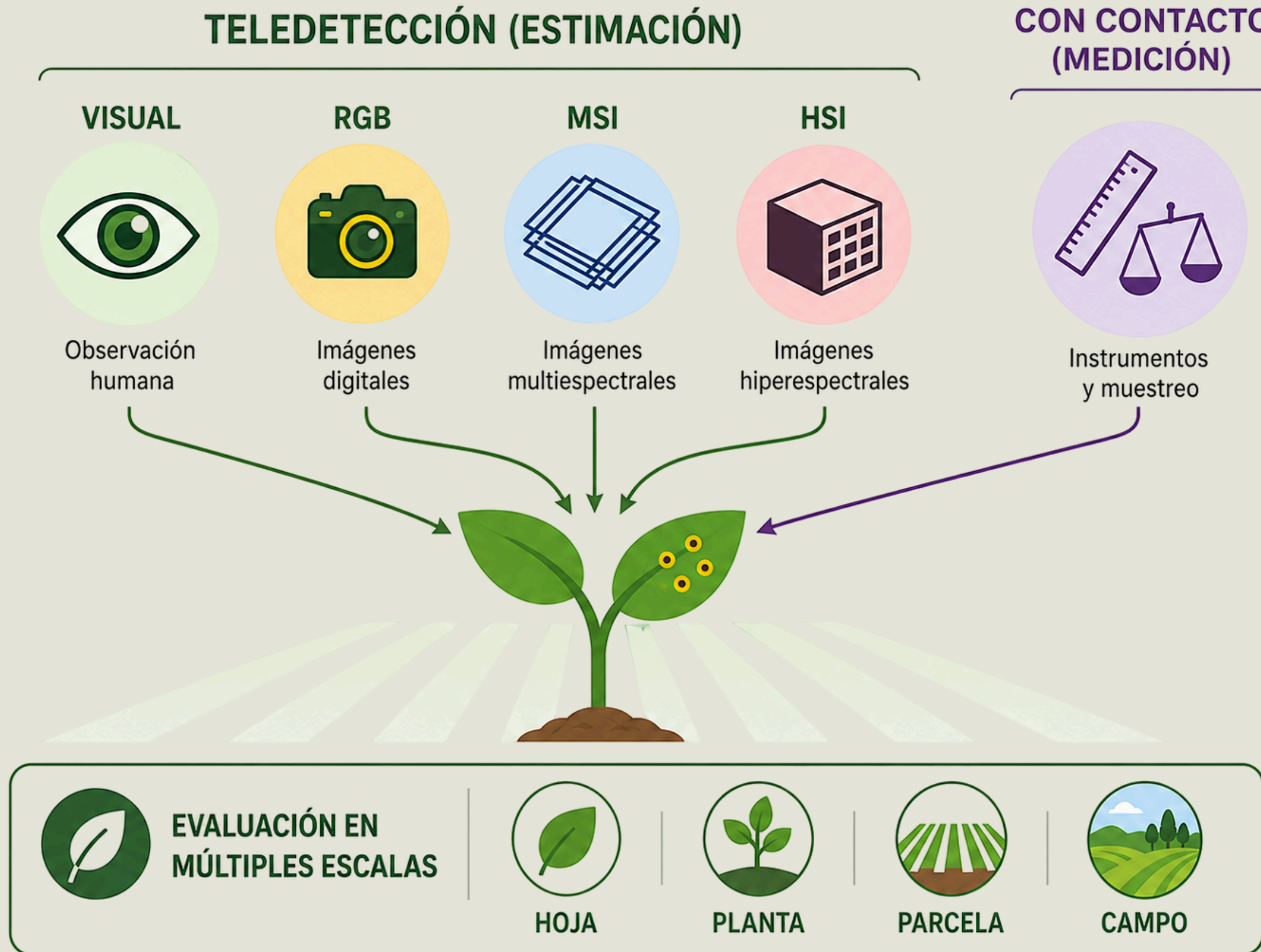
DIAGNÓSTICO MOLECULAR (PCR)



CUANTIFICACIÓN TRADICIONAL



Sensores remotos



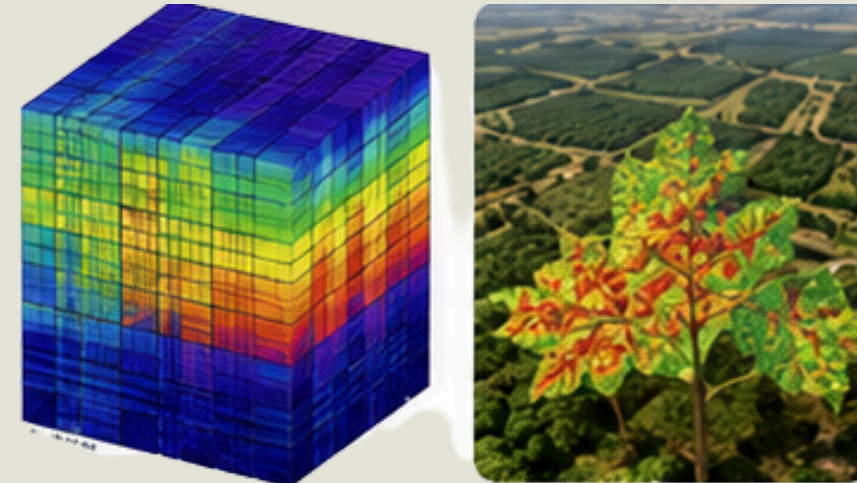
Tipos de sensores y escalas de aplicación



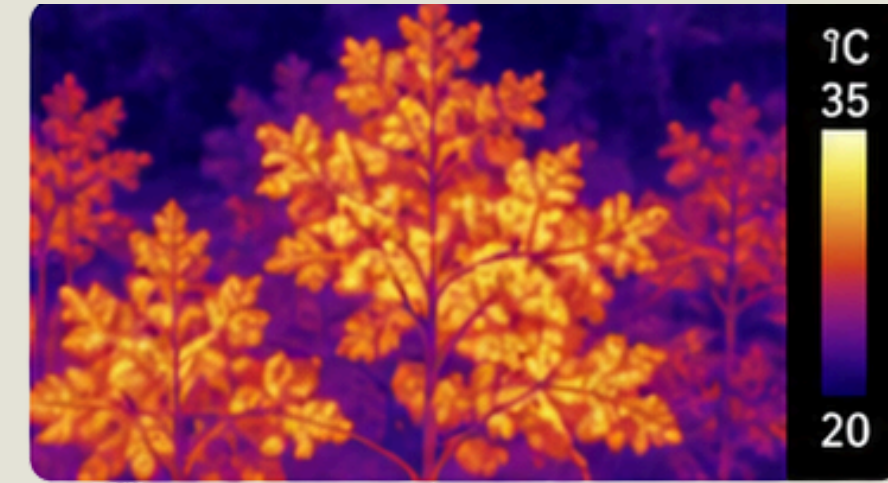
Sensores proximales
(focado en hojas)



Sensores multispectral
(focado en campo)



Sensores hiperespectrais
(focado en hoja o campo)



Termografía (aérea/terrestre)
(focado en planta)



Aplicaciones de sensores

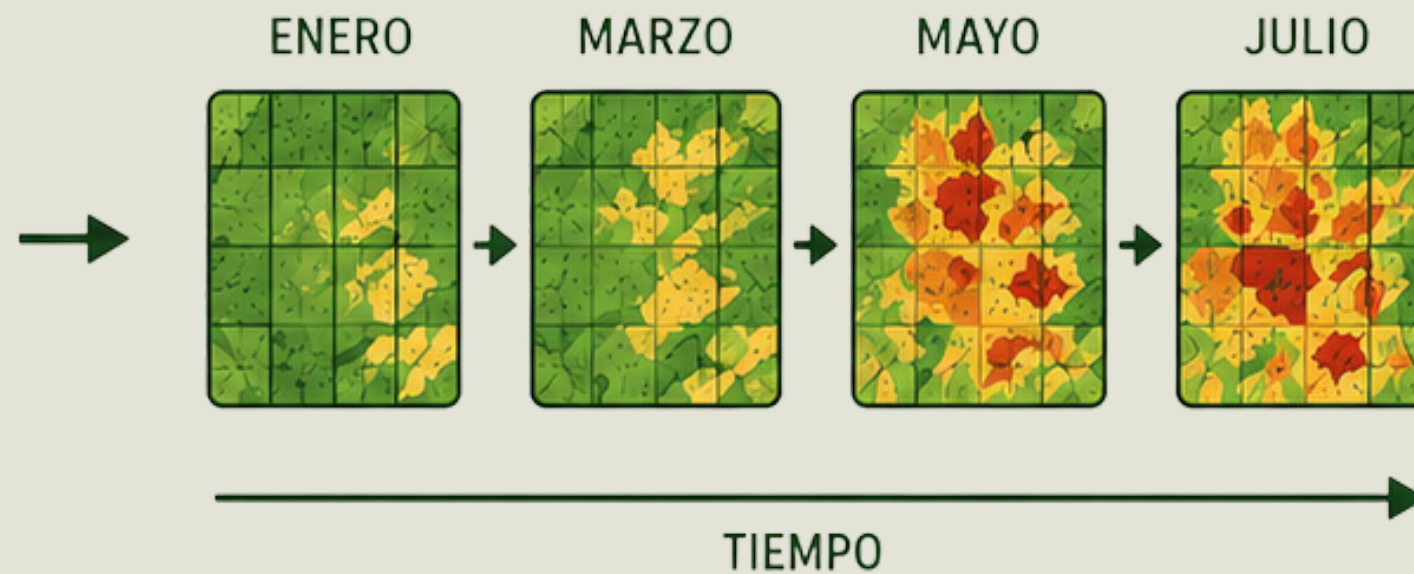
DETECCIÓN PRECOZ

Identifica alteraciones antes de que aparezcan los síntomas visibles.



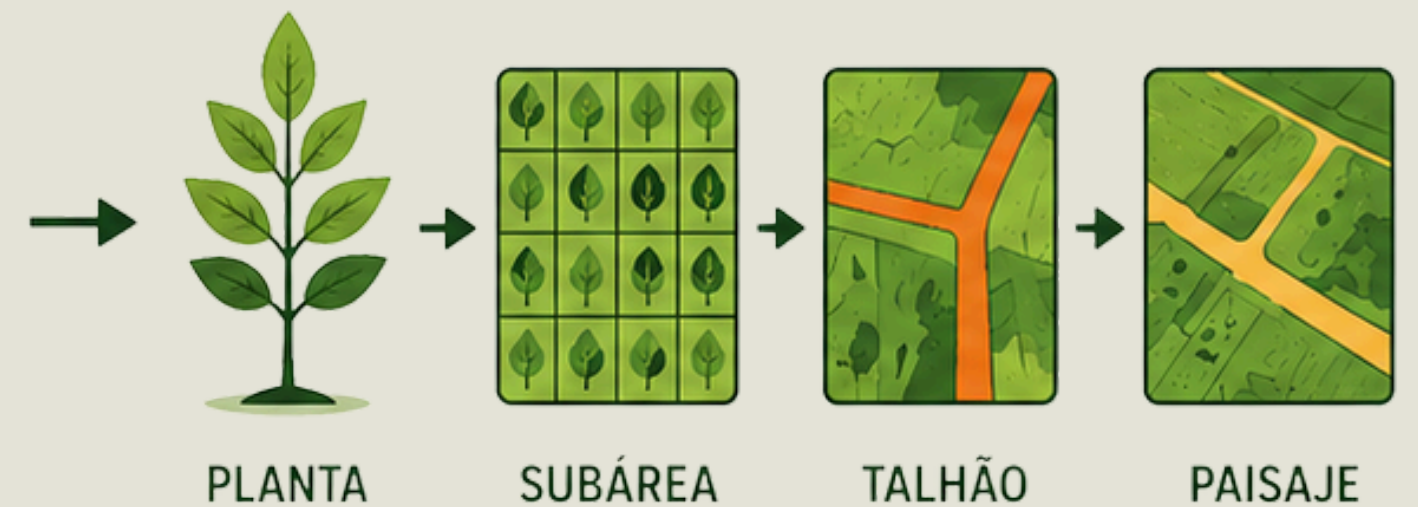
MAPEO ESPACIO-TEMPORAL

Series temporales de imágenes muestran la progresión de la enfermedad.

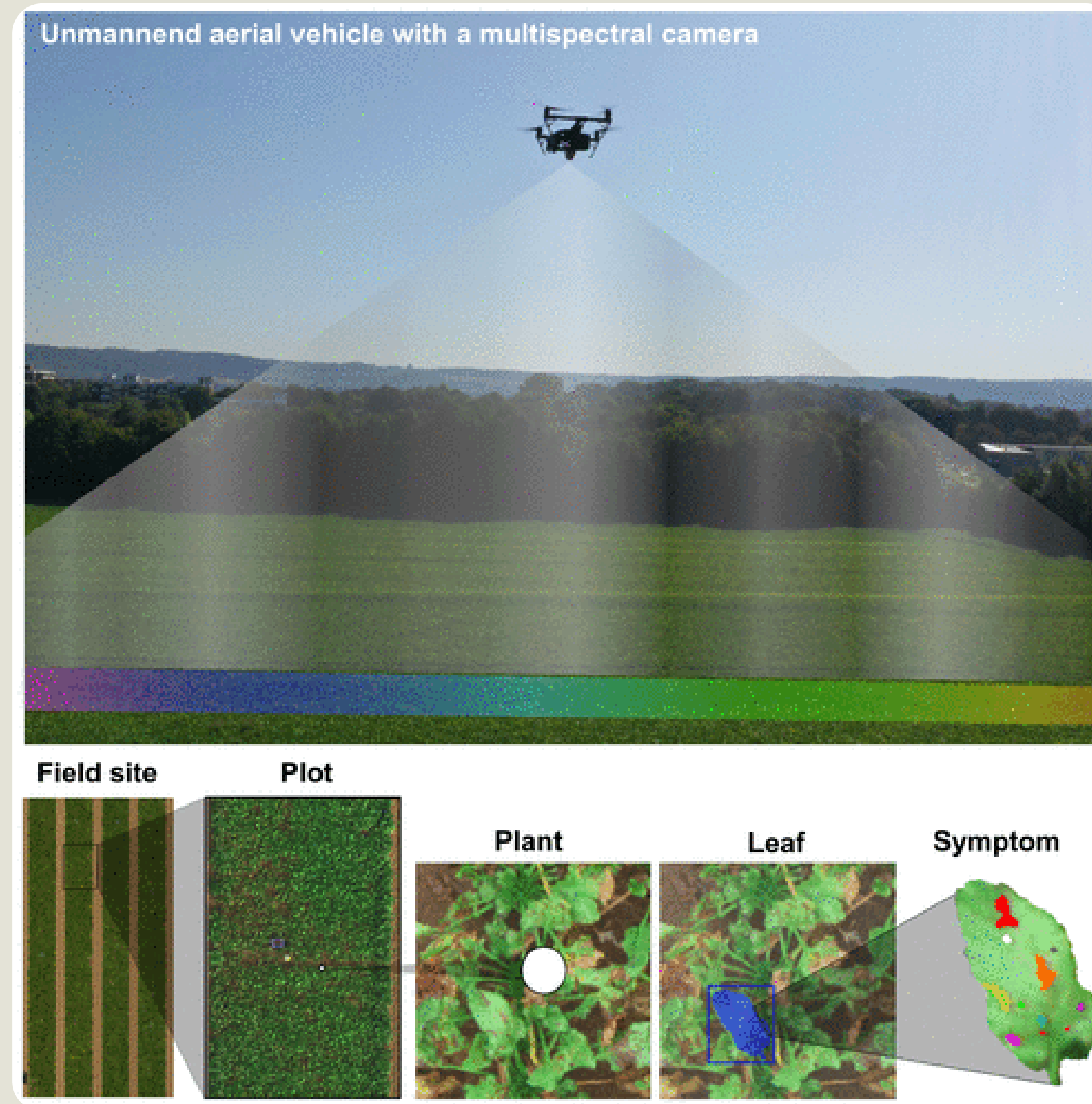


CUANTIFICACIÓN DE LA SEVERIDAD

Estimativa continua en diferentes escalas espaciales.



Aplicaciones potenciales



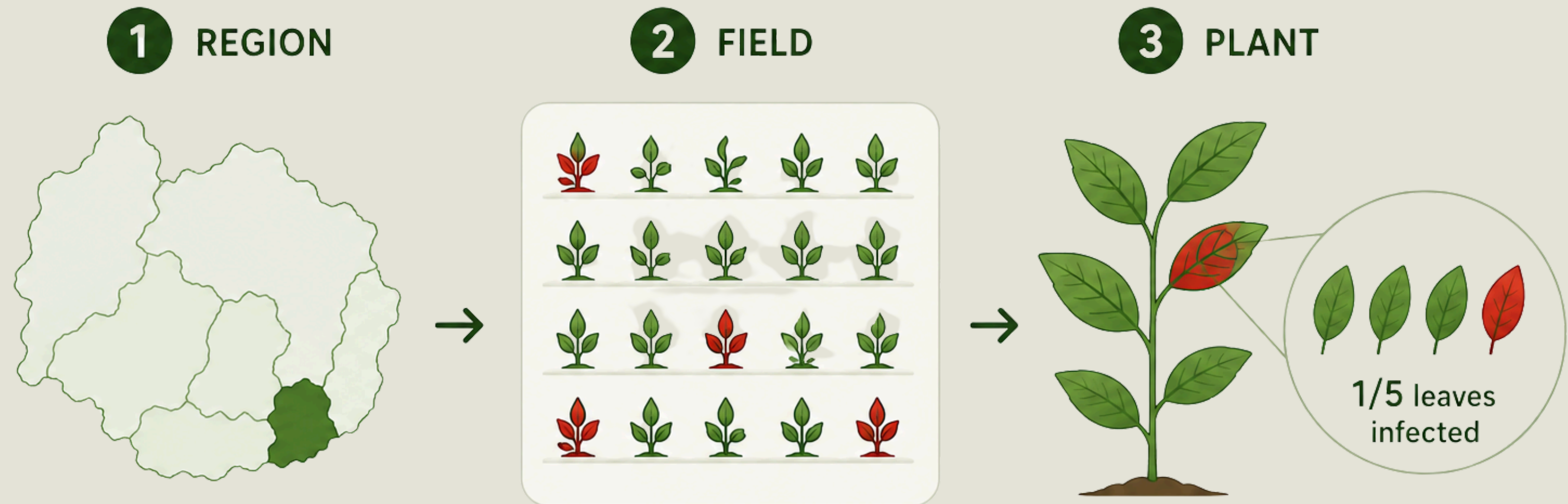
En realidad..



