



Manual para evaluación

de daños de enfermedades en cultivos agrícolas

Julio Gabriel Ph.D.
Noel Ortuño M.Sc.
Máximo Vera M.Sc.
Carlos Castro M.Sc.
Washington Narváez Ph.D.
Marcos Manobanda Mgr. Duie.



Gabriel J, Ortuño N, Vera M, Castro C, Narváez W, Manobanda M (2017)
Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas. Grupo
COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 53 p.

Manual para evaluación

de daños de enfermedades en cultivos agrícolas

Primera Edición

Manual para evaluación
de daños de enfermedades en cultivos agrícolas

AUTORES

Julio Gabriel Ph.D.
Noel Ortuño M.Sc.
Máximo Vera M.Sc.
Carlos Castro M.Sc.
Washington Narváez Ph.D.
Marcos Manobanda Mgr. Duie.

Primera edición, mayo 2017



Libro sometido a revisión de pares académicos.

Edición
Diagramación
Diseño
Publicación

Maquetación.

Grupo Compás

Cámara Ecuatoriana del Libro - ISBN-E: 978-9942-760-04-3

Guayaquil - Ecuador

Prólogo

El presente documento fue elaborado sobre la base de las experiencias desarrolladas en la Fundación PROINPA en Cochabamba, Bolivia, y de la Universidad Estatal del Sur de Manabí en Jipijapa, Ecuador. Tiene el propósito de servir como un manual práctico para ayudar a los técnicos, promotores y estudiantes universitarios de las carreras de agronomía, agropecuaria y áreas afines, para la evaluación, el análisis y la interpretación de los daños causados por enfermedades en cultivos agrícolas, observados en campo e invernadero.

Este documento no pretende ser una guía sustitutiva a ninguna otra, más bien es un manual complementario a los ya existentes. Por lo cual si los investigadores de otros países latinoamericanos tienen o han generado nuevos métodos de evaluación, convendría puedan compartirla y así lograr un documento estándar para que todos podamos utilizarla.

Acerca de este libro

Se escribió esta guía práctica de evaluación de daños causados por enfermedades en cultivos agrícolas, teniendo en mente a estudiantes con nivel universitario en Agronomía, Agropecuaria, Biología, Forestal, Ambiental, etc., que se introducen en el complejo mundo del conocimiento de la sanidad vegetal como: la fitopatología, nematología, virología, bacteriología y el fitomejoramiento. Al escribir la obra se hizo un esfuerzo en proporcionar toda la información teórica y práctica actual, de experiencias y literatura actualizada disponible, para explicar los conceptos y el uso de las escalas de evaluación de severidades.

Organización flexible del material

Este libro de evaluación de severidades a enfermedades de cultivos agrícolas fue dividido en dos temáticas grandes. Por una parte se dan a conocer las escalas de evaluación de severidades para enfermedades que afectan a los cultivos como hongos, bacterias, nematodos y virus; y por otra parte se describen las escalas de evaluación para los daños causados por factores abióticos, como las heladas, la sequía y las granizadas.

Cobertura de los temas

Dada la cantidad de información disponible para un texto puesto al día sobre la evaluación de severidades en plantas, un reto clave fue mantener en un nivel adecuado para los estudiantes universitarios que inician estudios en los diferentes campos de saber sobre enfermedades y mejora genética en cultivos agrícolas. Se trató de resolver esta limitación estableciendo cómo meta ineludible el no abrumar a los estudiantes con detalles o material complicado que puede ser objeto de un curso posterior. De este modo, se discuten algunos temas más brevemente que en otros textos, pero en todos los casos se proporciona al menos la noción básica. Agradeceremos cumplidamente todos los comentarios y sugerencias provenientes de los lectores.

Agradecimientos

Es un placer manifestar nuestra gratitud a muchos colegas y amigos, de la Fundación PROINPA que en su momento nos animaron y contribuyeron con sugerencias para hacer esta obra. Asimismo, agradezco de manera especial a mi colega y amigo el Ing. Agr. M.Sc. Noel Ortuño, por aceptar acompañarnos en la co-autoría de esta obra, al cual contribuyo invaluablemente para mejorarla.

Finalmente, como primer autor agradezco a la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa en Ecuador, por darme la oportunidad de impartir docencia e investigación y publicar esta obra, como una contribución de mi estadía, en el hermoso país del Ecuador.

