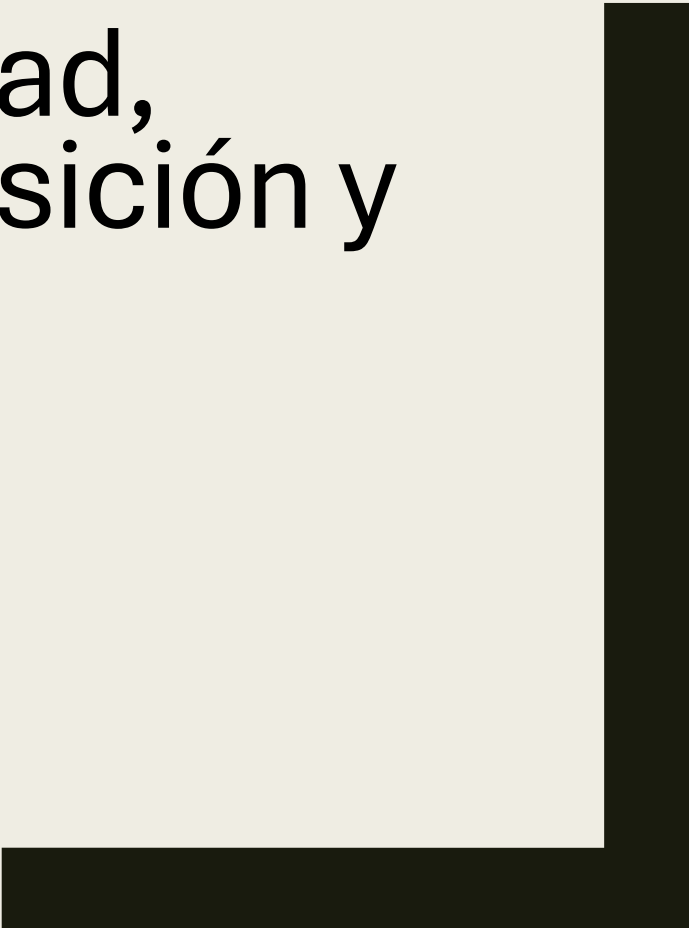


Semana 5

Incidencia, Severidad, Escalas/diagramas, precisión y exactitud

SP6350 Manejo de Enfermedades
Ciclo I-2025
Dr. Mauricio Serrano



Por qué necesitamos cuantificar enfermedades en plantas?

- Recuerdan la definición de epidemia?
- Para entender o comparar epidemias, es necesario algún tipo de medición.
 - *“Sin cuantificación de la enfermedad, no es posible hacer estudios en epidemiología, ni evaluación de pérdidas en el cultivo o presencia de la enfermedad, ni ninguna de sus aplicaciones” (Kranz 1998, Madden et al 2008).*
 - *“La piedra angular del análisis de una epidemia” Campbell and Neher 1994, Madden et al 2008)*

Definiciones

- **Intensidad** de la enfermedad: es un término general (o genérico) usado para describir la cantidad de enfermedad presente en una población
- **Incidencia** de la enfermedad es la proporción de plantas (ó unidades productivas, hojas, frutos, etc.)

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\# \text{ de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas evaluadas}} * (100)$$

Definiciones

- **Prevalencia de la enfermedad** se define como la proporción de plantaciones con presencia de plantas enfermas
- **Severidad de la enfermedad** es la proporción (o porcentaje) de área de la hoja, fruto, etc que muestra síntomas de la enfermedad

$$\% \textit{ Severidad} = \frac{\textit{Area de tejido enfermo}}{\textit{Area total}} * (100)$$

Otras alternativas para cuantificación de enfermedades

- Severidad condicional =
$$\frac{\textit{severidad promedio de todas las plantas evaluadas}}{\textit{proporción de plantas con síntomas}}$$
- Conteos de enfermedad:
 - *Numero de lesiones por planta, por hoja, por unidad de área, etc*

Tengo una enfermedad en mi cultivo...Debo evaluar incidencia o severidad?

■ Incidencia:

- *Para enfermedades en las que la sola presencia de la enfermedad ya es suficiente para causar una pérdida importante.*
- *Si ocasiona la muerte de la planta.*
- *Enfermedad con síntomas sistémicos.*
- *Norma de calidad, en donde se fija un porcentaje permitido.*

■ Severidad:

- *Si existe una relación cuantitativa entre la magnitud de la enfermedad y el nivel de daño agronómico.*

Variables en la evaluación de enfermedades de plantas

- Continua
 - *Severidad en escala 0 a 100%*
- Categórica
 - *Severidad en clases: 0, 1, 2, 3*
- Binaria
 - *Incidencia en la planta: 0 ó 1*
- Conteo con denominador:
 - *Plantas con incidencia de un total de plantas evaluadas*
- Conteo sin denominador:
 - *Numero de lesiones por hoja, numero de lesiones por planta.*

Como estimar la severidad de una enfermedad?