En la práctica, las observaciones a simple vista dominan las evaluaciones en experimentos y en el monitoreo de campo



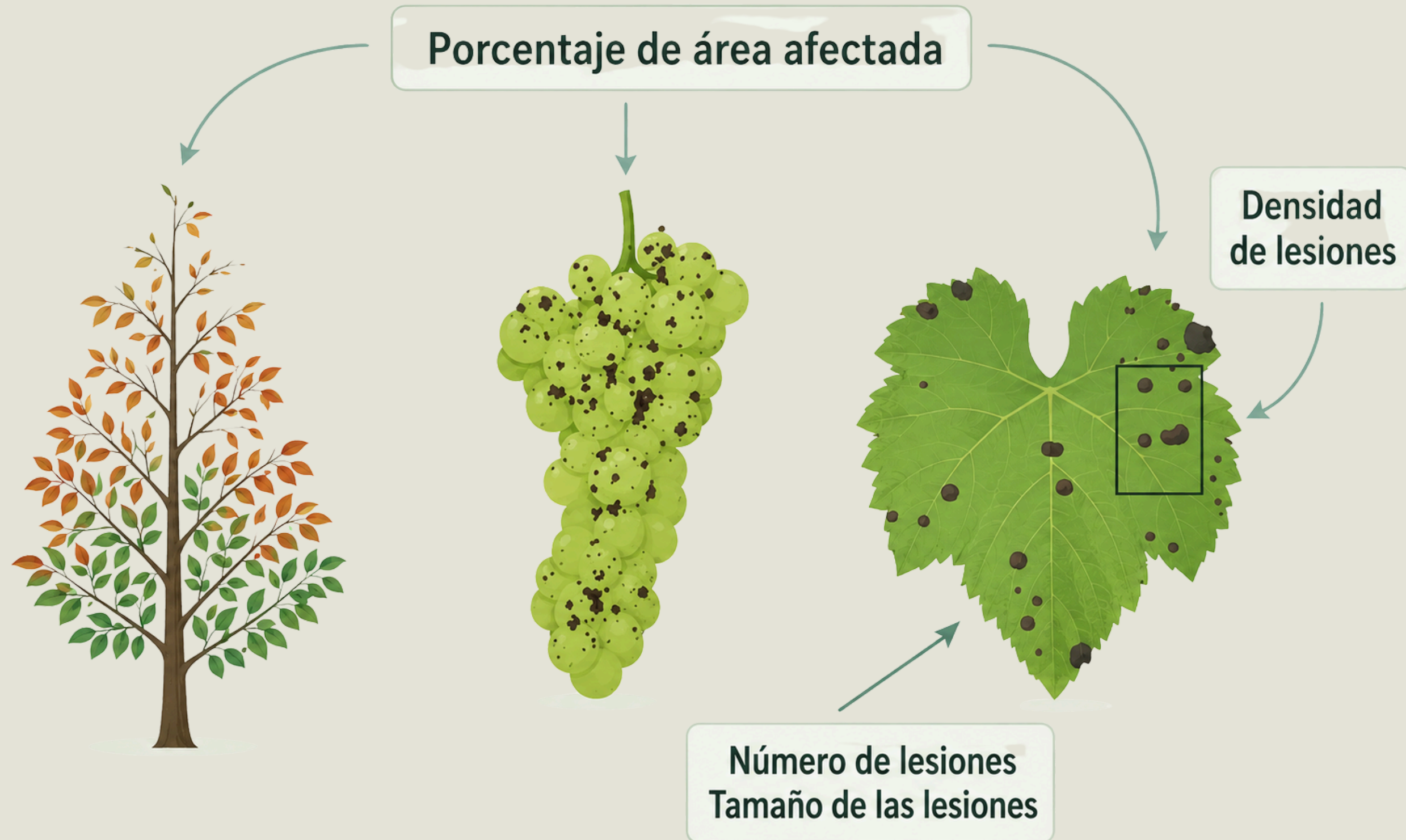
Conceptos importantes



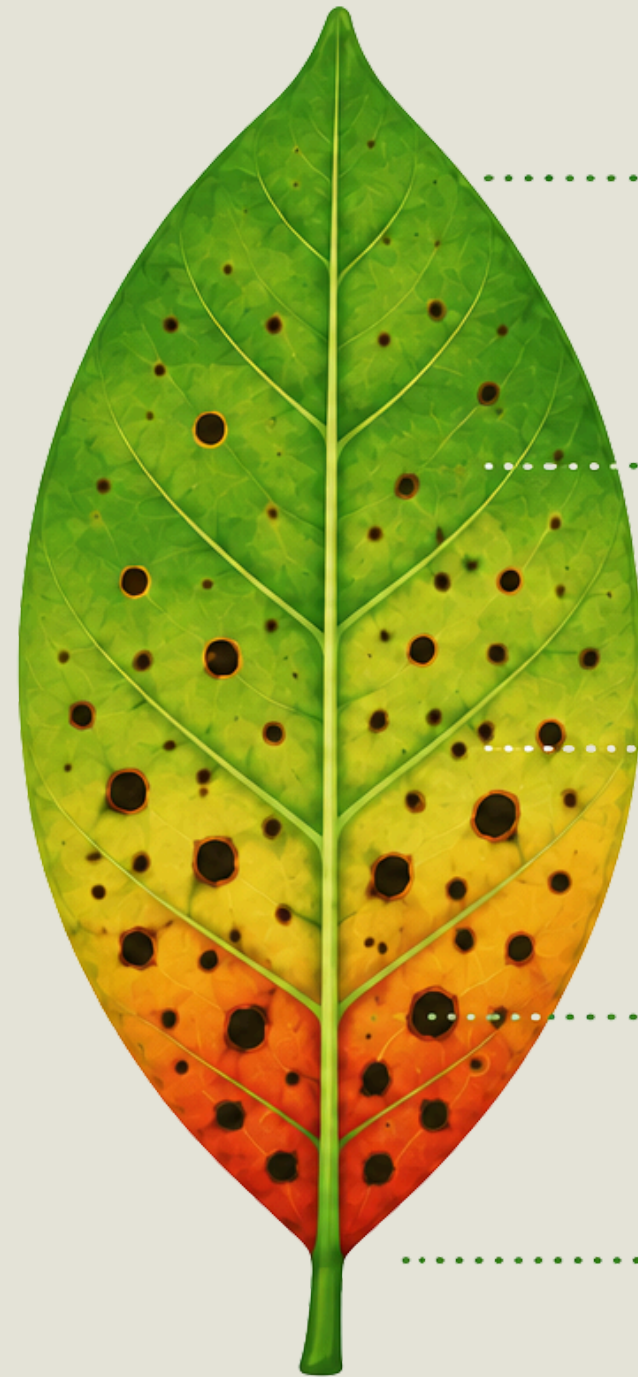
Prevalencia e incidencia



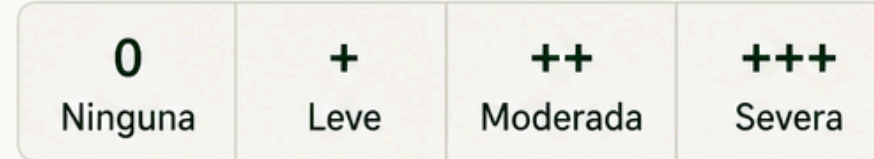
Concepto: severidad



Escalas de severidad



NOMINAL
(p. ej., leve,
moderada, severa)



ORDINAL
(cualitativa –
descripción)



ORDINAL
(cuantitativa –
intervalo %)



CONTEO
(p. ej., n. de lesiones)



RAZÓN
(% de escala)



Diferentes escalas para cuantificar la severidad de enfermedades.
Desde categorías simples hasta mediciones continuas.



Tipos de escalas de severidad

Ordinal



1 - Sin lesión



2 - Leve



3 - Moderada



4 - Severa



Escala ordinal y descriptiva con diagrama



Ordinal



% de intervalo



% de punto medio

Categoría H-B	Rango de severidad de la enfermedad (%)	Punto medio
1	0	0
2	0-3	1.5
3	3-6	4.5
4	6-12	9.0
5	12-25	18.5
6	25-50	37.5
7	50-75	62.5
8	75-88	81.5
9	88-94	91.0
10	94-97	95.5
11	97-100	98.5
12	100	100

Ordinal

1



2



3



4



5

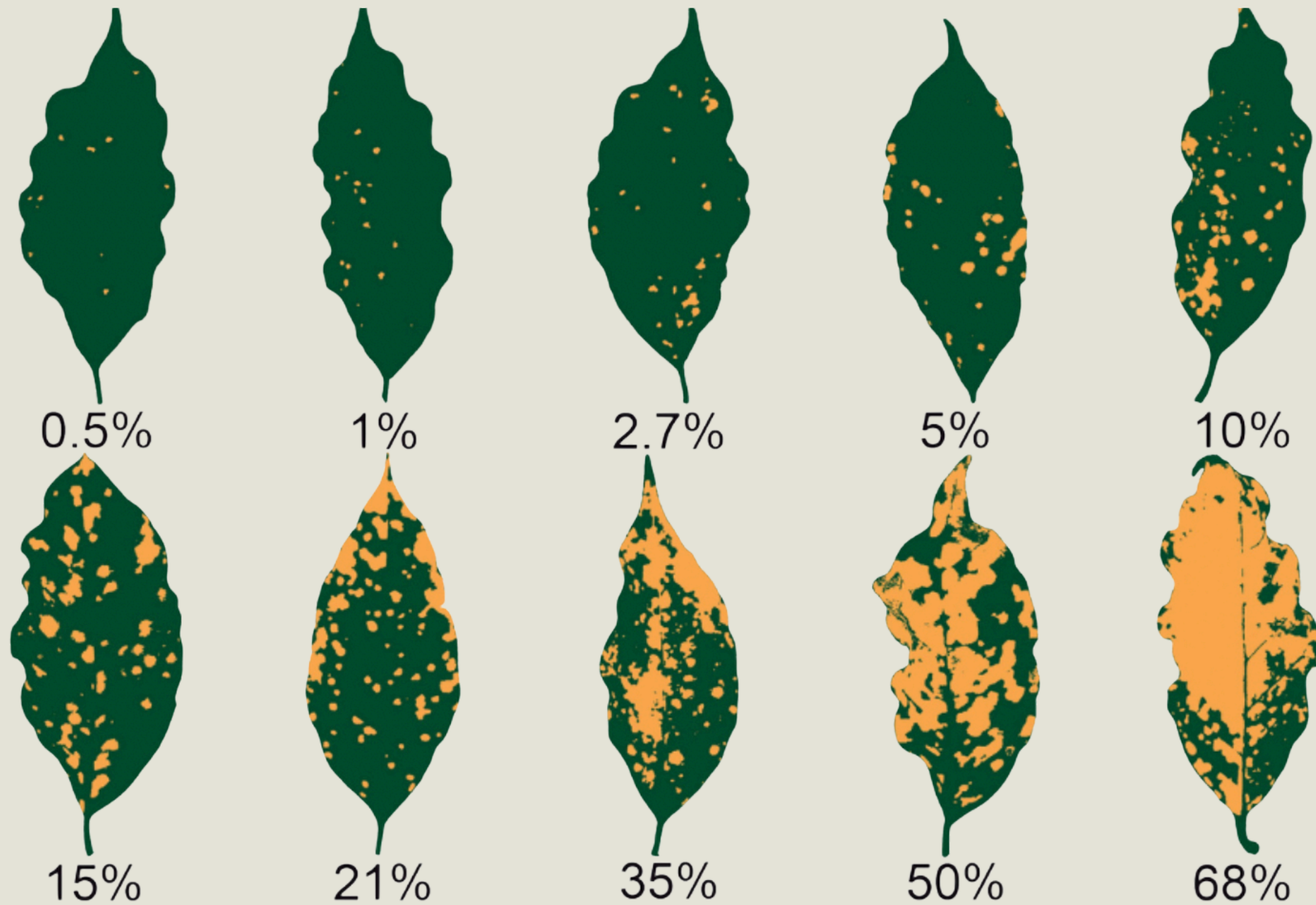


6

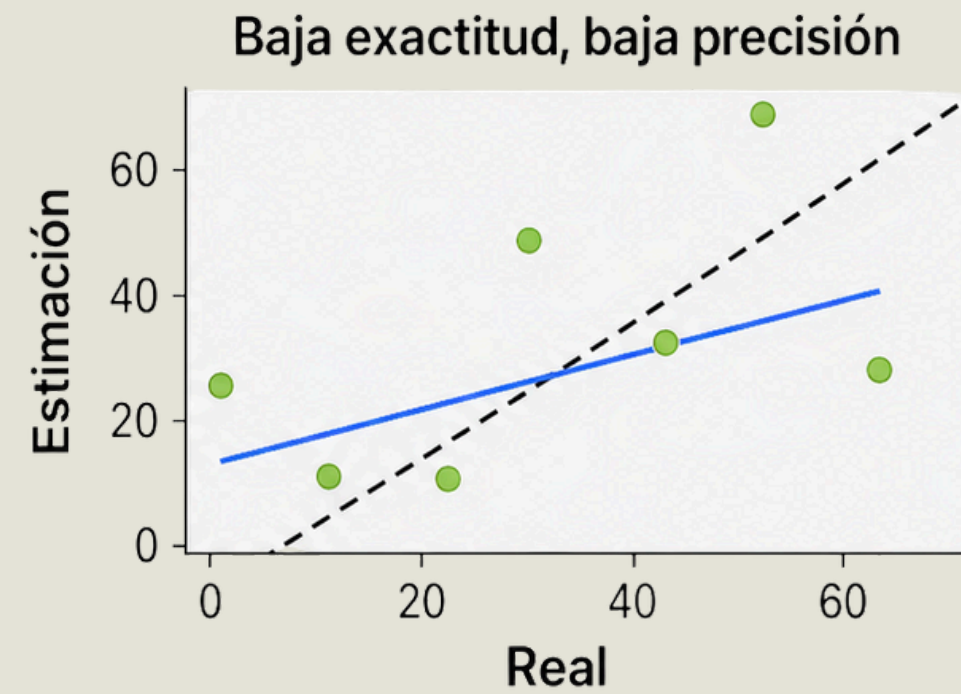
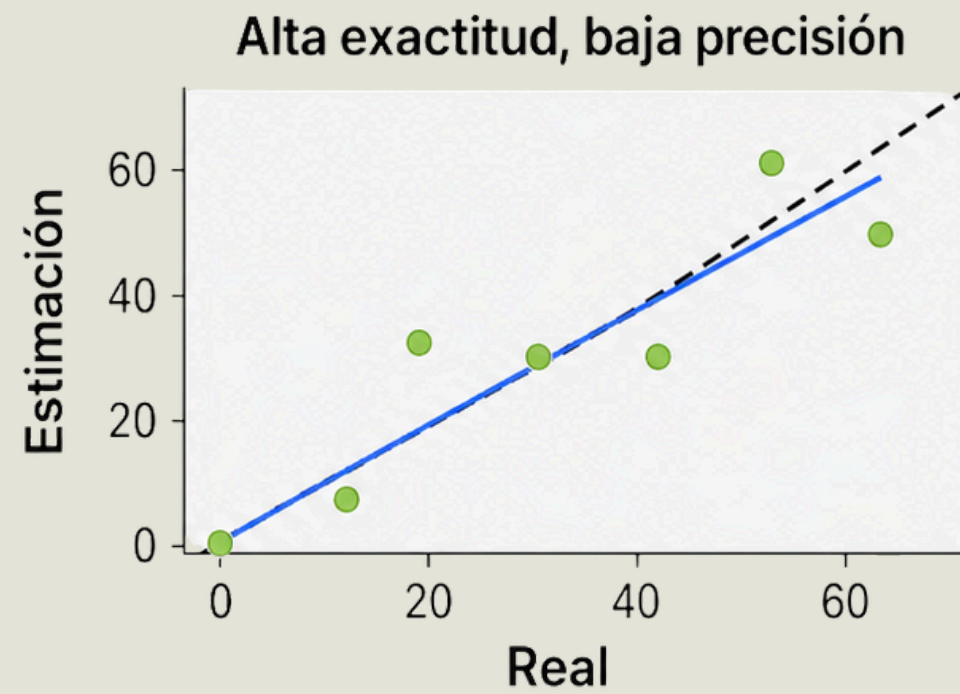
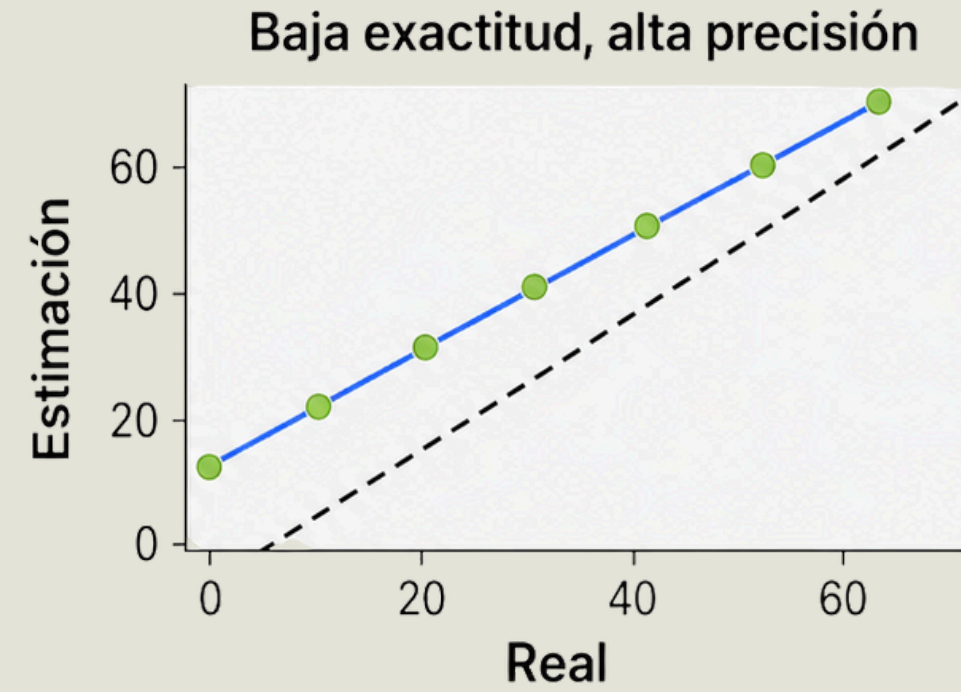
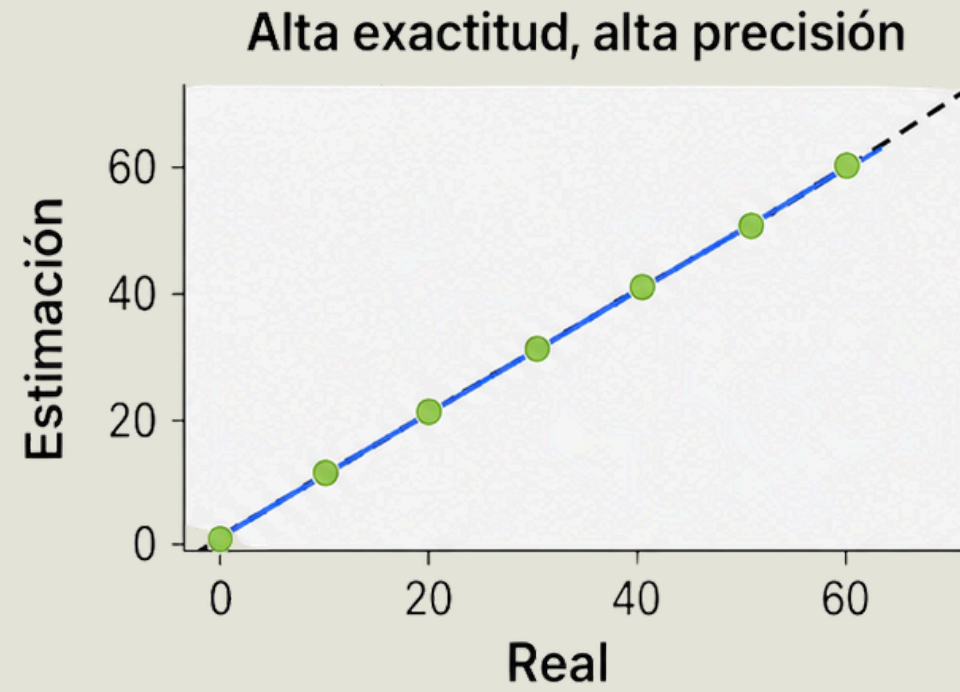