Índice temático

Índice	No. Página
Enfermedades	1
Cultivo de papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	2
Evaluación del daño por el nematodo del rosario (<i>Nacobbus aberrans</i>) de la papa	3
Evaluación del daño por el nematodo del quiste (<i>Globodera</i> sp.) de la papa	4
Evaluación del daño por verruga (<i>Synchytrium endobioticum</i>) en papa	5
Evaluación del daño por sarna (<i>Streptomyces scabies</i>) en papa	6
Evaluación del daño por <i>Rhizoctonia</i> sp. en papa	7
Evaluación del daño por tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) de la papa	8
Evaluación de virus PVY de la papa	12
Cultivos de cereales y granos	14
Evaluaciones de daño en hojas de cereales	15
Roya de la hoja en cereales	15
Roya del tallo en cereales	16
Mildiu pulverulento de los cereales	16
Septorios en la gluma del trigo	18
Septorios de la hoja de los cereales	18
Septorios del tallo de los cereales	19
Enfermedades del maíz (<i>Zea mays</i>)	21
Cobertura de mazorca para evitar presencia de enfermedades en maíz	21
Pudrición de la mazorca de maíz	23
Evaluación de la mancha de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i>) en maíz	24
Cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.)	25
Enfermedades en caña de azúcar	26
Látigo de carbón (<i>Porisorium scitamineum</i> H. Sydow. & P. Sydow)	26
Roya café (<i>Puccinia melanocephala</i> H. Sydow. & P. Sydow)	27
Roya naranja [<i>Puccinia kuehnii</i> (W. Krüger) E.J. Butler]	28
Escaldadura de la hoja [<i>Xanthomonas albilineans</i> (Ashby 1929) Dowson 1943]	28
Virus de la hoja amarilla - Sugarcane yellow leaf virus, ScYLV	30
Mosaico común de la caña de azúcar - Sugarcane mosaic virus, ScMV	31
Cultivo de friol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	32
Tizón bacteriano de la hoja [<i>Xanthomonas phaseoli</i> (E.F.Sm.) Dowson] del frijol	33

Tizón bacteriano común [<i>Xanthomonas phaseoli</i> (E.F.Sm.) Dowson] de las vainas del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	34
Cultivo de café (<i>Coffee arabica</i> L.)	35
Evaluación de la severidad de la roya del café (<i>Hemileia vastatrix</i>)	36
Evaluación de la severidad en plantas de café (<i>Coffee arabica</i>)	37
Evaluación de la severidad del ojo de gallo en café (<i>Mycena citricolor</i>)	38
Cultivos de plátano y guineo (<i>Musa</i> sp.)	39
Evaluación de la severidad de la sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) del plátano y guineo	40
Cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	41
Evaluación de la severidad para moniliasis o escoba de brujas (<i>Moniliophthora roreri</i>) en los frutos de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	42
Cultivo de piña (<i>Ananas</i> spp.)	43
Enfermedades en piña	44
Enfermedades causadas por <i>Phytophthora</i>	44
Enfermedad causada por <i>Fusarium</i> sp.	45
Pudrición bacterial causada por <i>Erwinia carysanthemii</i> y <i>E. carotovora</i>	45
Pudrición del tallo por <i>Ralstonia solanacearum</i>	46
Pudrición causada por el hongo <i>Sclerotium rolfsii</i>	46
Pudrición negra causada por <i>Thielaviopsis paradoxa</i>	47
Factores abióticos	48
Evaluación del daño por heladas	49
Evaluación del daño por estrés hídrico a la sequía	50
Evaluación del daño por granizo	51
Referencias	52

Enfermedades



Cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.)



Evaluación del daño causado por el nematodo del “rosario de la papa” (*Nacobbus aberrans*)

Para la evaluación a este nematodo en invernadero, se utiliza sustrato naturalmente infestado. La inoculación se realiza al mes y medio de desarrollo de las plantas, se debe tener cuidado al cambiar las macetas, para no maltratar las raíces.

Se cambia las macetas de 500 g por otras de 1000 g previamente lavadas y desinfestadas, se procede a llenar con el sustrato infestado; primeramente se coloca una capa del sustrato en la parte de abajo, se procede a colocar la planta con su respectivo terrón de sustrato, alrededor y se rellena con el sustrato infestado. Posteriormente se coloca platos en cada maceta para no contaminar las otras plantas que se encuentran en los mesones, después realizar el riego respectivo.

Se identifica cada maceta, con su respectivo código, fecha de inoculación, factor biótico (*Nacobbus aberrans*) y número de planta.

La evaluación se realiza a la cosecha. Para lo cual se procede a sacar las plantas de cada maceta, se deshace el terrón de tierra de la planta con mucho cuidado, después de sacar toda la tierra de la raíz, se procede a lavarla, una vez limpia se cuenta del número de nódulos presente en cada raíz. También se evalúa el peso de la raíz.