- i) Estimación directa
- ii) Uso de diagramas de la enfermedad
- iii) Escalas de severidad de la enfermedad
- iv) Escalas de evaluación ordinales.

ii) Uso de diagramas de la enfermedad

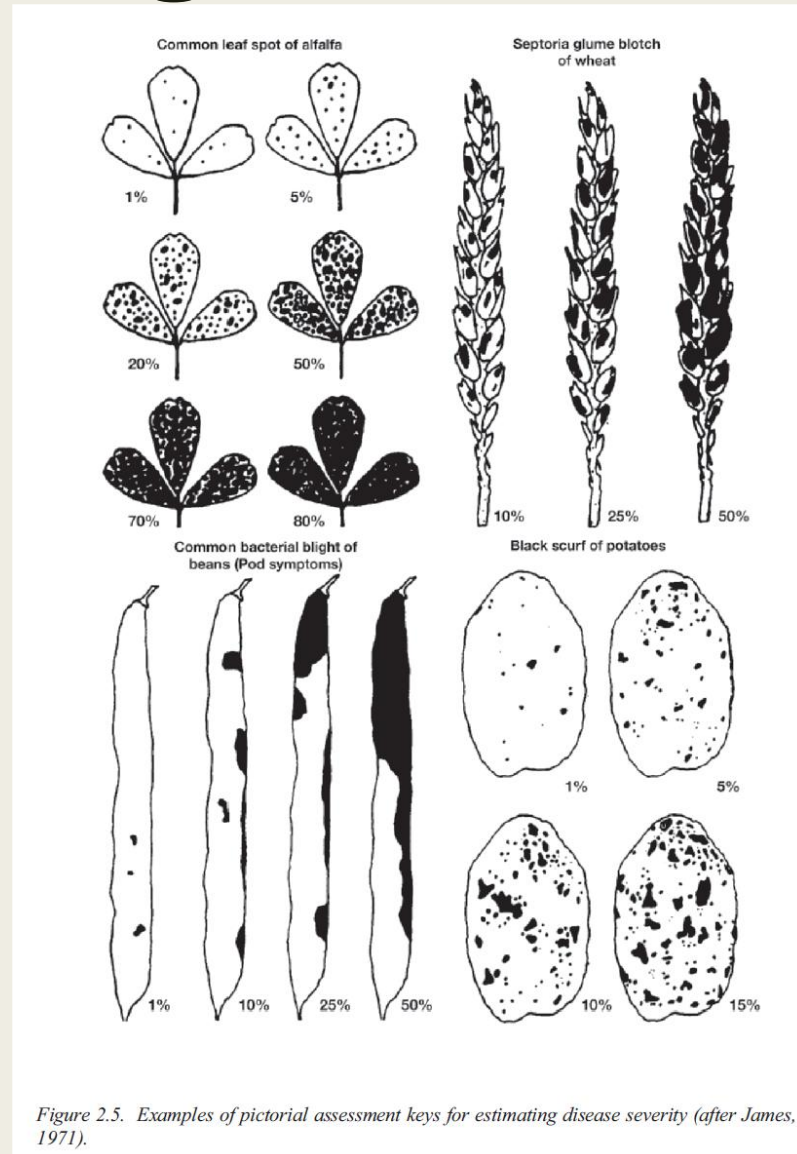




Figura 7. Severidad de tizón en hojas (Clive James 1977).

iii) Escalas de severidad de la enfermedad

TABLE 4

Horsfall and Heuberger (1942) developed early interval scales to assess disease severity in a more quantitative way.

Category	Severity
0	apparently infection-free;
1	trace-25% leaf area infected;
2	26-50% leaf area infected;
3	51-75% leaf area infected;
4	>75% leaf area infected.

Tabla 9. Descripción de la escala propuesta para la evaluación de la Roya café.

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	Del 1 al 5% del área foliar afectada.
3	Del 6 al 15% del área foliar afectada.
4	Del 16 al 30% del área foliar afectada.
5	Más del 30% del área foliar afectada.

Tabla 5. Escala y porcentaje de evaluación de la severidad de tizón en follaje de papa en campo.

Escala	%	Descripción de daño
1	0	No se observa ninguna lesión
2	1-3	Muy pocas plantas con 1 lesión dentro de una parcela grande, no más de 10 lesiones por planta.
3	3.1-10	Hasta 30 lesiones pequeñas o hasta 1 lesión/cada 20 folíolos.
4	10.1-25	La mayoría de las plantas están visiblemente afectadas. Pocas lesiones múltiples / folíolo.
5	25.1-50	Casi todos los folíolos con lesiones. La parcela luce verde pero todas las plantas están afectadas.
6	50.1-75	La parcela luce verde con manchas pardas. Las hojas de la mitad inferior de la planta están destruidas.
7	75.1-90	La parcela no está predominantemente ni verde ni parda. Solo las hojas superiores esta verdes.
8	90.1-97	La parcela se ve parda. Unas cuantas hojas superiores aun presentan algunas áreas verdes.
9	97.1-100	Todas las hojas y tallos están muertos.

Fuente: Bonierbale *et al.* (2010)