Escala ordinal con diagrama

Diagramas de area standard (DAS)

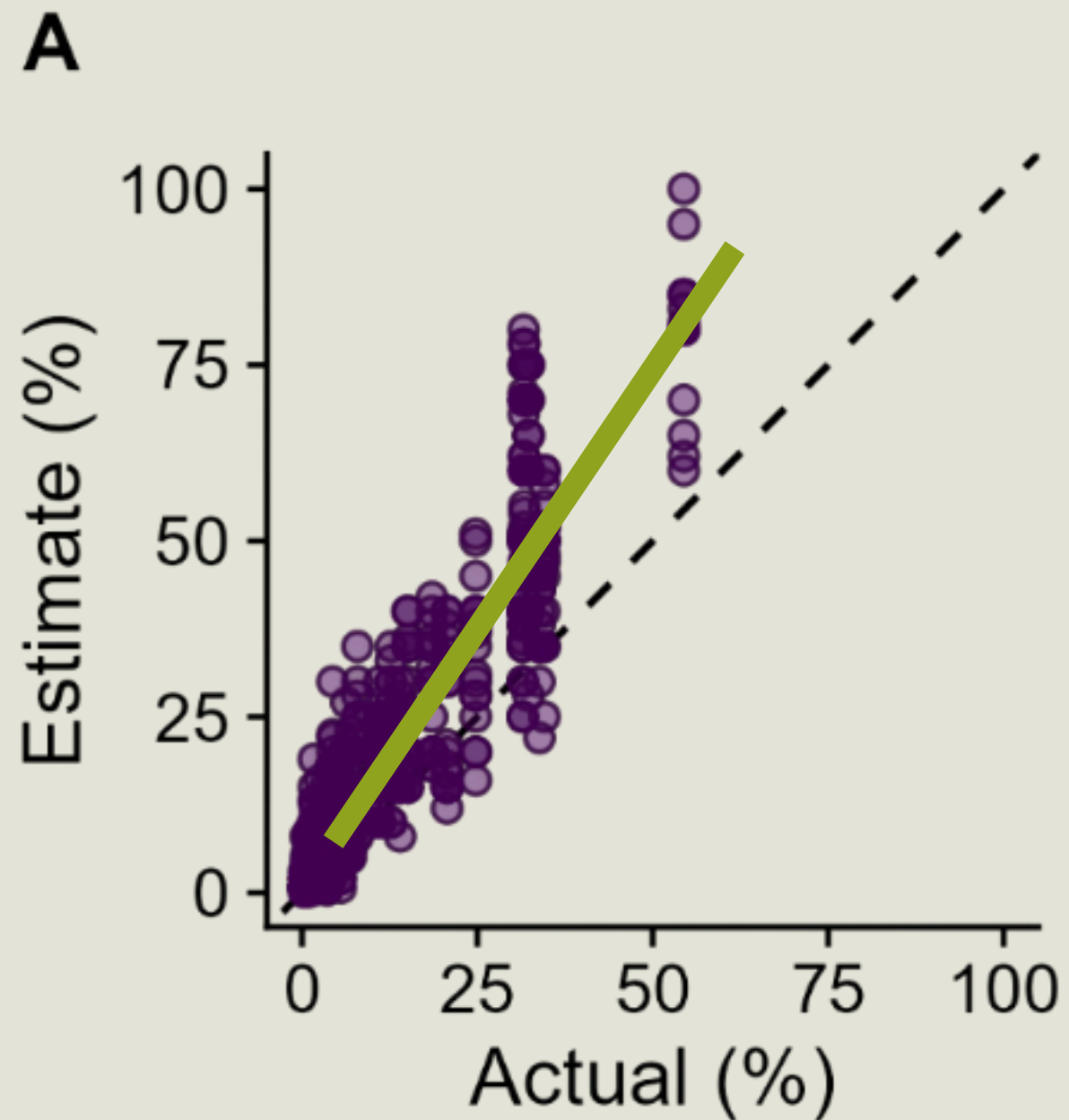


Exactitud y precisión

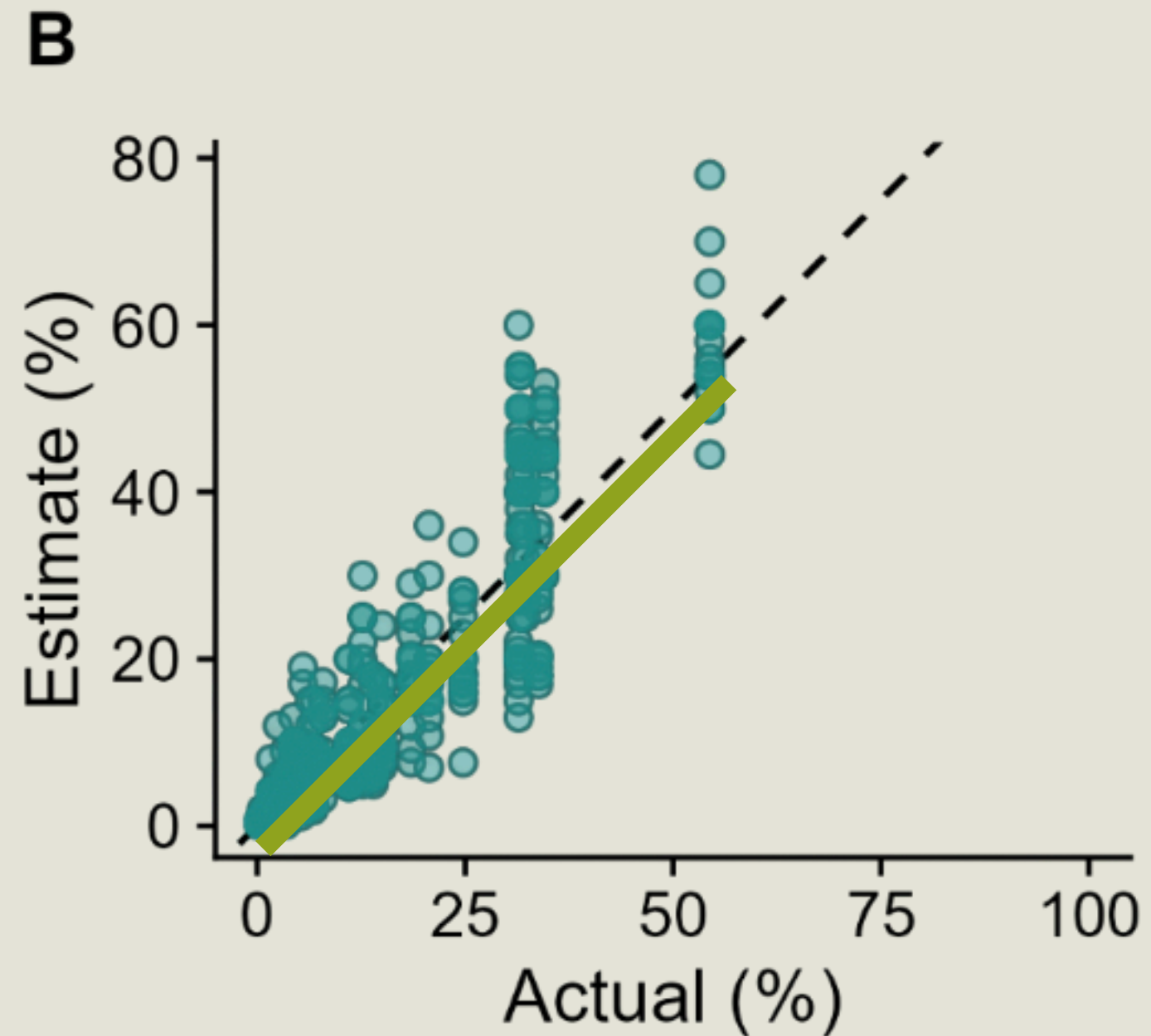


Por que utilizar diagramas?

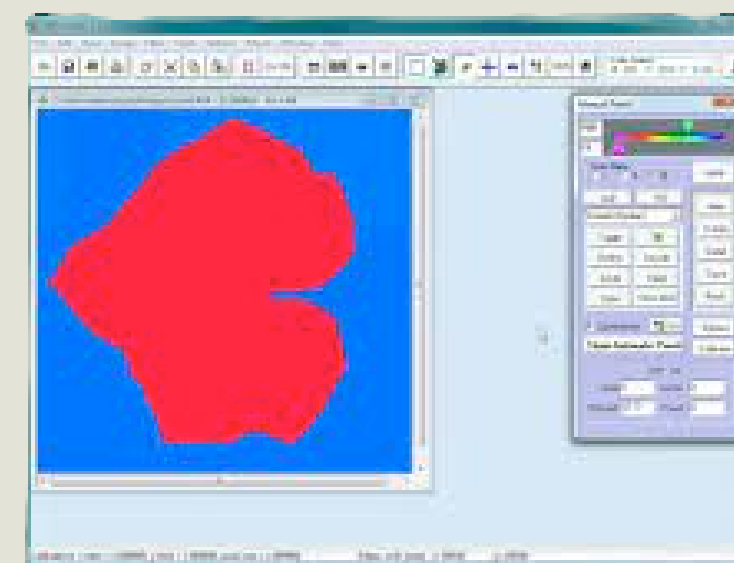
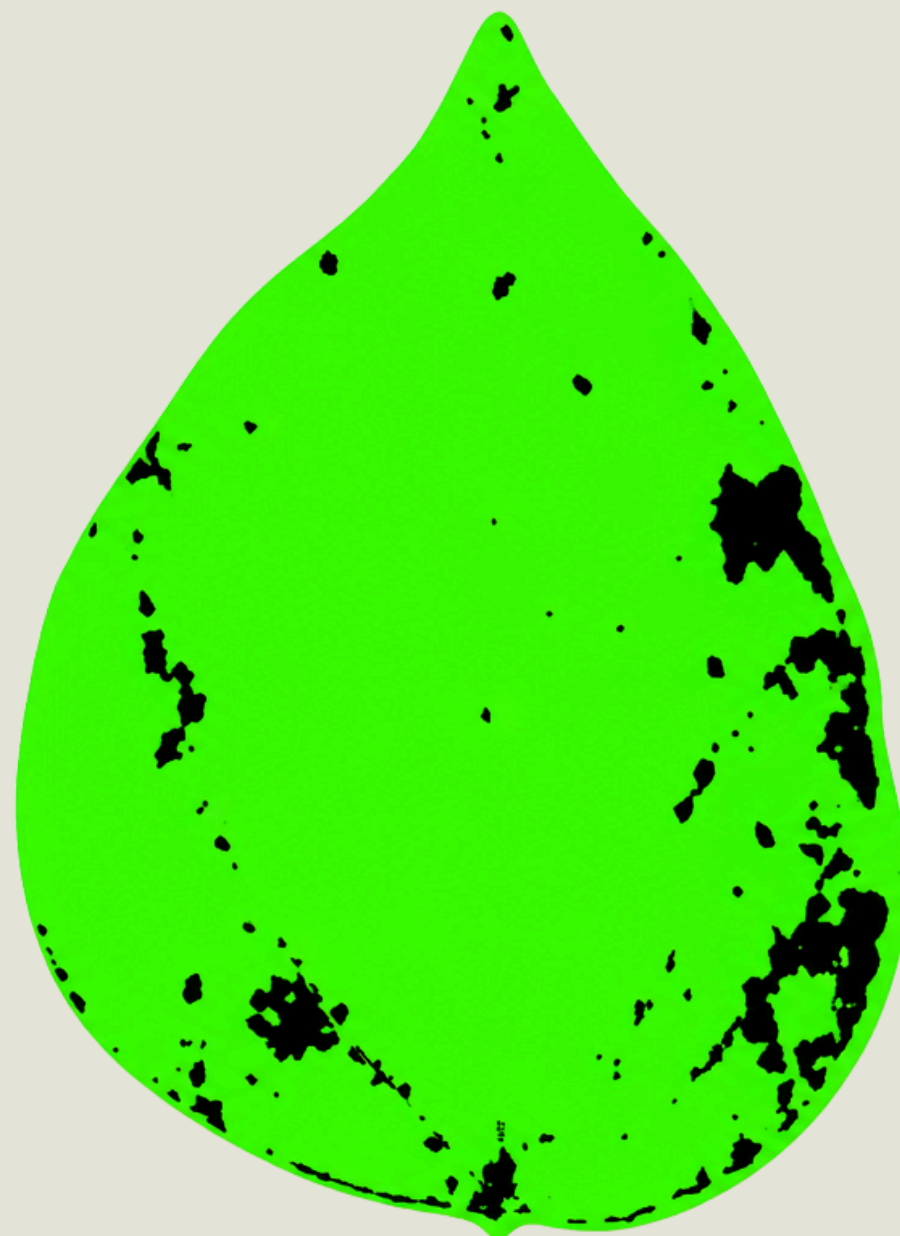
Sin DAS