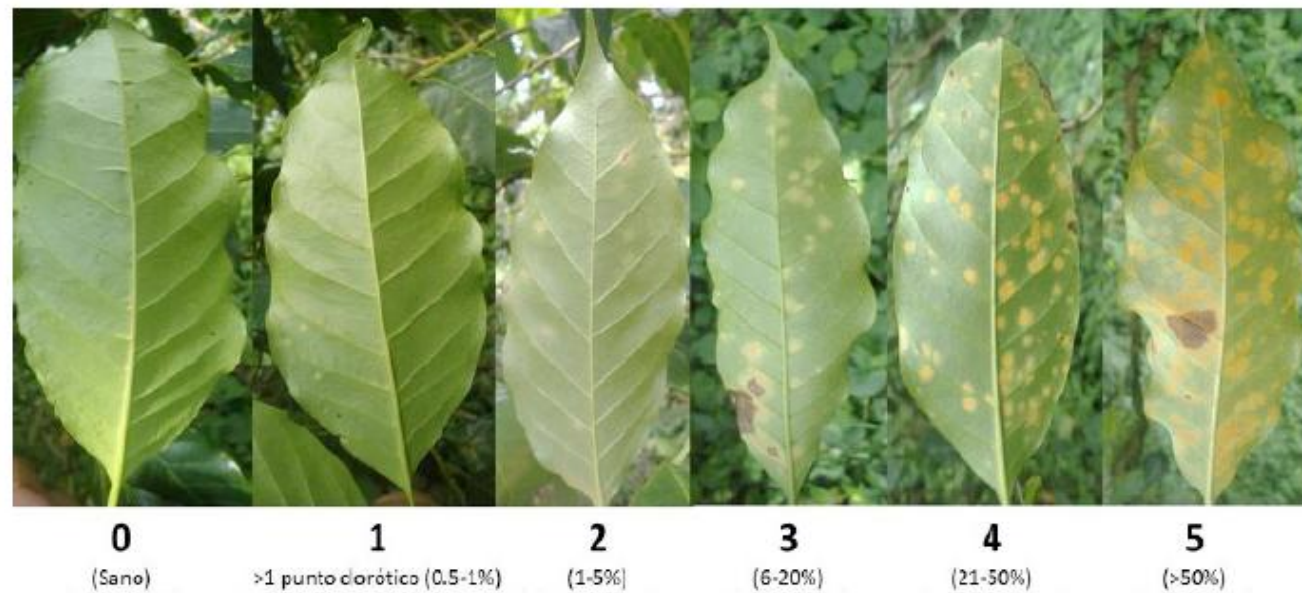


Figura 28. Porcentaje de severidad de la roya (*H. vastatrix*) en hoja del café.

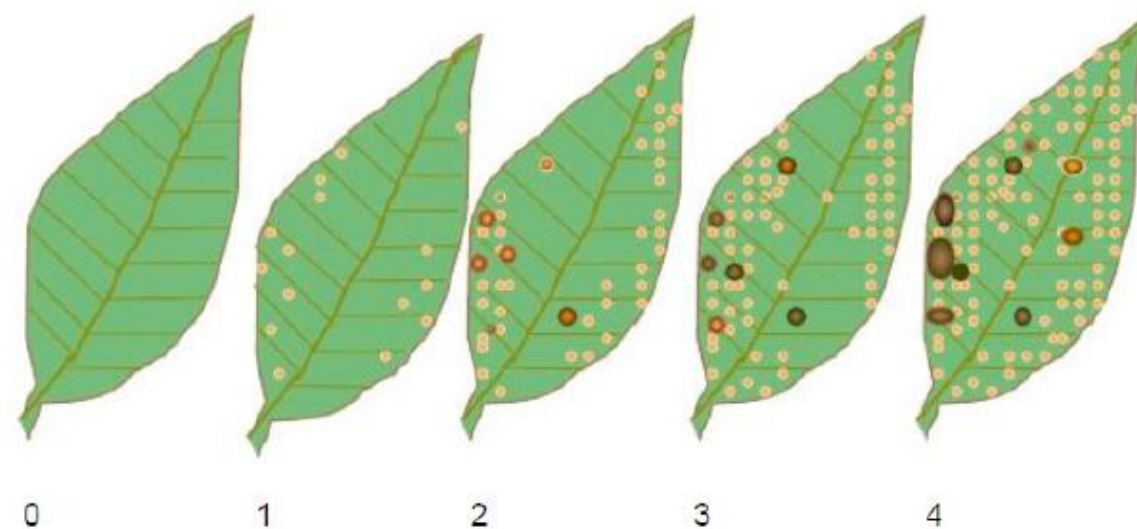


Figura 27. Escala de severidad de la roya del café (SENASA 2012, García 2013).

iv) Escalas de evaluación ordinales

TABLE 3

A 0-5 scale used to assess the severity of symptoms of zucchini yellow mosaic virus and watermelon mosaic virus on water melon (after Xu *et al.*, 2004).

-
- | | |
|---|---|
| 0 | no symptoms; |
| 1 | slightly mosaic on leaves; |
| 2 | mosaic patches and/or necrotic spots on leaves; |
| 3 | leaves near apical meristem deformed slightly, yellow, and reduced in size; |
| 4 | apical meristem with mosaic and deformation; and |
| 5 | extensive mosaic and serious deformation of leaves, (or plant dead). |
-

Exactitud, Precisión y Reproducibilidad

- **Exactitud** se refiere a la cercanía del valor estimado con relación al valor real.
- **Precisión** se refiere a la variabilidad de las estimaciones de una muestra.
- Por **reproducibilidad** se entiende que existe poca variabilidad en las estimaciones cuando la misma muestra es evaluada por un segundo evaluador

Exactitud, Precisión y Reproducibilidad

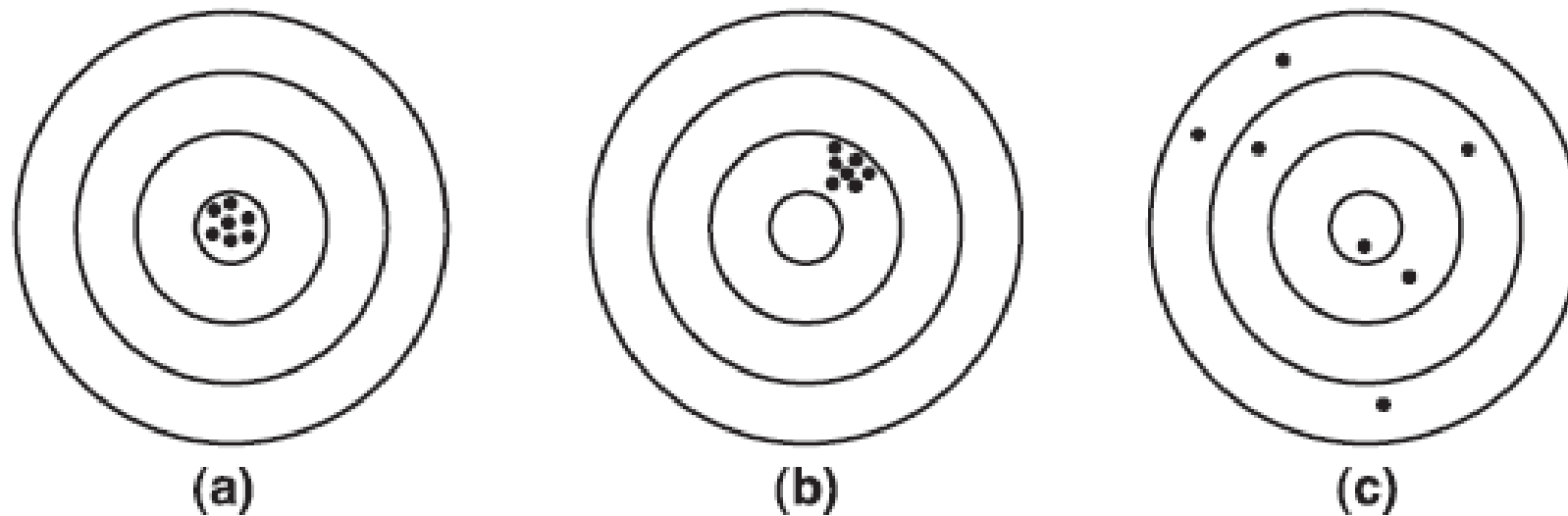


Figure 2.4. Accuracy and precision of an archer when the objective is to place all arrows in the central circle: (a) accurate and precise; (b) not accurate, but precise; (c) not accurate and not precise. (From Campbell and Madden, 1990a).

Exactitud, Precisión y Reproducibilidad

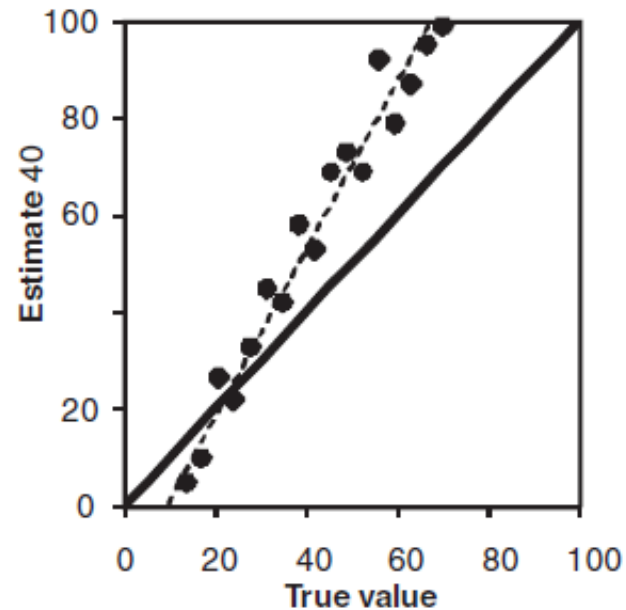


FIG. 1. Example illustrating good precision of estimates of X that are not necessarily close to the actual values which lie along the line of concordance (the solid line at 45°), where the estimates would lie if there was a one-to-one relation between the estimate and the actual value, i.e., if they were accurate. Overestimates are above the concordance line and underestimates lie below the line of concordance. There is a transition point from under- to over-estimate at an actual value of approx. 20%.