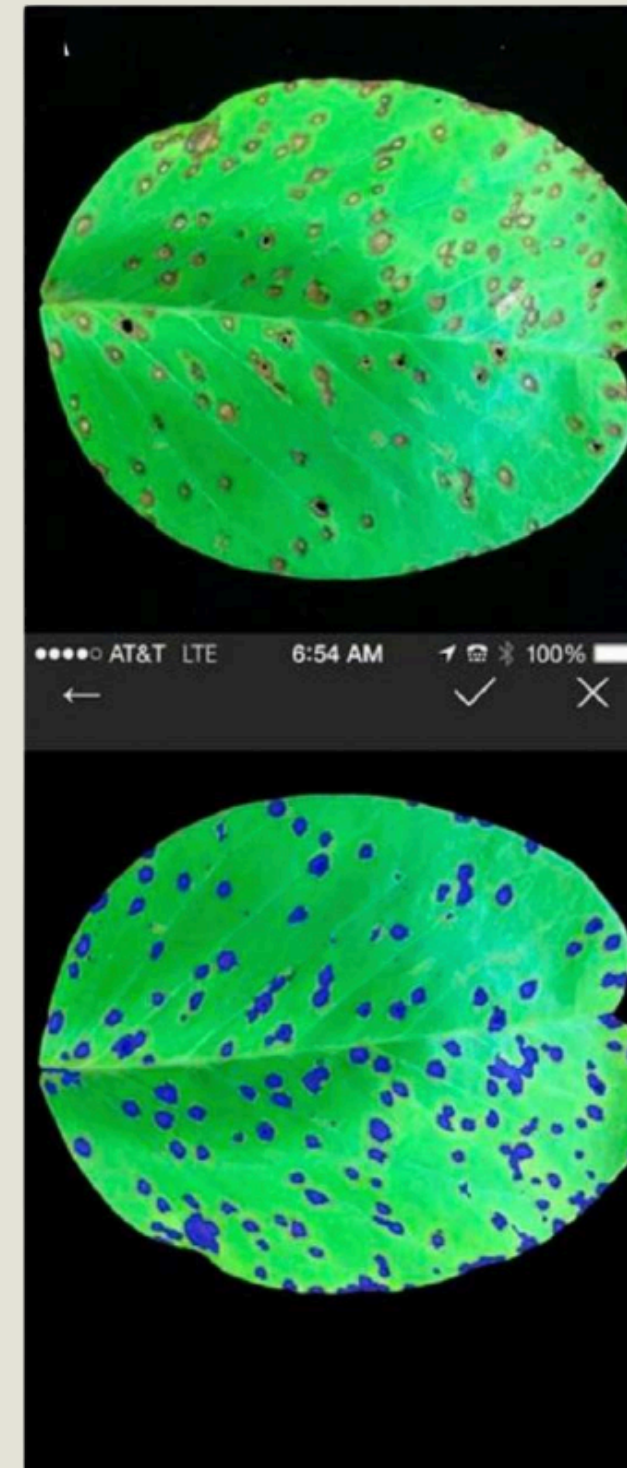
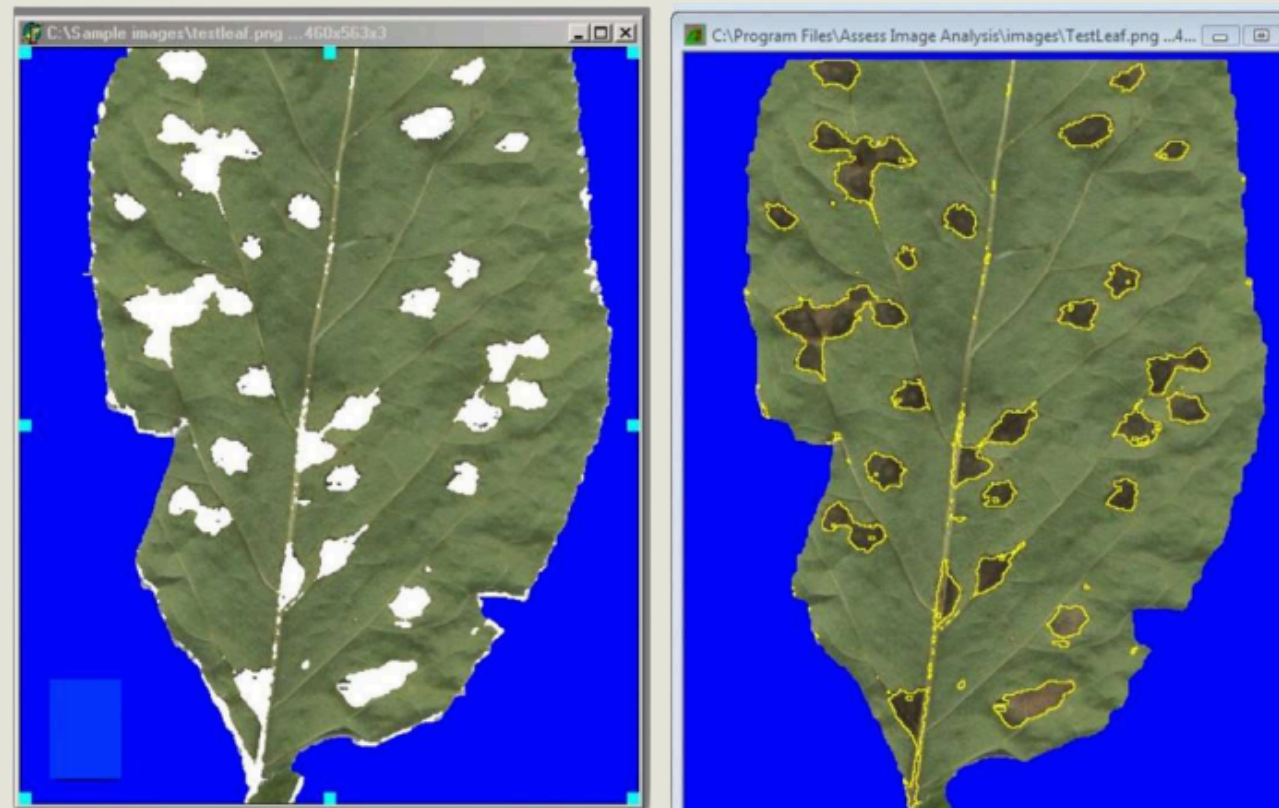
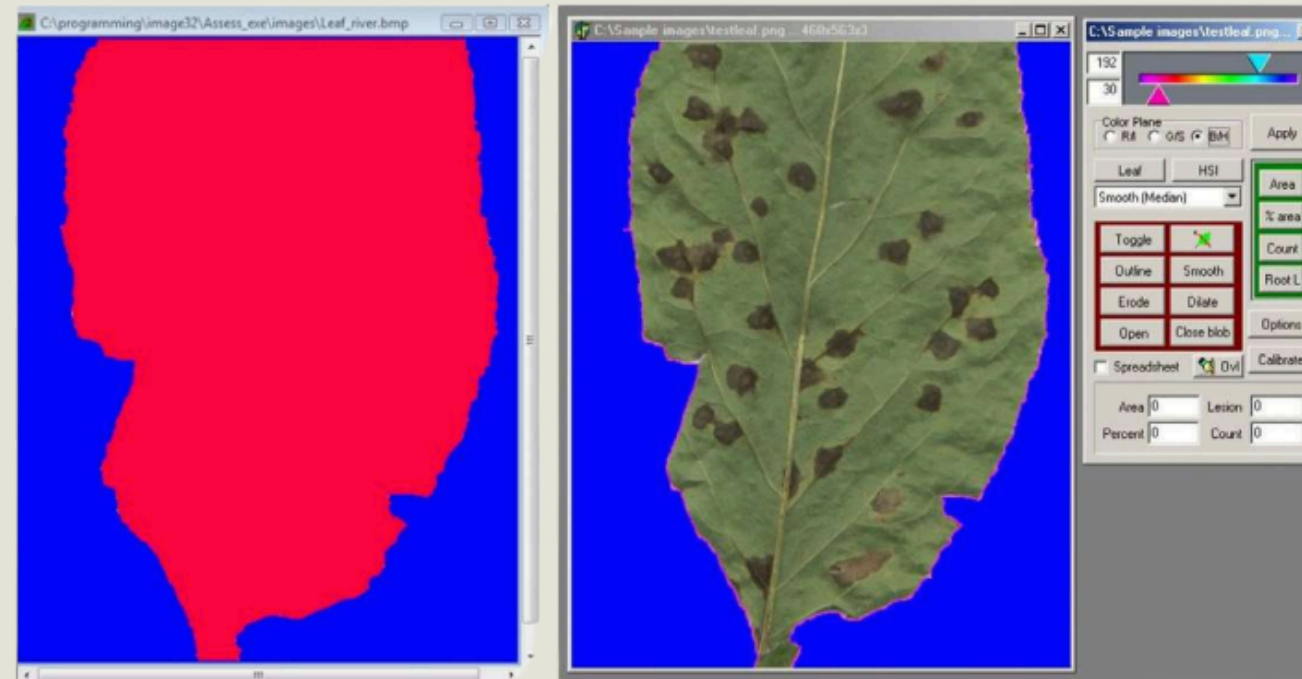
con DAS



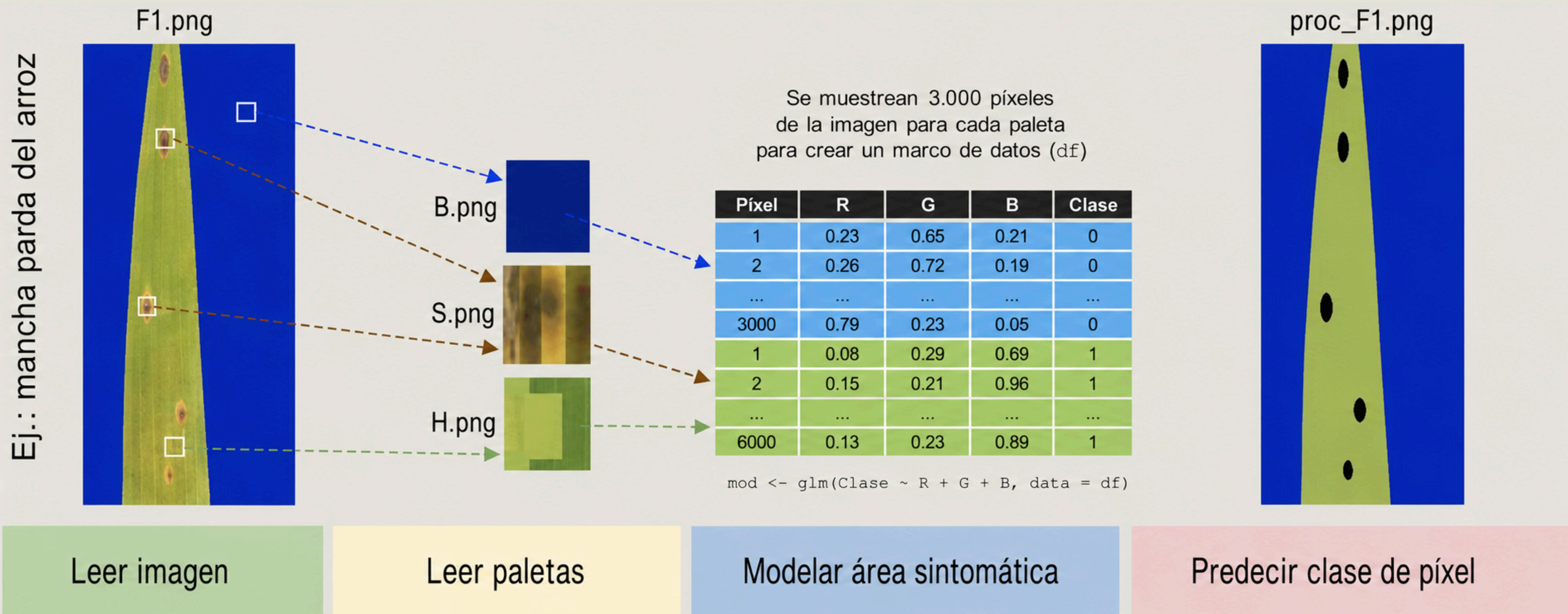
Cómo desarrollar DAS



Cómo desarrollar DAS




Cómo desarrollar DAS



Dónde se encuentra DAS

SADBank - a collection of SAD research



198
SADS

76
HOSTS

146
PATHOGENS

Enter Database

Start Home SADs Stats About

<https://edelponte.shinyapps.io/sadbank/>




Sesiones de entrenamiento

-PER Evaluación

Nombre:

Seleccione la escala que utilizara para el entrenamiento Hojas Disponibles: 60

-PER
validar




0 (0%) 1 (2%) 2 (7%) 3 (20%) 4 (45%) 5 (45%) 6 (≥70%)

Laboratorio Nacional de Referencia Epidemiológica Fitosanitaria **LANREF 2013**

Duración de cada reactivo: 01 Seg Número de hojas que utilizara: / 60

TraineR2 for mobile



TraineR2

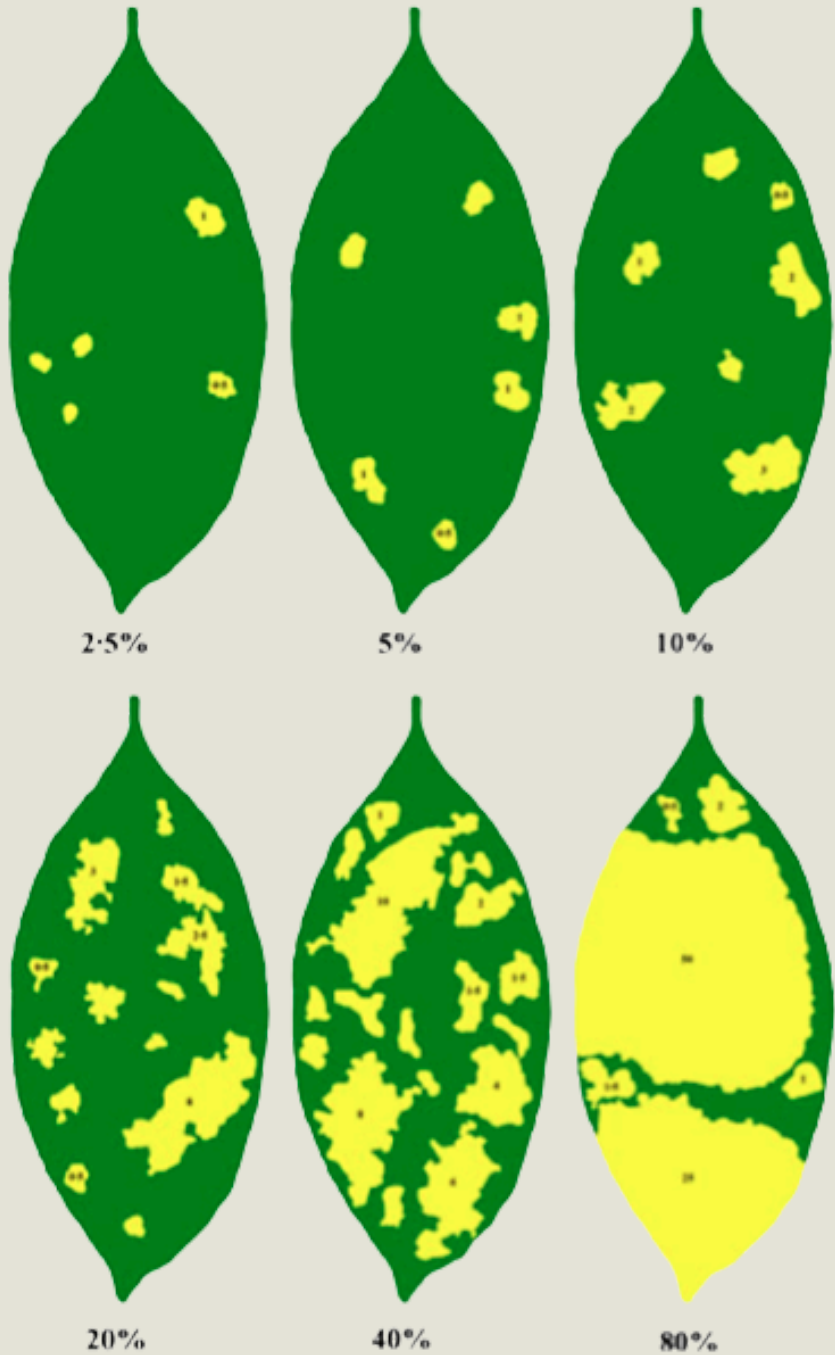
Ready to sharpen your disease assessment skills?

Home Training Results Info

<https://delponte.shinyapps.io/traineR2/>

DAS para roya del café

Coffee leaf rust
(*Hemileia vastatrix*)



Source: Capucho et al. (2011)

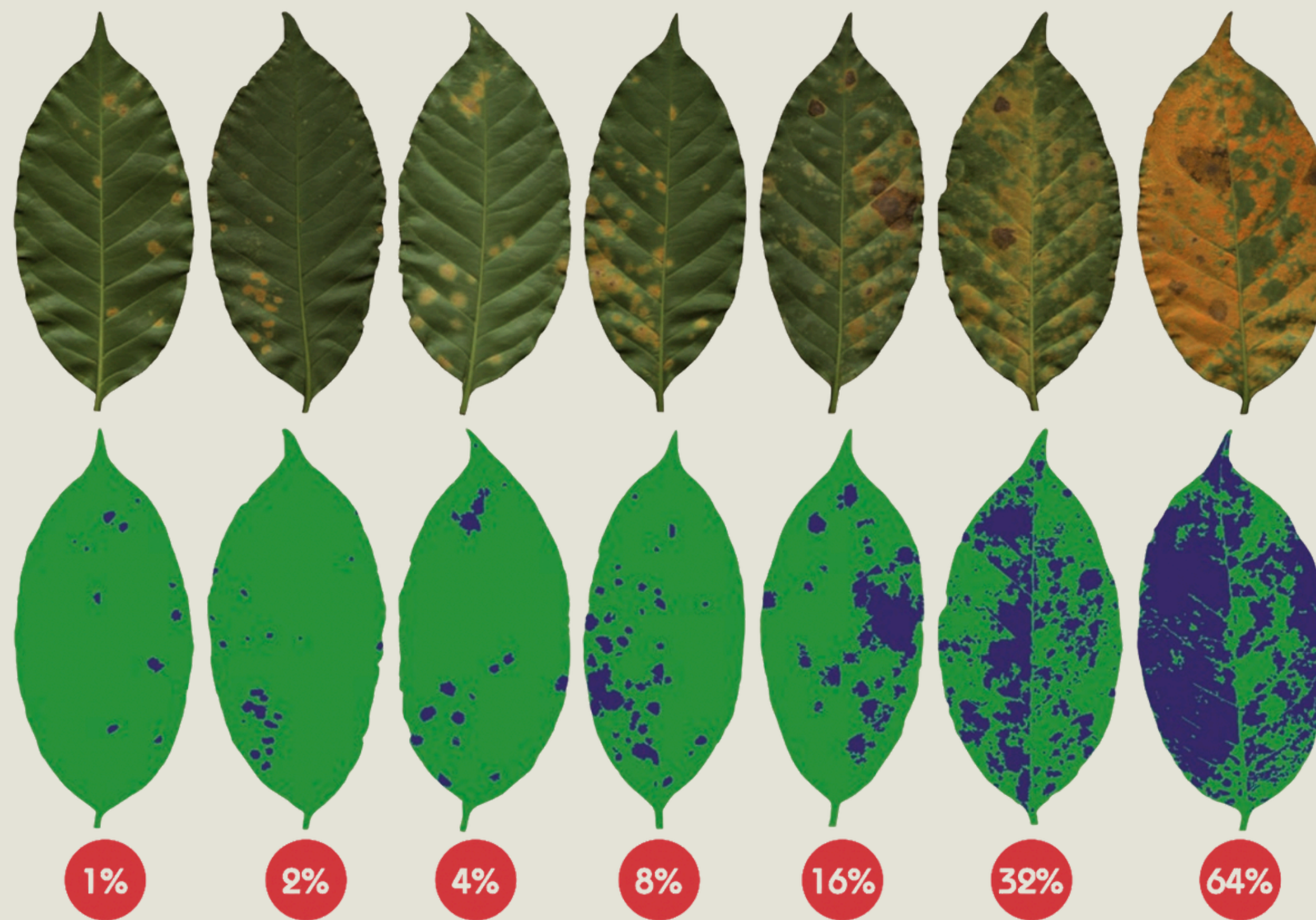
Coffee leaf rust
(*Hemileia vastatrix*)