Bock et al 2010

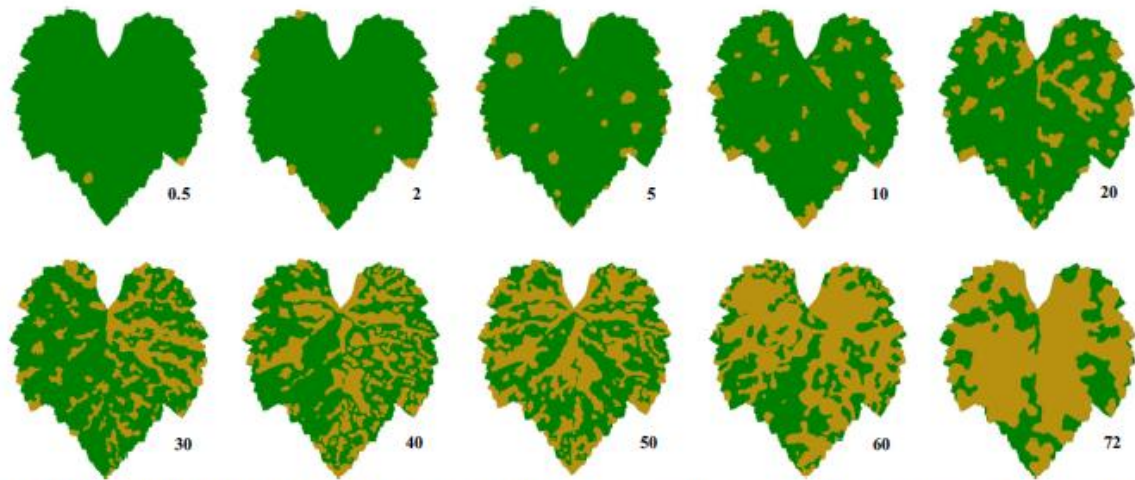
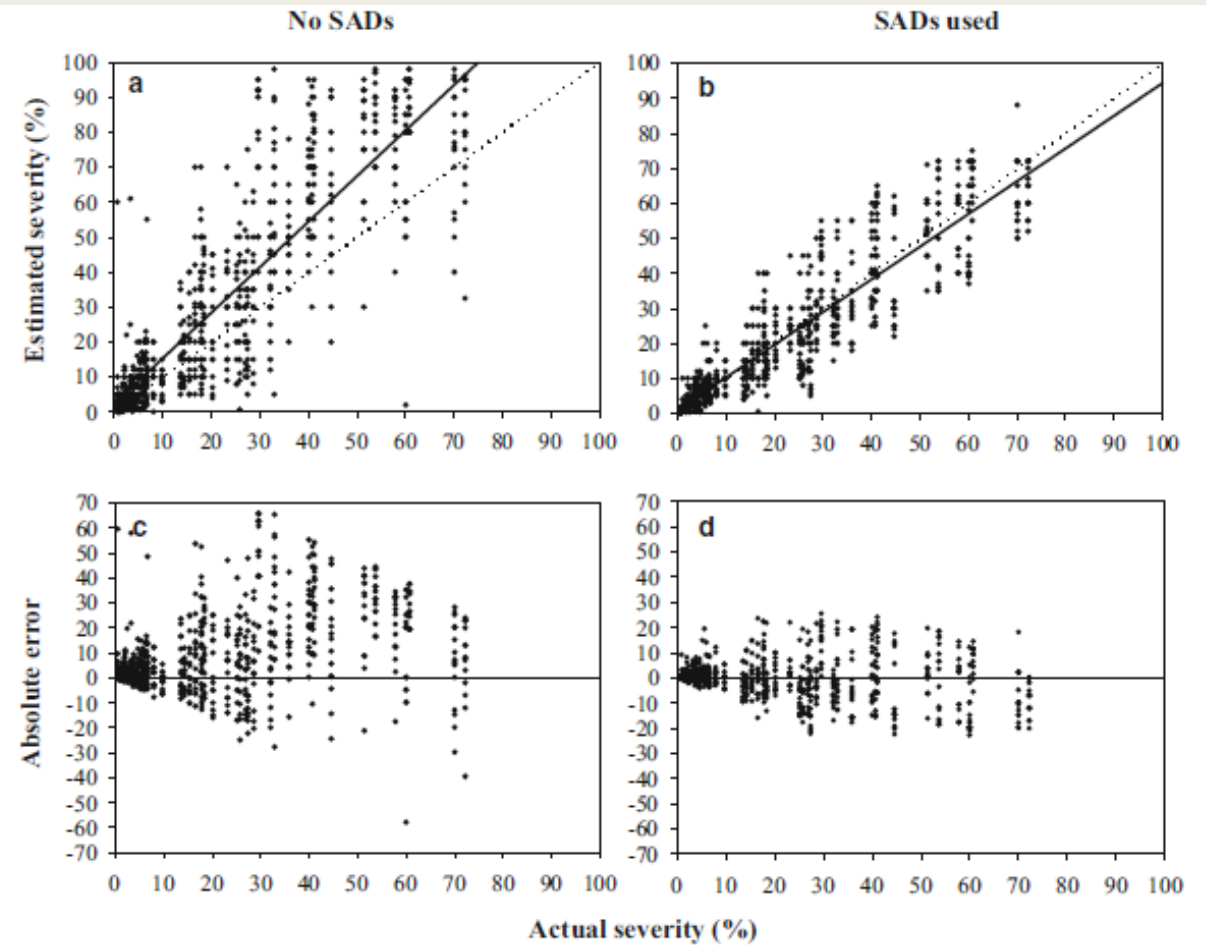
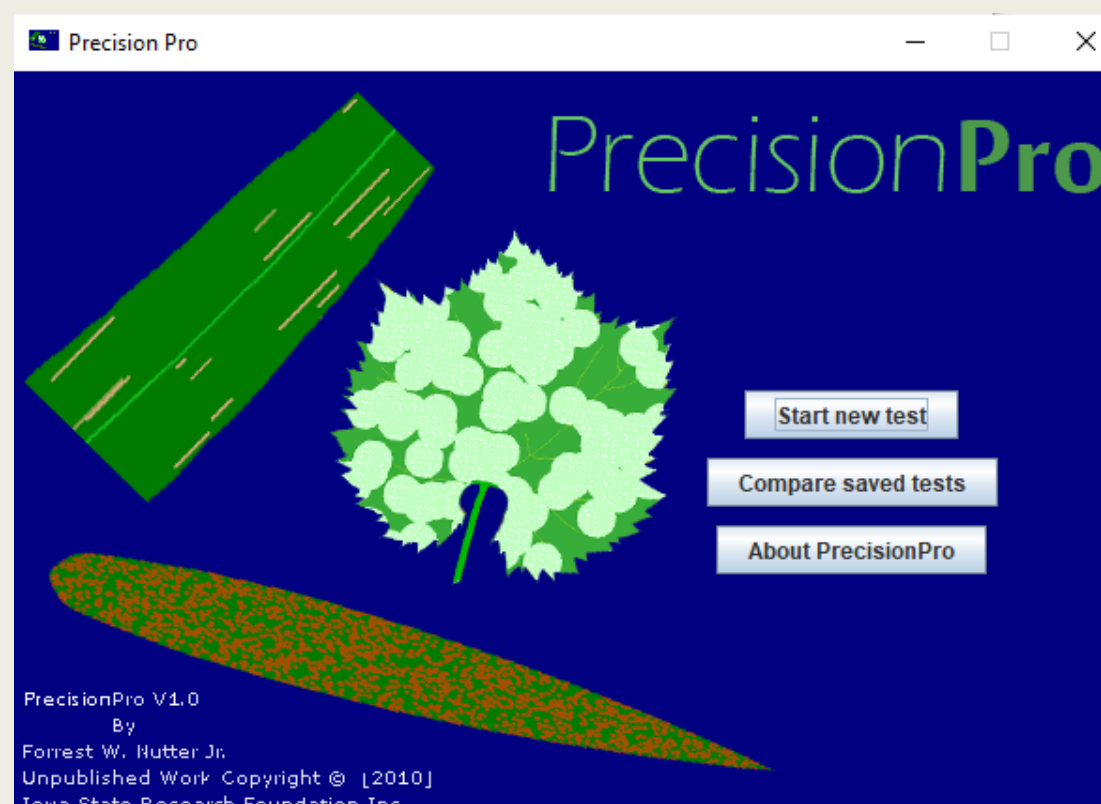
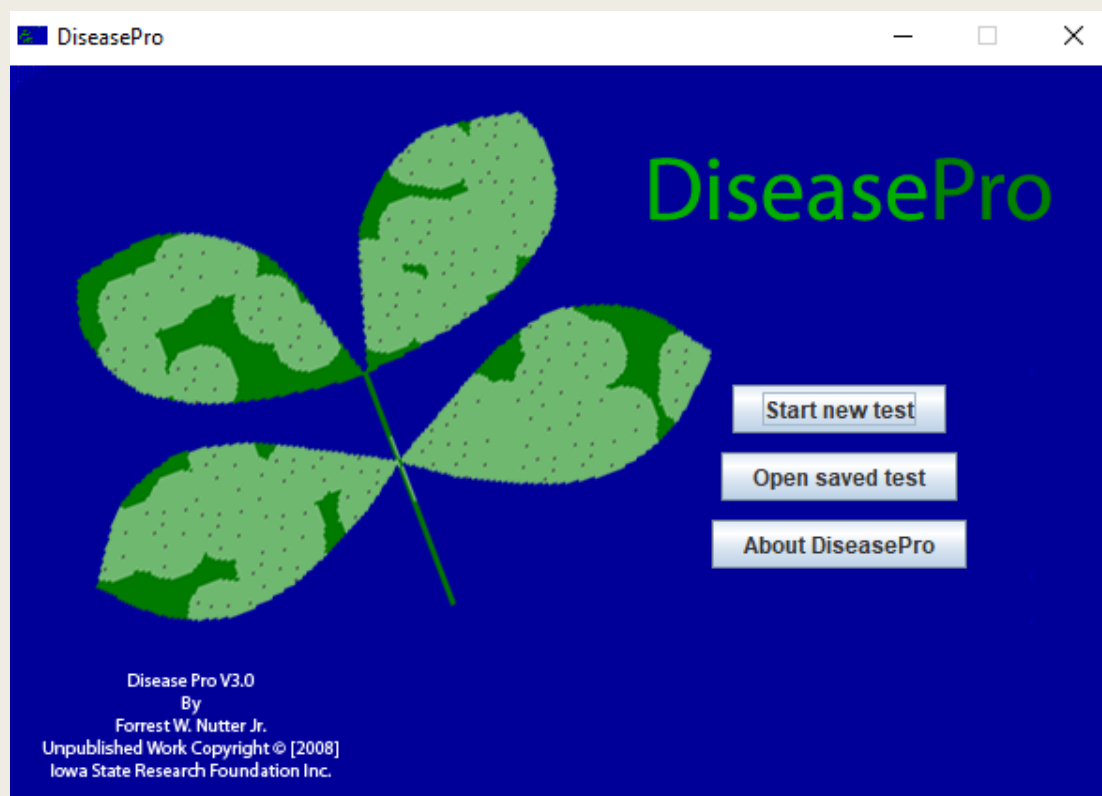