Level 0 (0,0%)	0,0%	0,0%	Fleck
Level 1 (0,1 – 1,0 %)	0,2%	0,7%	
Level 2 (1,1 – 2,0 %)	1,2%	1,5%	1,9%
Level 3 (2,1 – 5,0 %)	2,5%	3,3%	4,7%
Level 4 (5,1 – 10,0 %)	5,6%	7,6%	9,3%
Level 5 (10,1 – 25,0 %)	10,8%	17,7%	20,4%
Level 6 (>25,1 %)	27,3%	44,5%	53,9%

Figueiredo et al. (2022)



DAS para roya del café



CENICAFE

Nueva DAS para roya del café

PREPRINT

Romero-Benavides et al. (2026)

Standard Area Diagram Design Determines Accuracy, Speed, and Sampling Efficiency in Coffee Leaf Rust Assessment

Mary Paz Romero-Benavides¹; Hugo Sebastião Sant' Anna Andrade²; Emmeline Machado França²; Débora Ribeiro Gonçalves²; Luciana Gomes Soares²; Carlos Victor Vieira Queiroz²; Isabella Pinto de Oliveira²; Waldênia de Melo Moura²; Emerson M. Del Ponte^{1*}

¹ Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil 36570-900

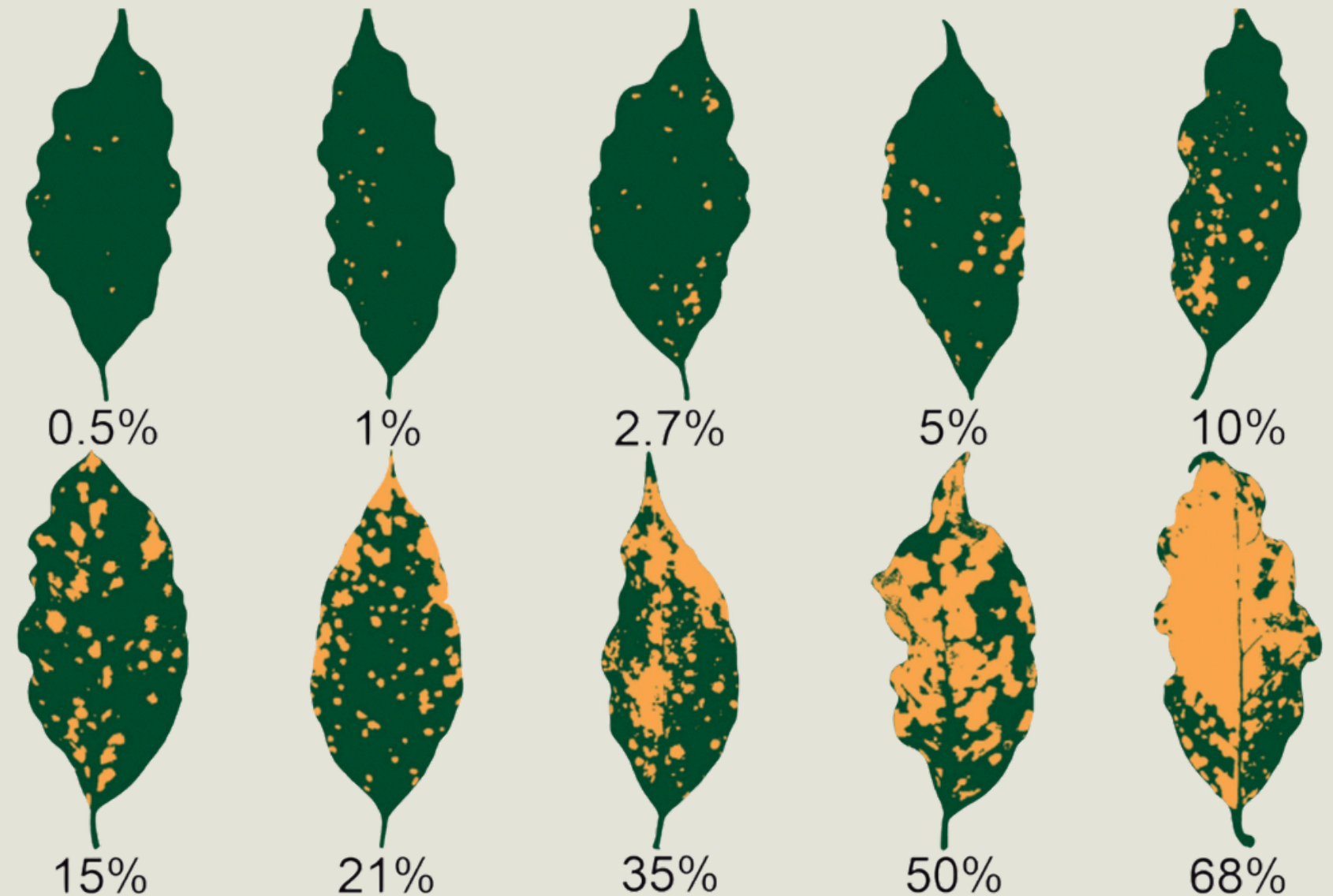
² EPAMIG Sudeste, Viçosa, MG, Brazil 36571-000



Metodología

Se desarrolló una escala diagramática para la roya del café.

- 10 diagramas.
- Fácil de leer, ilustrada
- Rango alto de severidad (0–68%)
 - 2 conjuntos de imágenes usados (+900 imágenes): Luz natural y luz de estudio.



Metodología : Validación de la escala

Laboratorio:

17 evaluadores x 40 hojas

Sin apoyo vs Apoyo Antigo vs Nuevo

Sin experiencia previa

En el campo:

2 evaluadores entrenados x 3 parcelas

x 20 plantas x 4 ramas x 4 hojas.

Antiguo vs Nuevo

Tiempo por rama

Fotos al nivel de rama.



Level 0 (0,0%)			
Level 1 (0,1 - 1,0 %)			
Level 2 (1,1 - 2,0 %)			
Level 3 (2,1 - 5,0 %)			
Level 4 (5,1 - 10,0 %)			
Level 5 (10,1 - 25,0 %)			
Level 6 (>25,1 %)			



Metodología : Muestreo

→ Precisión y eficiencia (tiempo)



2 R × 2 F

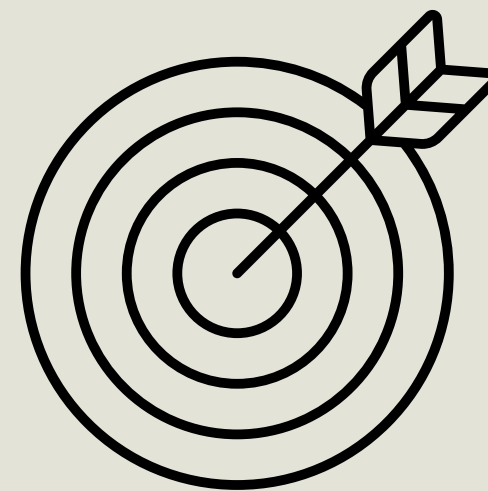
2 R × 4 F

4 R × 2 F

4 R × 4 F

Hoja → Rama → Planta → Parcela

- Variancia en los componentes
- Variancia entre parcelas
- Costo = Tiempo

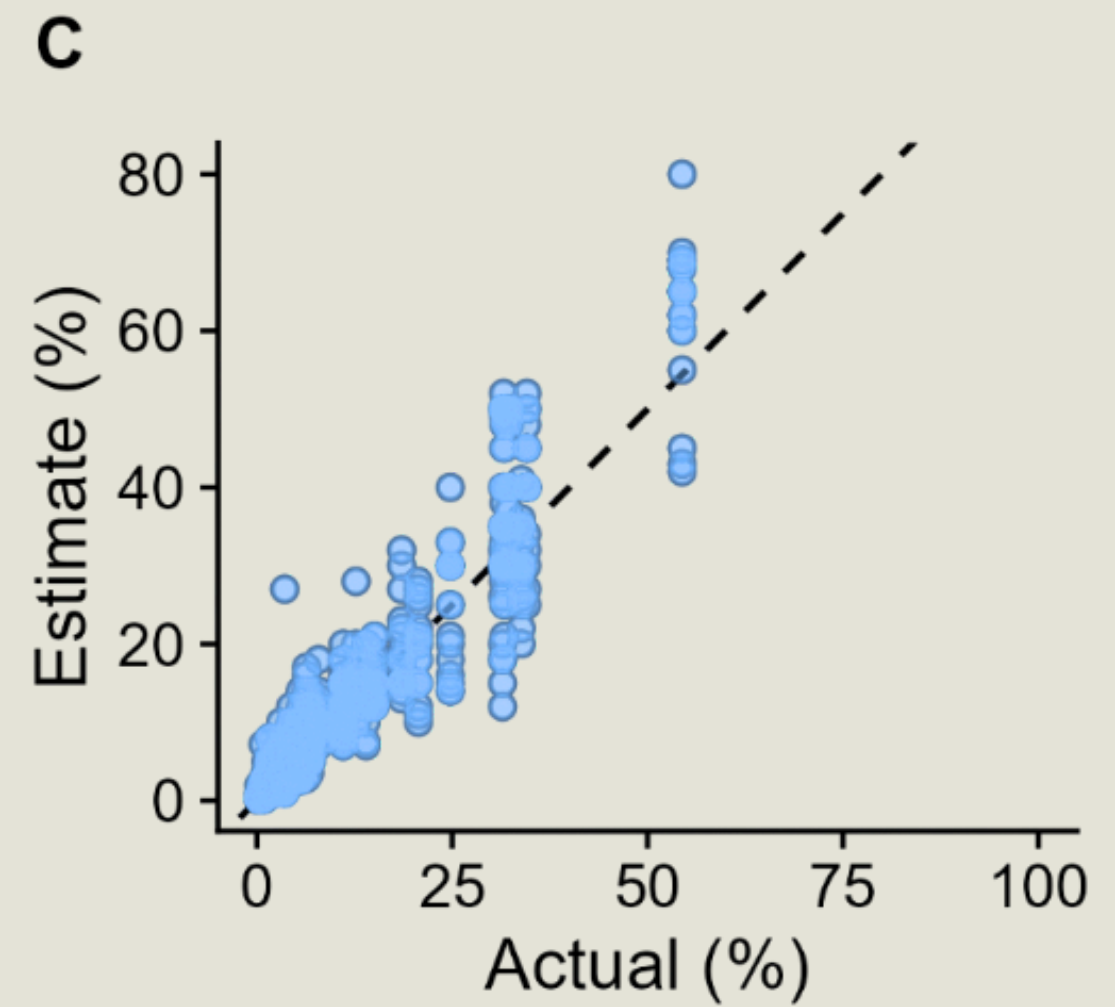
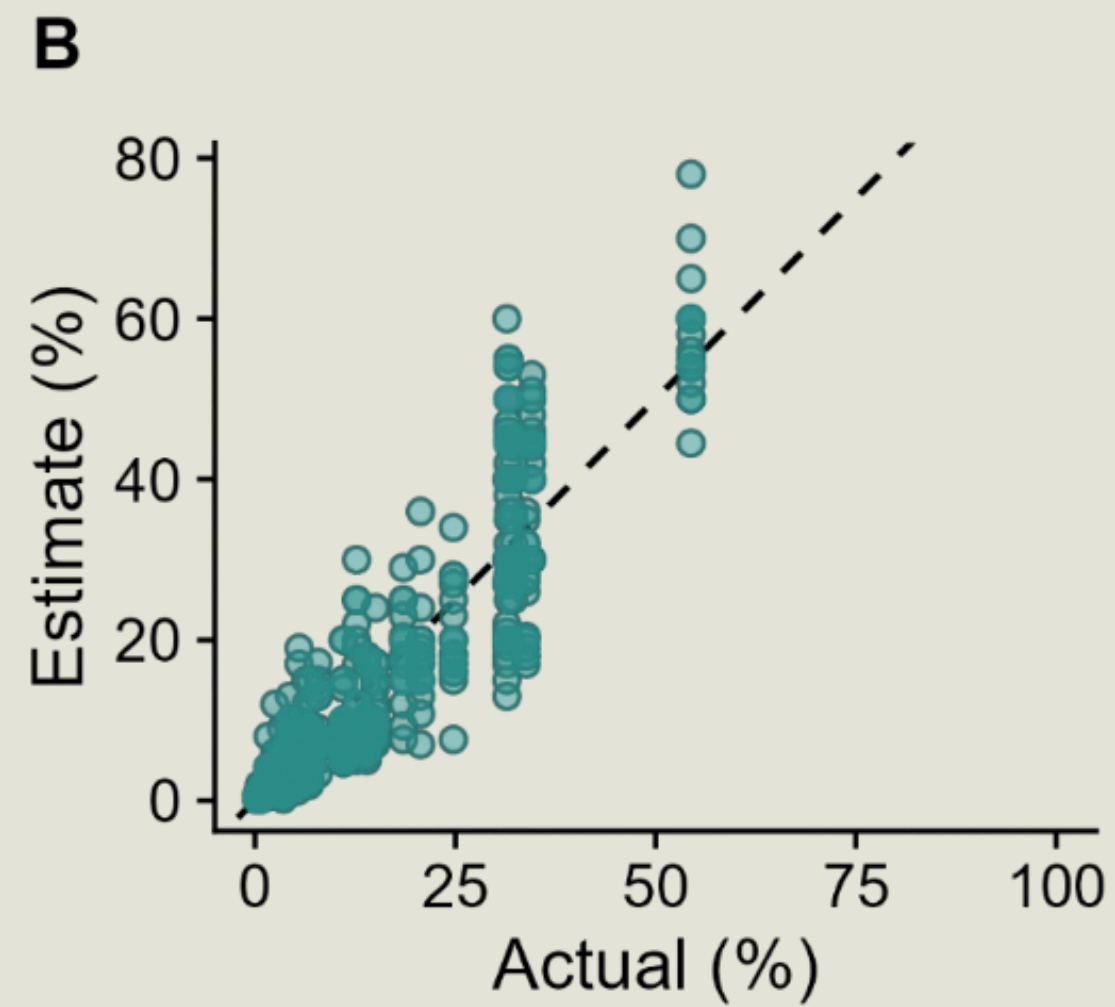
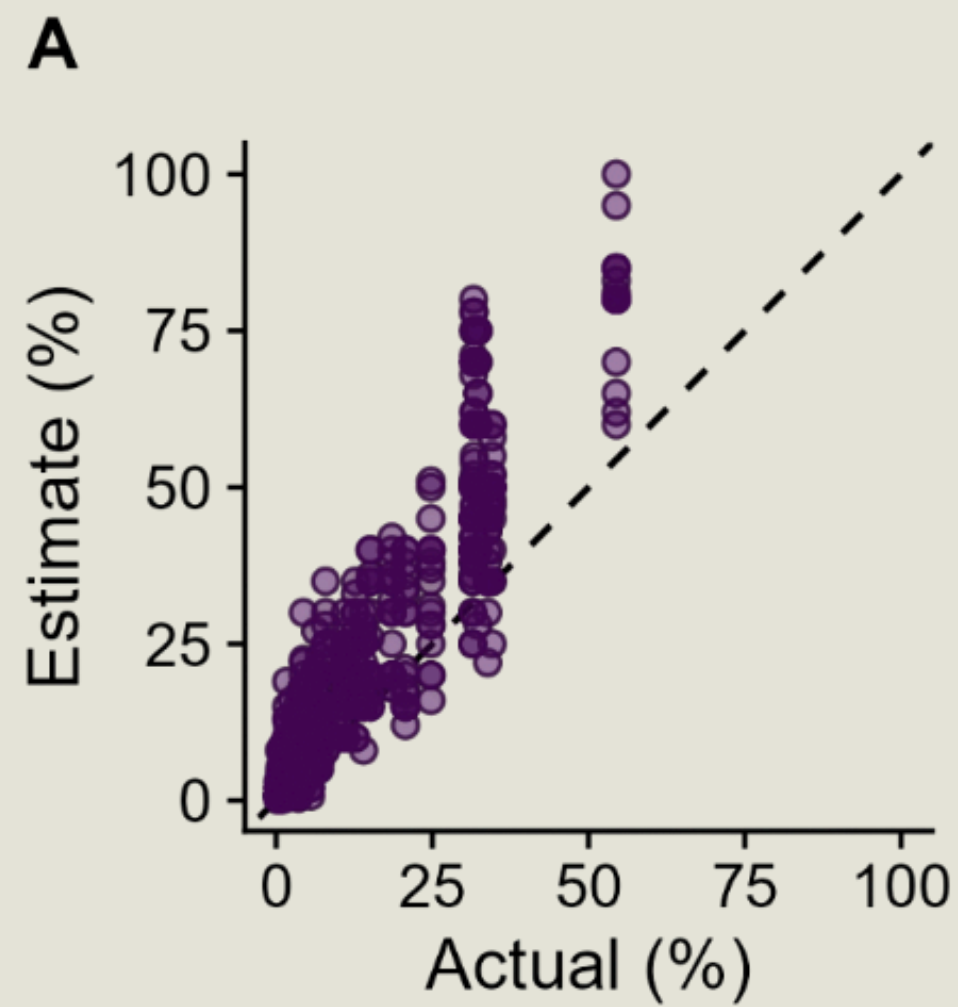