Fig. 1 Standard area diagram set for grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*) severity on *Vitis labrusca* leaves. The number below each diagram represents the percentage of leaf area with symptoms



Programas de cómputo para mejorar la exactitud y precisión de los evaluadores



Analisis de imágenes usando Image J

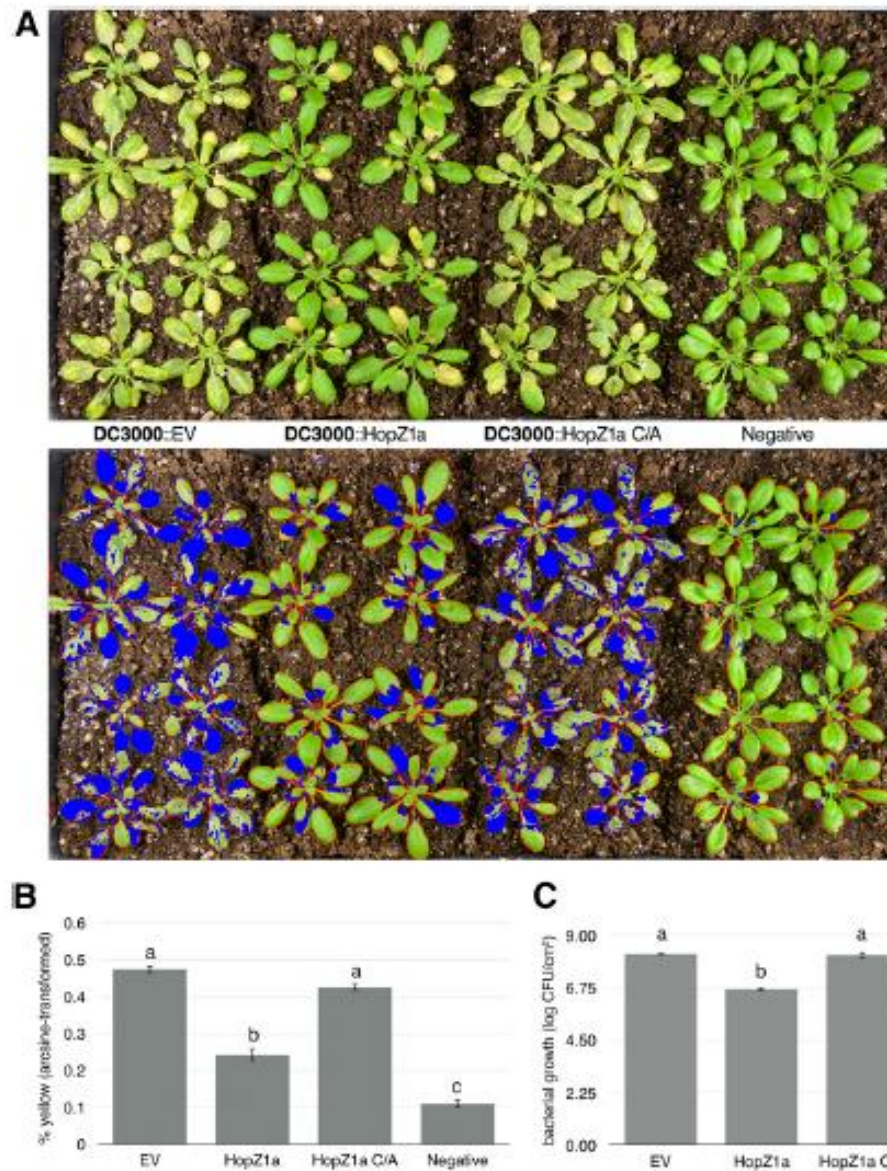
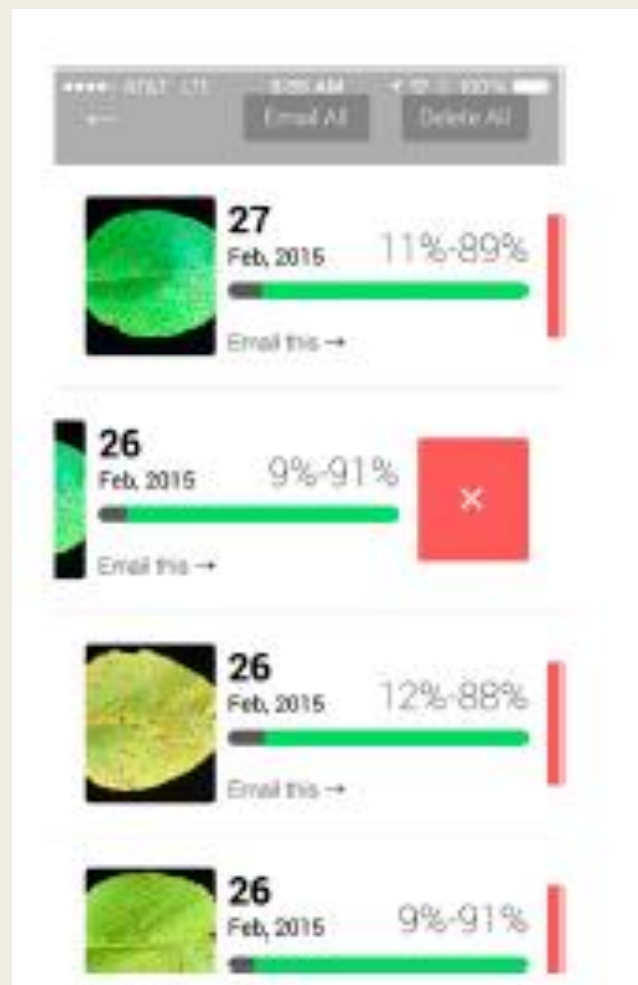
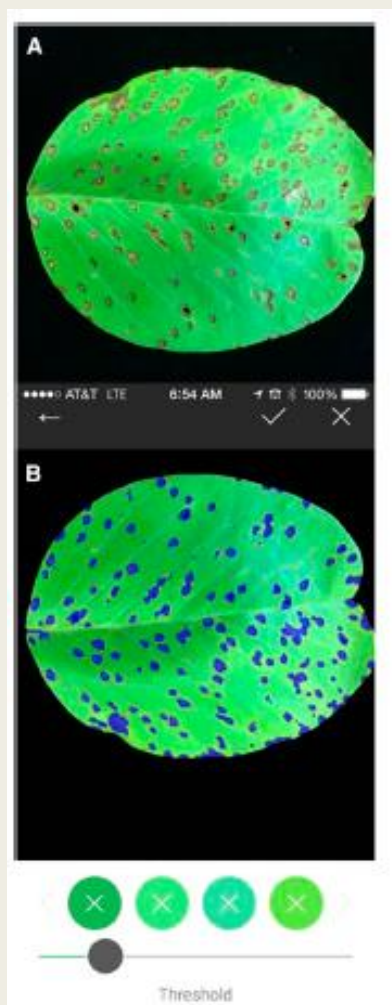


Fig. 2. **A**, *Arabidopsis* Col-0 plants infiltrated with *Pseudomonas syringae* pv. tomato DC3000 carrying the empty vector pUCP20 (EV), HopZ1a (Z1a), catalytic mutant HopZ1a(C/A), and a negative control before (top panel) and after (bottom panel) digital masking in ImageJ using PIDIQ (plant immunity and disease image-based quantification). Healthy regions are outlined in red, chlorotic regions are masked in blue. **B**, Normalized arcsine-transformed proportion of chlorotic tissue per treatment at 3 days after infiltration ($n = 16$ for each treatment). Pairwise statistical comparisons were performed via Tukey's honestly significant differences post hoc test, with significance groups denoted by letters ($P < 0.005$). Error bars indicate standard error. **C**, Log-transformed bacterial growth in CFU per square centimeter on day 3 ($n = 8$, for each treatment). Statistical differences were measured between EV and the two HopZ1a treatments via t test ($P < 0.005$). Error bars indicate standard error.

Determinación de severidad usando análisis de imágenes: Leaf Doctor App



The Leaf Doctor performs quantitative assessments for plant diseases on plant organs such as leaves. Users collect or submit photographs of diseased plant organs and calculate the percentage of diseased tissue. Through a user's touching of the device screen, the algorithm employs user-specified values for up to eight colors of healthy tissues in the photograph. The color of each pixel is then evaluated for its distance from the healthy colors and assigned a status of either healthy or diseased. Users may slide [more](#)

What's New

[Version History](#)

Compatible with iOS 11

Version 1.1

Ratings and Reviews

[See All](#)

2.1 out of 5

8 Ratings



Liddi1234, 06/06/2018

Didn't help with diagnosis

Now I know that my tomato leaf is 49% diseased with a mystery illness.



rhren, 02/02/2020

No help. Worthless

Says the my plant is diseased. That I knew. Now tell me what it is and what i can do about it.



Want a refund now....., 02/15/2020

Take a leaf sample to your local nursery in...

Now I know my leaf samples are 79% diseased with some mystery illness, LOL. Why is this even in the App Store?!?!

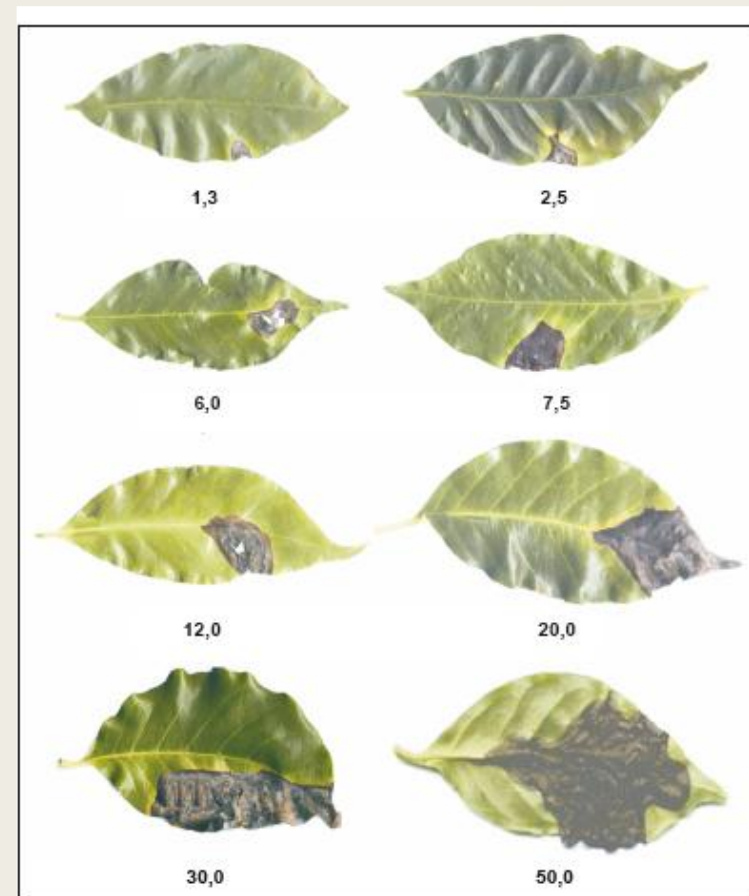


FIGURA 1 - Escala diagramática para avaliação da severidade de mancha de Phoma do cafeeiro (*Phoma tarda*). Os valores na escala indicam a porcentagem de área foliar lesionada.