→
Simulación de Monte Carlo

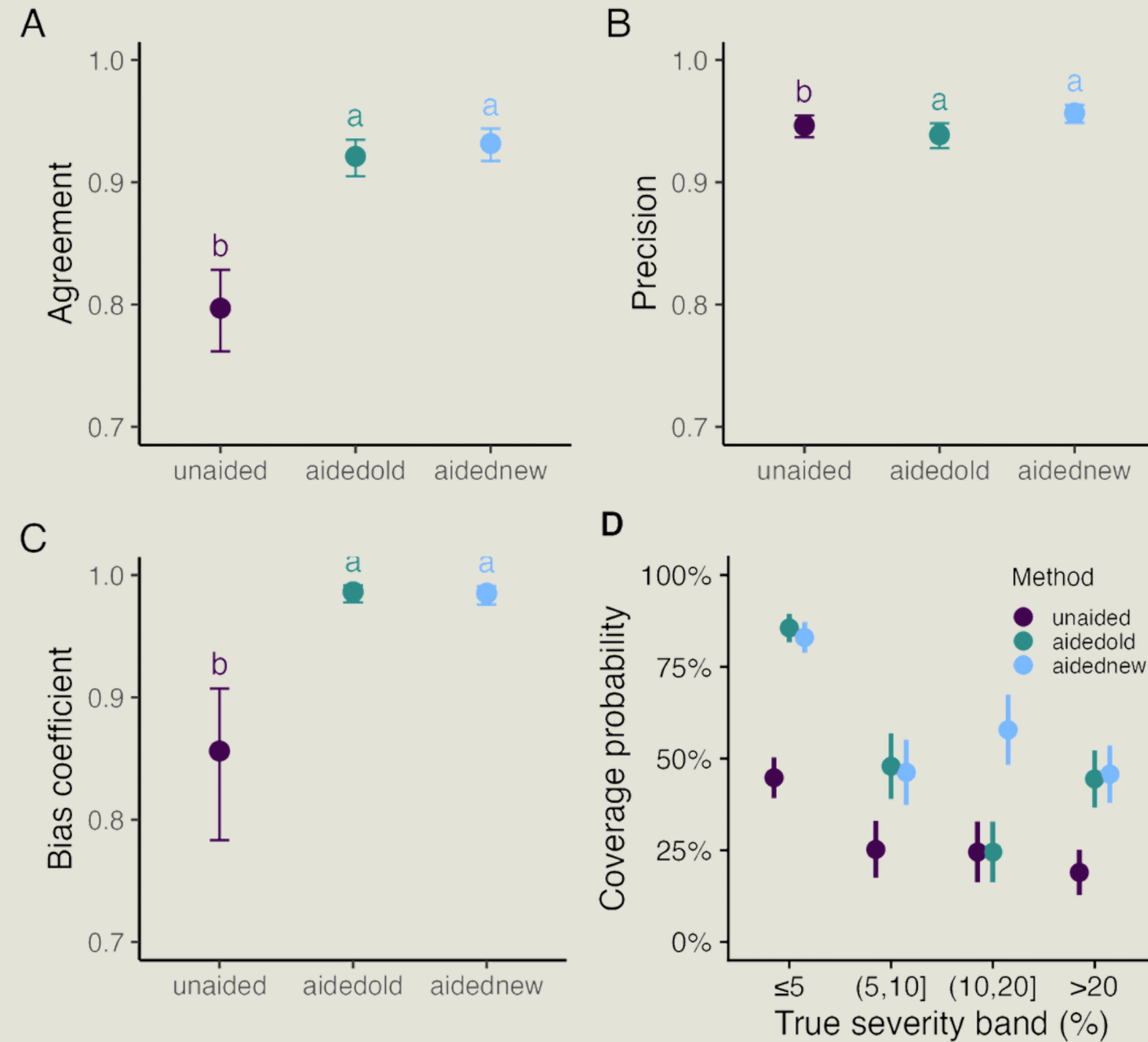
Mínimo esfuerzo en el muestreo para obtener una buena precisión



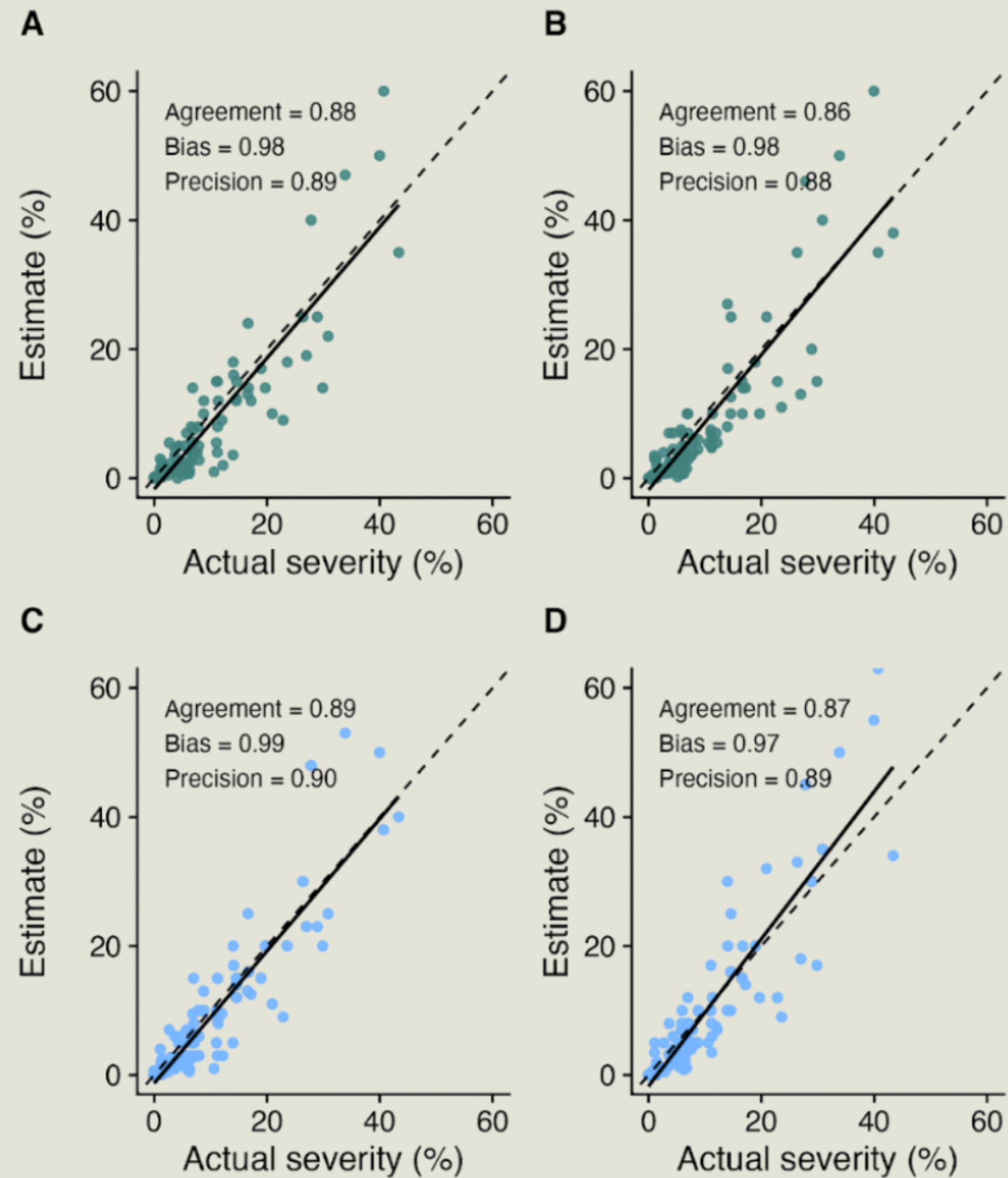
Resultados en el laboratorio



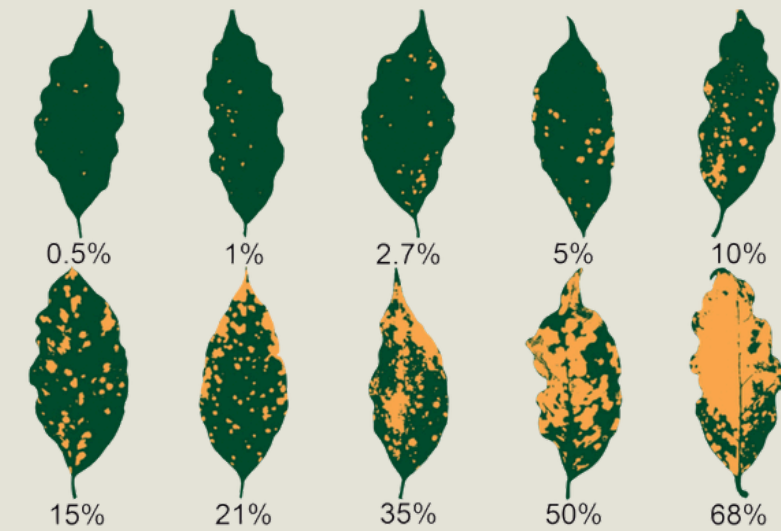
Resultados en laboratorio



Resultados en campo (100 hojas)

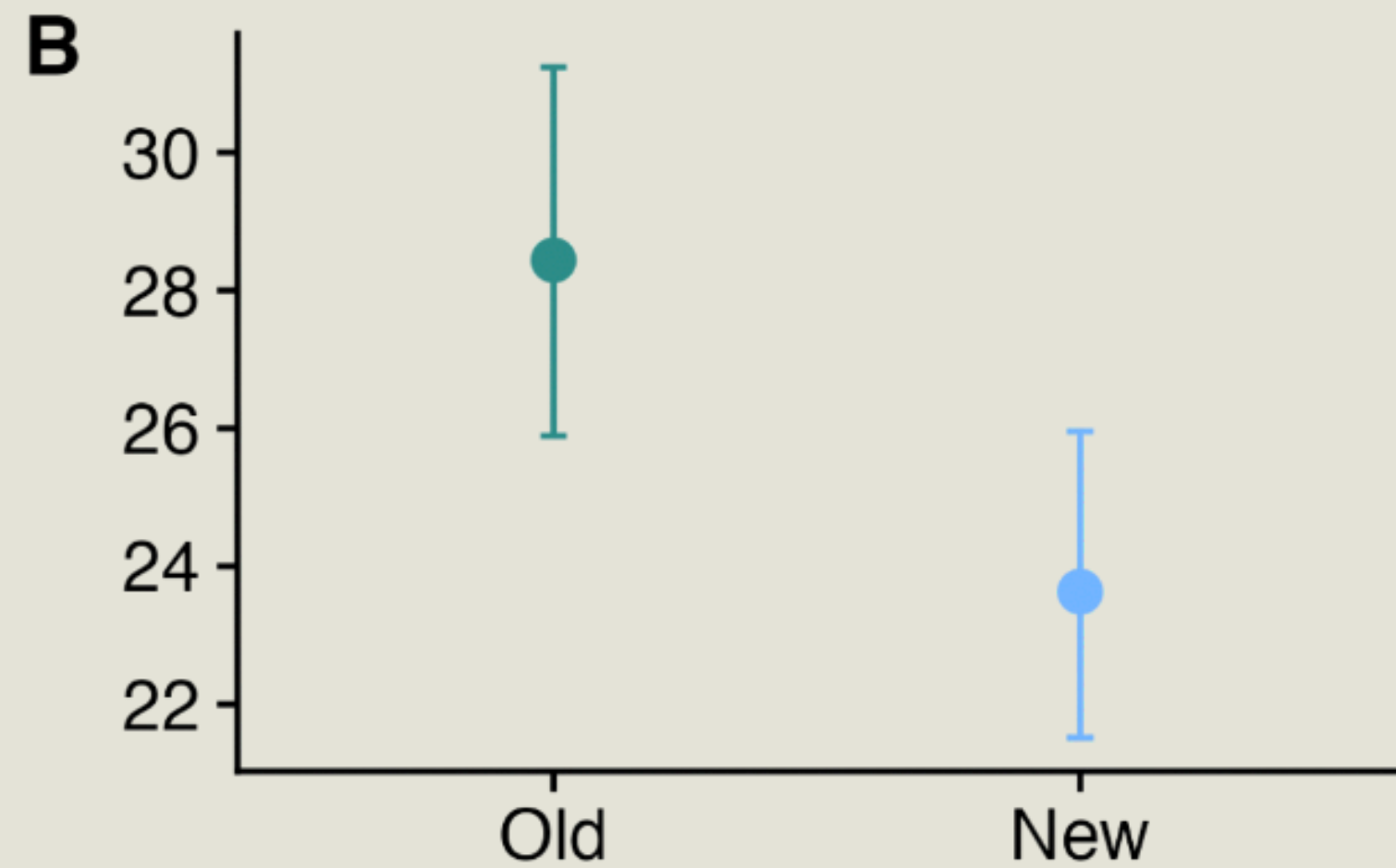
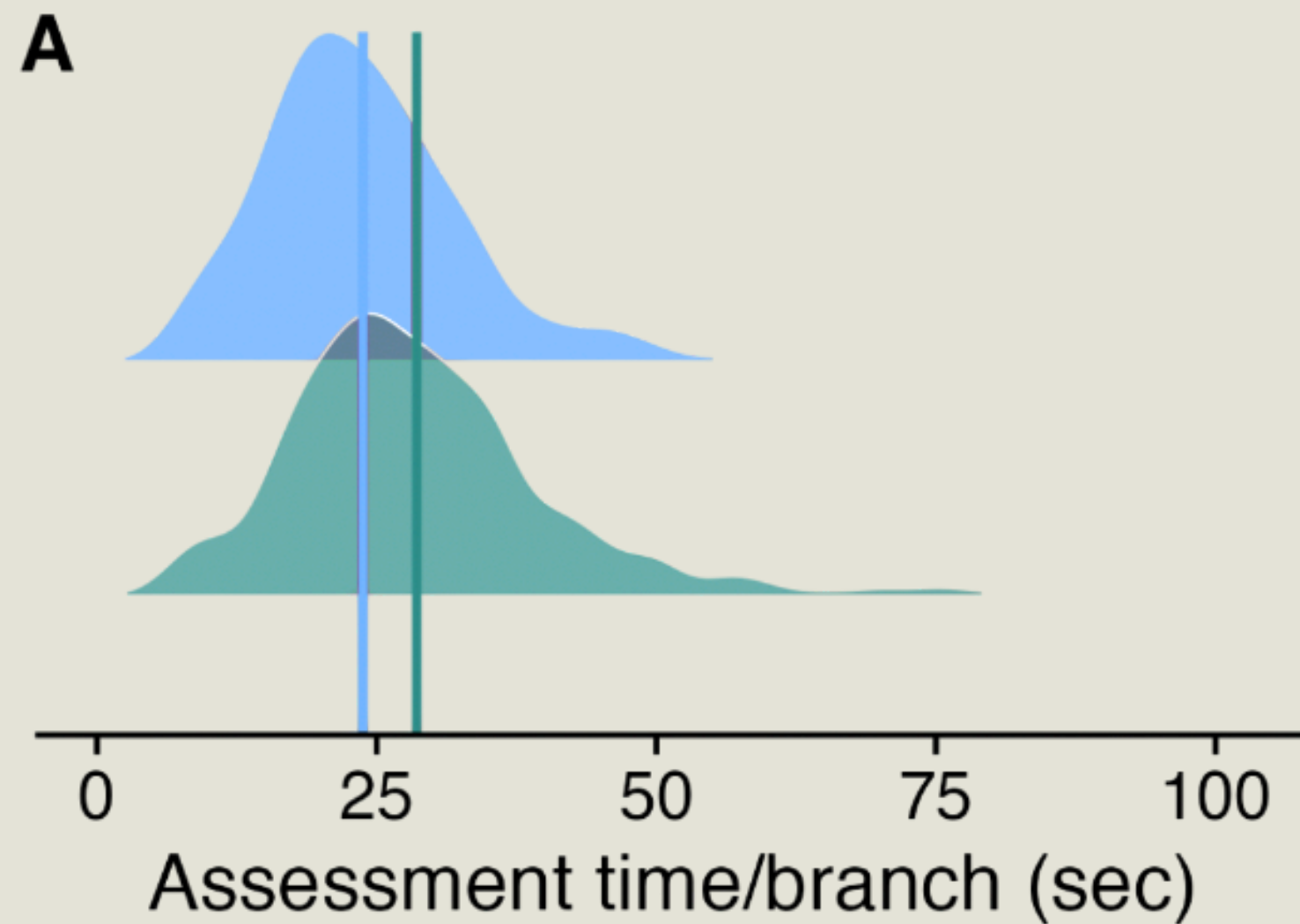


Level	0.0%	0.0%	0.0%
Level 0 (0.0%)			
Level 1 (0.1 - 0.9%)			
Level 2 (1.1 - 2.0%)			
Level 3 (2.1 - 5.0%)			
Level 4 (5.1 - 10.0%)			
Level 5 (10.1 - 20.0%)			
Level 6 (>20.1%)			

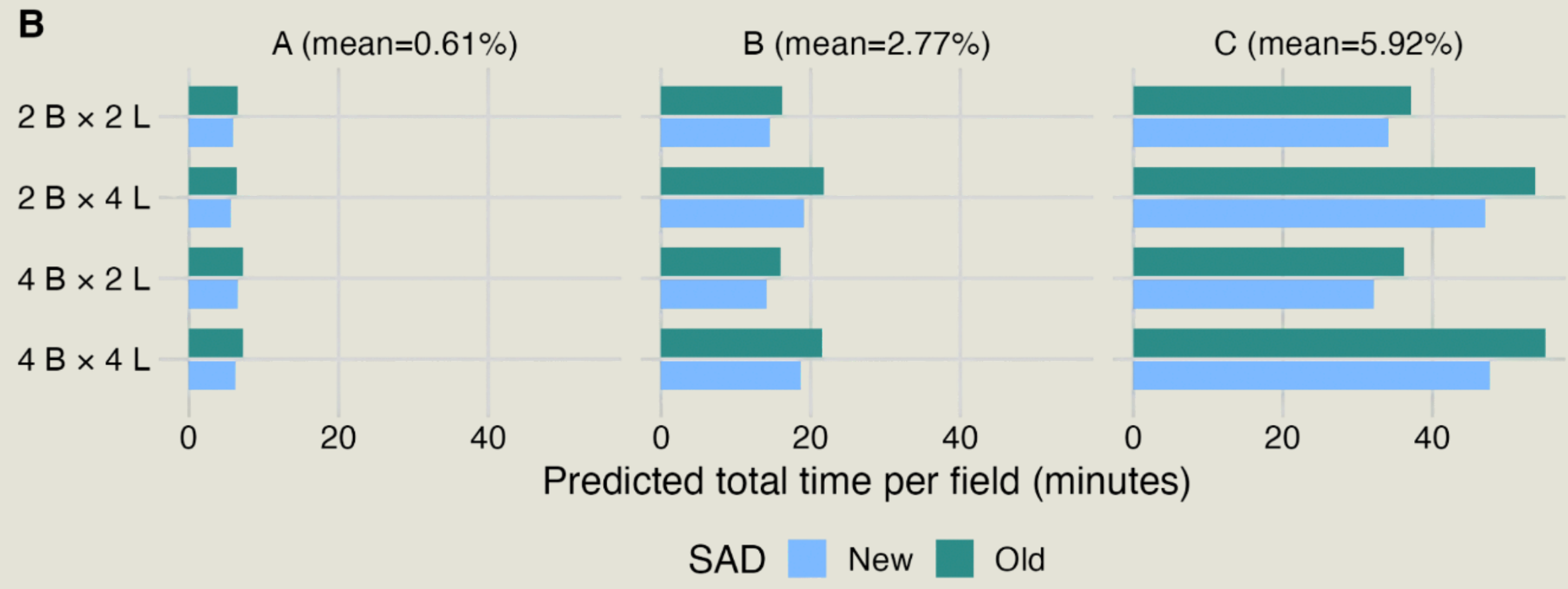
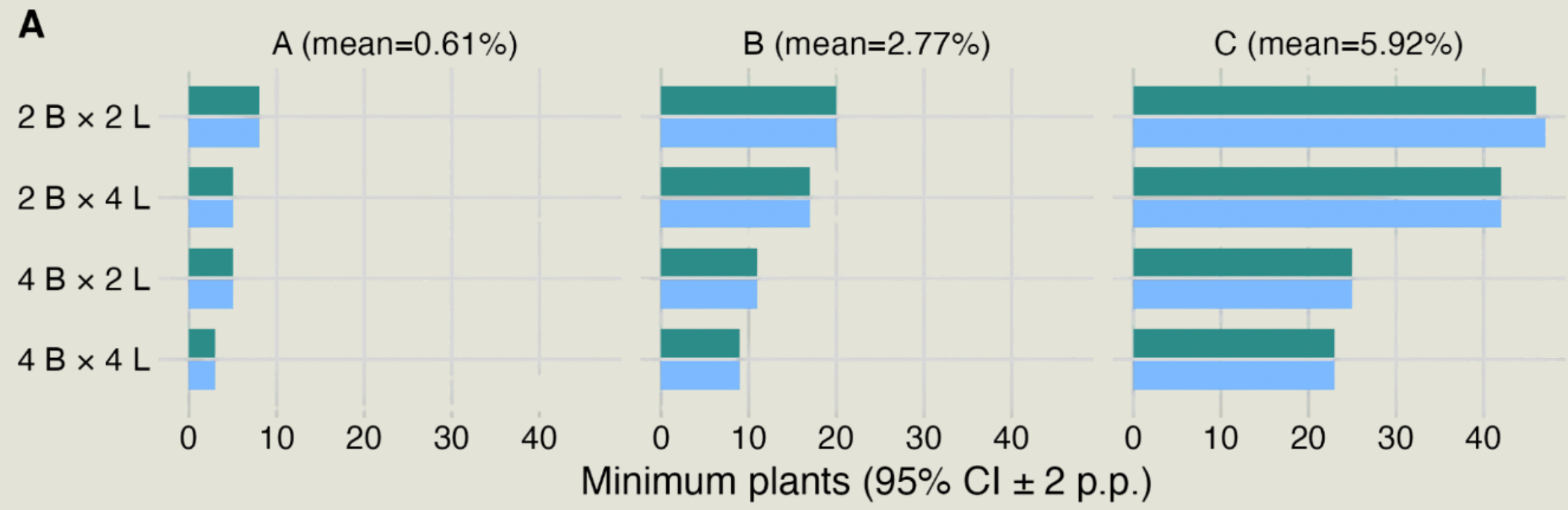


Resultados

Tiempo más corto



Resultados




Visión computacional

ORIGINAL ARTICLE

OPEN ACCESS

Foundation Model-Assisted Segmentation Enables Robust Field-Based Severity Estimation: A Case-Study of Coffee Leaf Rust

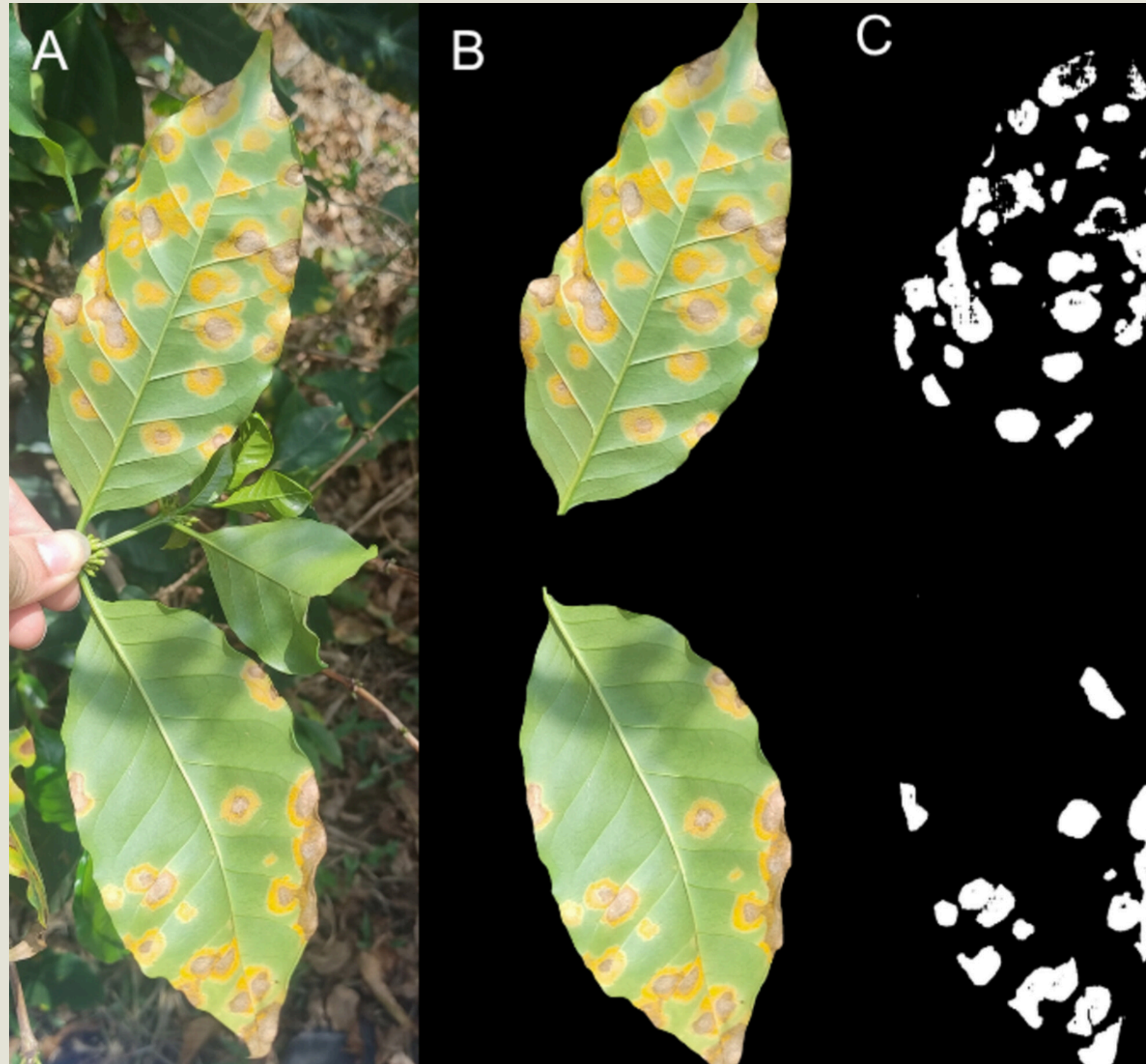
Mary Paz Romero-Benavides¹ | Waldênia de Melo Moura² | Emerson M. Del Ponte¹ 

¹Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil | ²EPAMIG Sudeste, Viçosa, MG, Brazil

Correspondence: Emerson M. Del Ponte (delponte@ufv.br)



Resultados

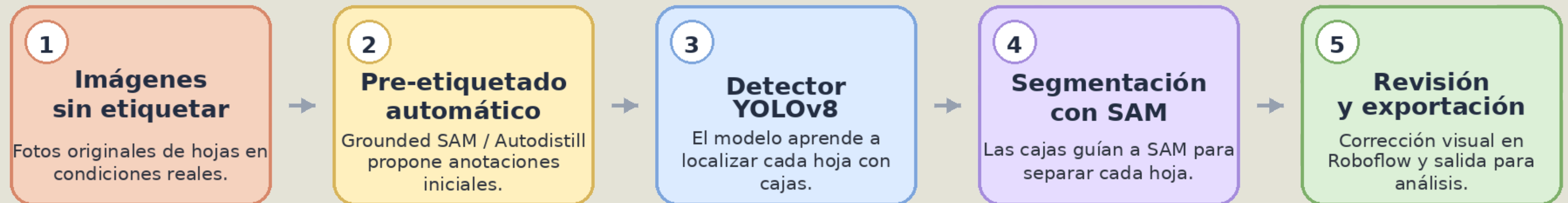


Metodología

Extracción automatizada de hojas

Flujo simplificado desde imágenes de campo hasta máscaras revisadas

Clase de interés: hoja = "hoja de café"



Resultados

IMG_148 - Ground Truth



IMG_148 - Prediction




























IMG_41 - Ground Truth



IMG_41 - Prediction



Resultados

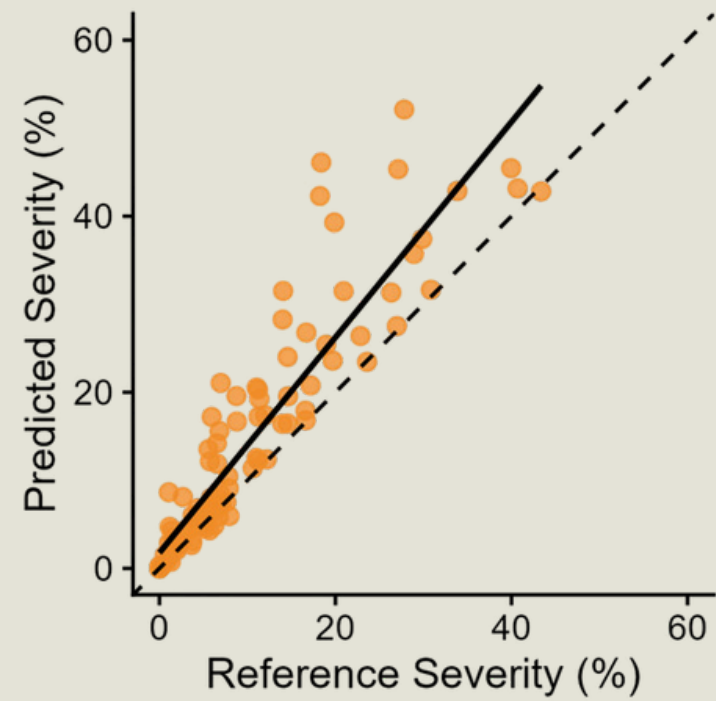
	IoU		DICE		PRECISION		RECALL		F1	
	Median	Dist.	Median	Dist.	Median	Dist.	Median	Dist.	Median	Dist.
pliman	0.56		0.72		0.65		0.91		0.72	
IMAGEJ	0.65		0.79		0.69		0.93		0.78	
DEEPLAB	0.75		0.86		0.85		0.91		0.86	
SAM_CLR	0.56		0.72		0.84		0.68		0.72	
SAM3	0.83		0.91		0.93		0.94		0.90	



Resultados

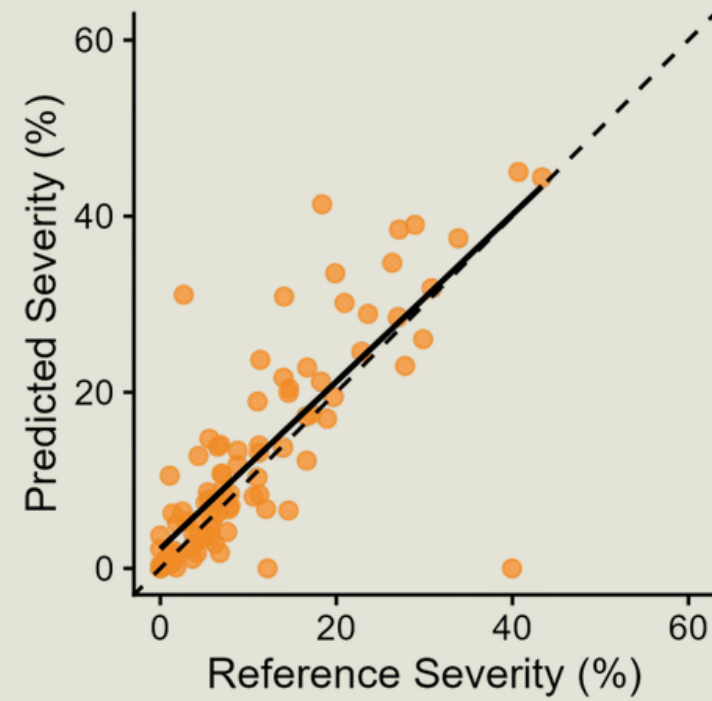
IMAGEJ

$\rho_c = 0.83$ [0.77–0.87], $C_b = 0.90$, $r = 0.83$
 $\mu = 1.77$, $\beta = 1.22$, $RMSE = 7.12$, $Bias = 4.05$



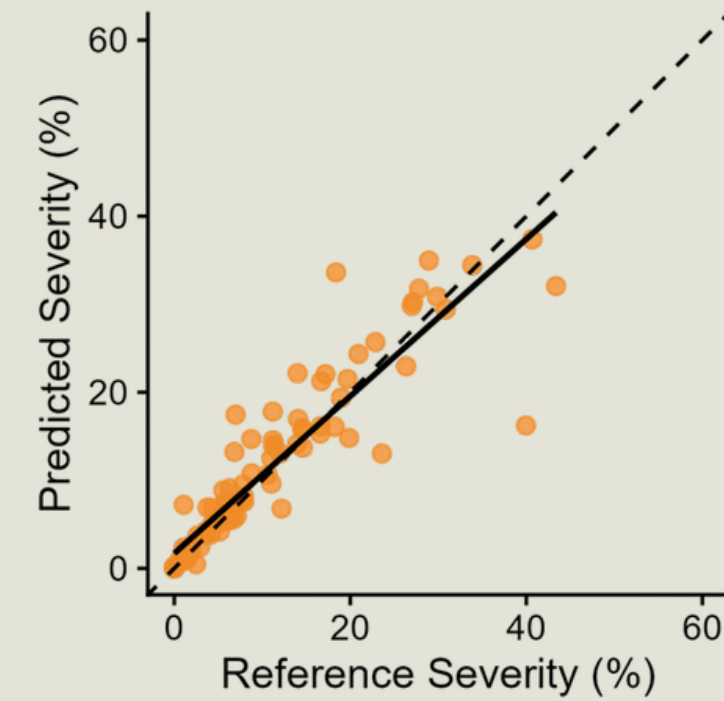
PLIMAN

$\rho_c = 0.78$ [0.70–0.85], $C_b = 0.97$, $r = 0.78$
 $\mu = 2.22$, $\beta = 0.95$, $RMSE = 7.19$, $Bias = 1.71$



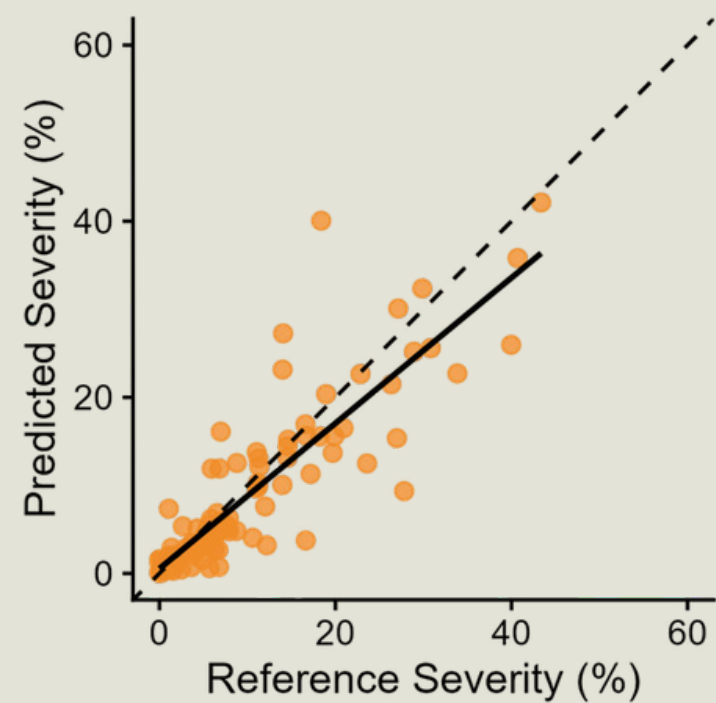
DEEPLABV3

$\rho_c = 0.91$ [0.87–0.94], $C_b = 1.00$, $r = 0.91$
 $\mu = 1.70$, $\beta = 0.89$, $RMSE = 4.12$, $Bias = 0.6$



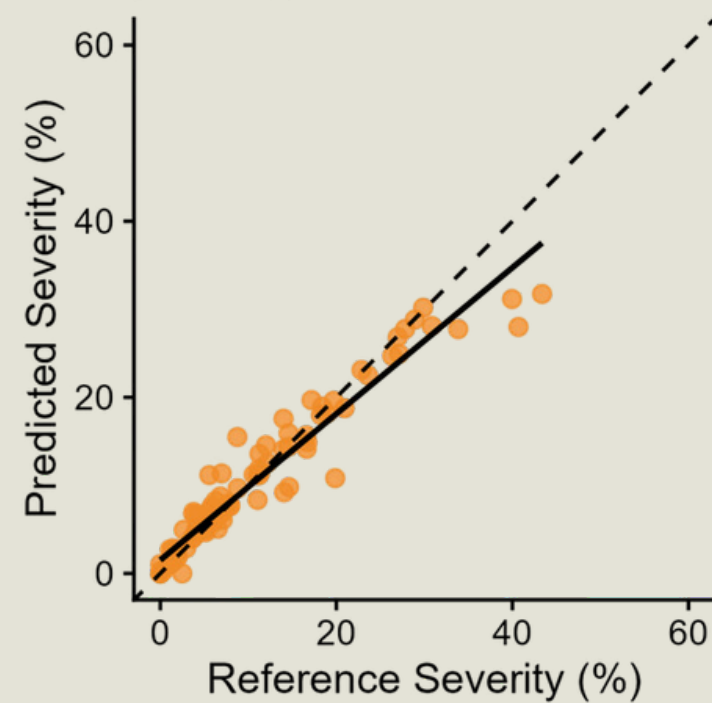
SAM_CLR

$\rho_c = 0.86$ [0.80–0.90], $C_b = 0.99$, $r = 0.86$
 $\mu = 0.54$, $\beta = 0.83$, $RMSE = 5.13$, $Bias = -1.23$



SAM3

$\rho_c = 0.95$ [0.94–0.97], $C_b = 0.99$, $r = 0.95$
 $\mu = 1.51$, $\beta = 0.83$, $RMSE = 2.78$, $Bias = -0.21$



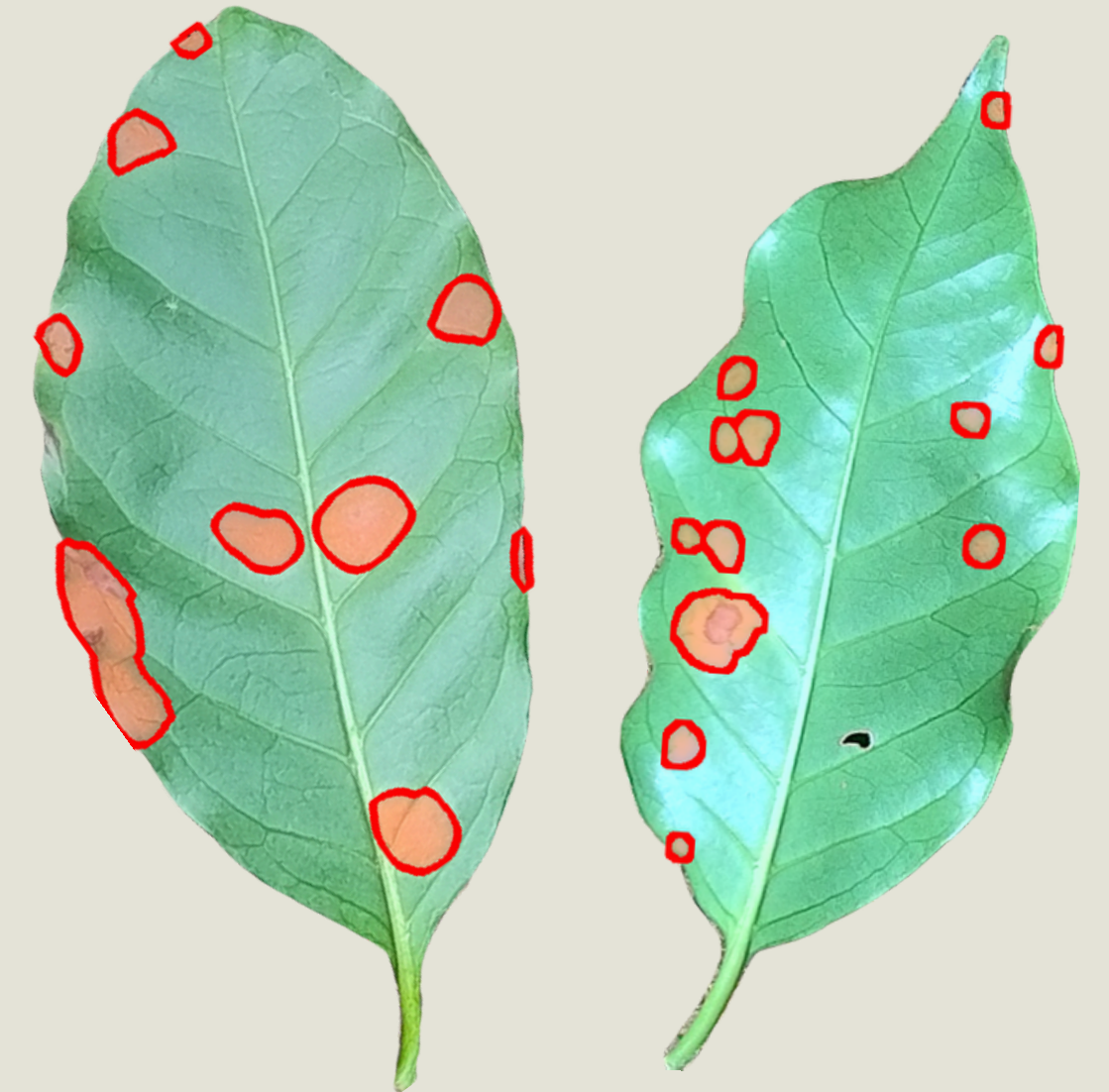
Roya del café

SAM3

Sugestión de comando:



“Yellow Spot”



Mancha de cercóspora

SAM3

Sugestión de comando:



“Brown Spot”

**>5 minutos para 40
imagenes**

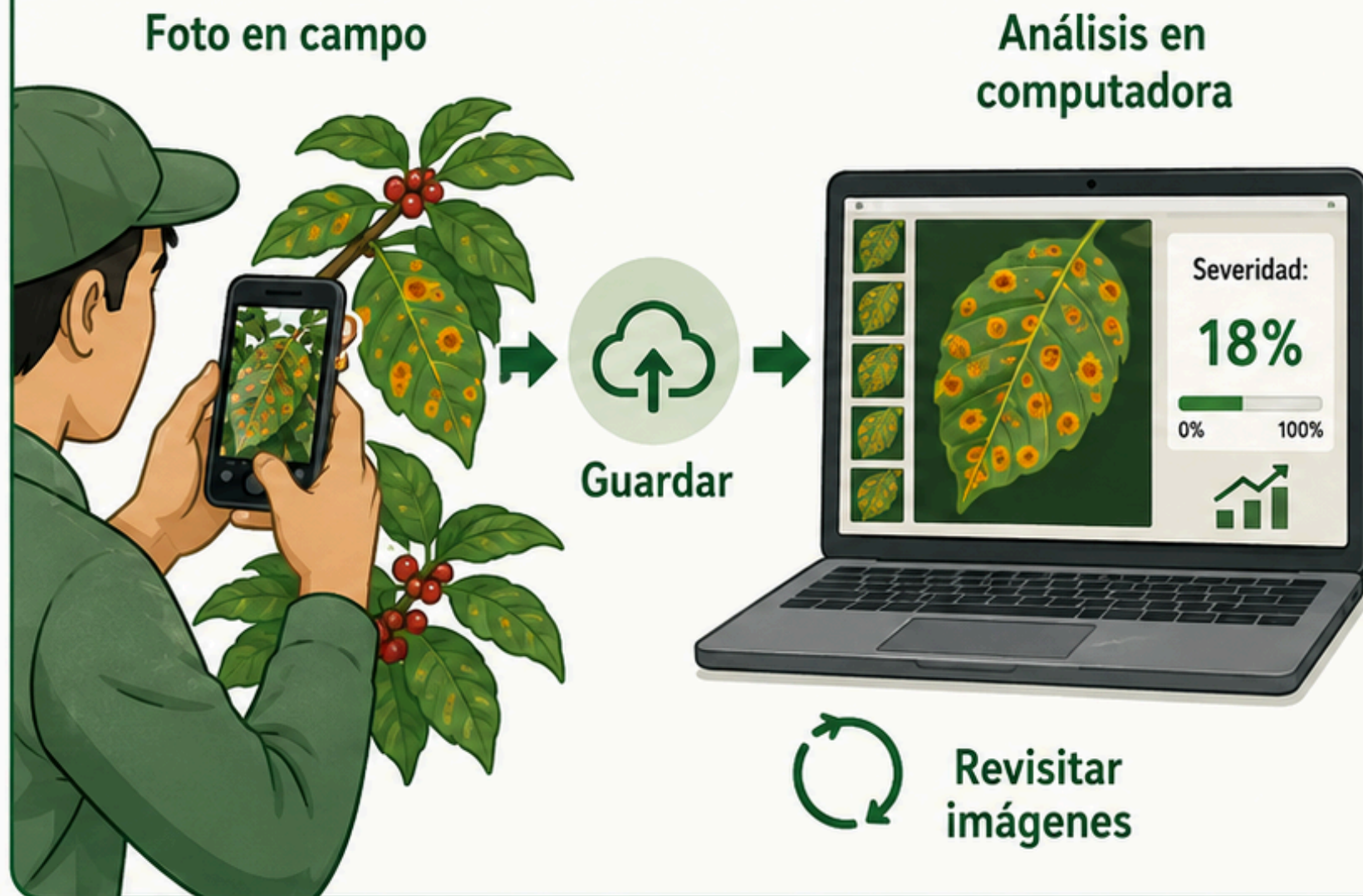




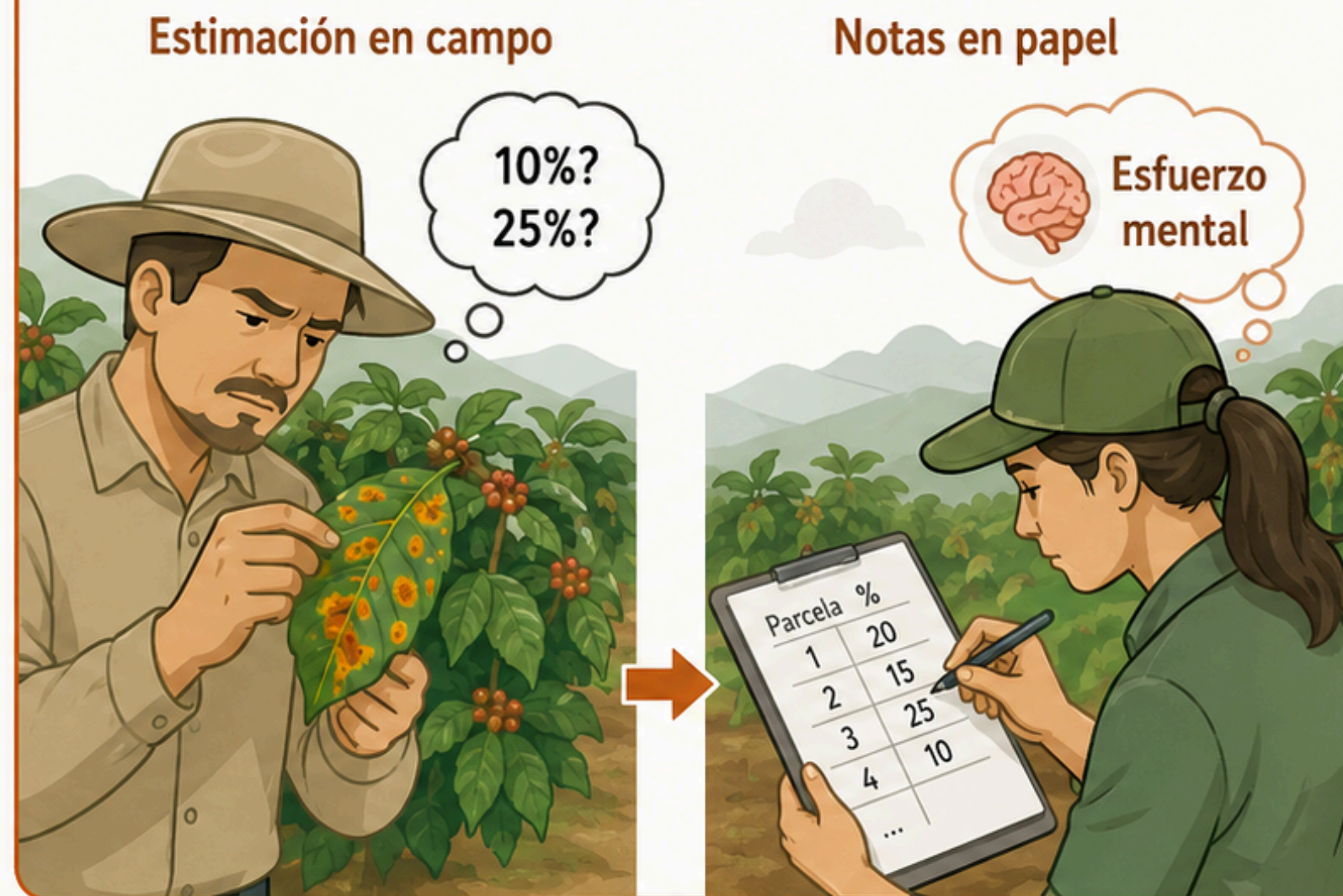
Evaluación de roya del café



Con fotografías



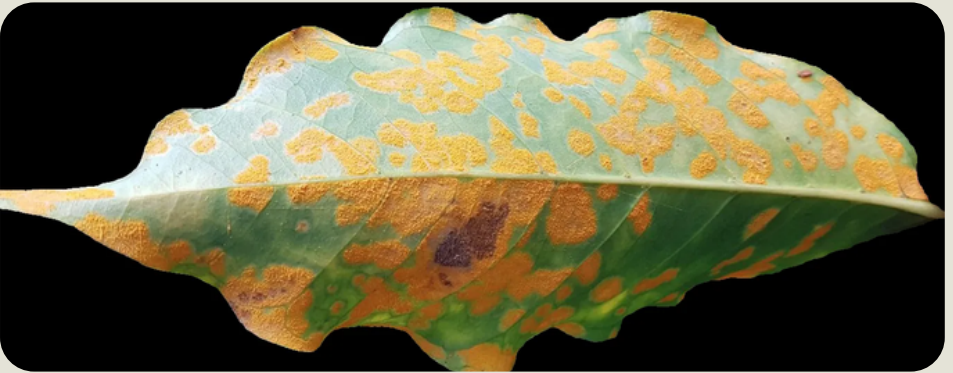
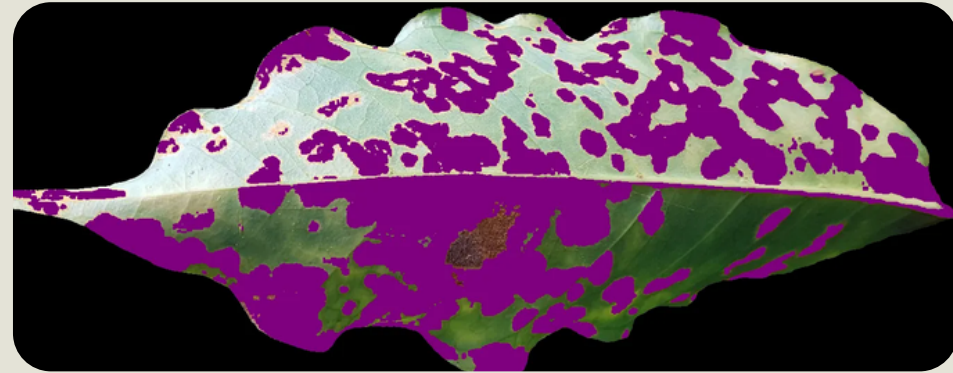
Evaluación visual



Las fotografías permiten analizar después, revisar imágenes y mejorar la objetividad.



App online:



Leaf	Severity
1	46.7%

https://huggingface.co/spaces/MaryPazRB/CLR_Severity

Gracias!

Prof. Emerson Del Ponte
delponte@ufv.br