Para la determinación de la resistencia al “rosario de la papa” (*N. aberrans*), según el número de nódulos (Tabla 1), se asigna calificaciones de resistencia de acuerdo a la escala de daño empleada por PROINPA (1992) y Ramos *et al.* (1998).

Tabla 1. Escala para evaluar el grado de resistencia de papa a *Nacobbus aberrans* según el número de nódulos.

Escala	Número de nódulos	Reacción a <i>N. aberrans</i>
0	Sin nódulos	R = Resistente
1	1 a 10	PR = Parcialmente Resistente
2	11 a 30	PS = Parcialmente Susceptible
3	31 a 75	S = Susceptible
4	> 75	AS = Altamente Susceptible

Fuente: PROINPA (1992); Ramos *et al.* (1998).

La figura 1 muestra el ciclo de vida del nematodo del rosario de la papa (Doucet y Lax 2008).

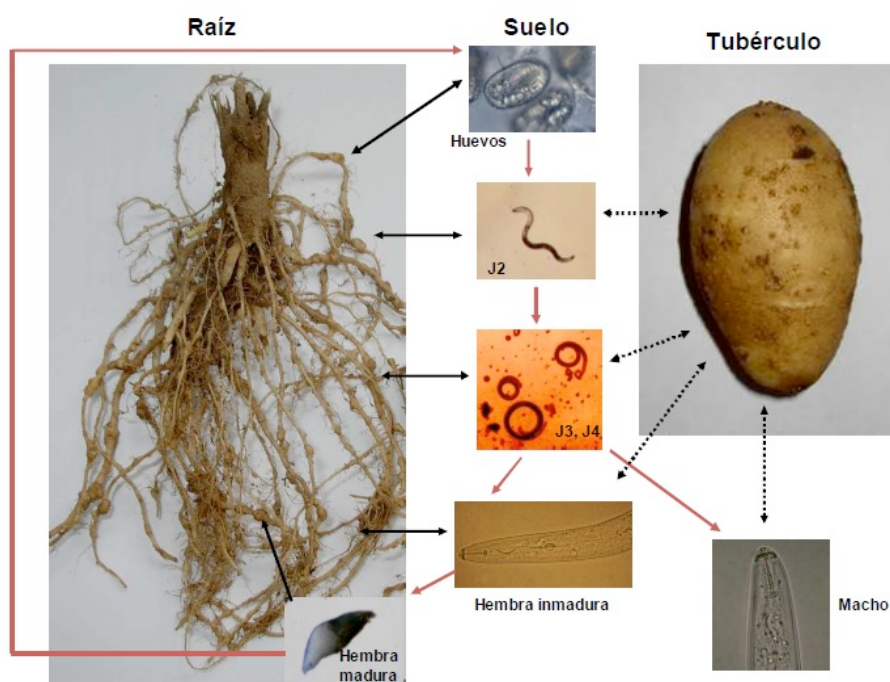


Figura 1. Ciclo de vida del nematodo del rosario de la papa (Doucet y Lax 2008).

Evaluación del daño causado por el nematodo del “quiste” (*Globodera* sp.) de la papa

Para el nematodo del quiste de la papa (*Globodera* sp.) se realiza el mismo procedimiento descrito para el nematodo *N. aberrans*, cambiándose el sustrato, también por uno naturalmente infestado con *Globodera* sp.

La evaluación se realiza a la cosecha, procediendo a sacar la planta de la maceta con sumo cuidado, tratando de no deshacer el terrón de tierra formado, se coloca este sobre una bandeja. En todo el terrón de tierra, se procede a observar a simple vista la presencia y/o ausencia de los quistes, evaluándose la misma de acuerdo a una escala establecida por Ortuño *et al.* (2005).

Inicialmente se realiza el conteo de la población inicial y después el de la población final mediante el método del tamizado del sustrato, después de obtener las muestras se procede a trabajar en laboratorio con un estereoscopio, con 3 muestras de 100 g de tierra. La escala utilizada para la evaluación de resistencia es la recomendada por Ortuño *et al.* (2005) (Tabla 2).

Tabla 2. Escala de evaluación para la resistencia a *Globodera* sp., según el número de quistes presentes.

Escala	Número de quistes	Reacción
0	Ninguna	Resistente
1	Pocas, difíciles de ver	Parcialmente Resistente
2	Pocas, fáciles de ver	Parcialmente Susceptible
3	Muchas, gran cantidad	Susceptible

La figura 2 muestra el ciclo de vida del nematodo del quiste de la papa (Rivas 2005).

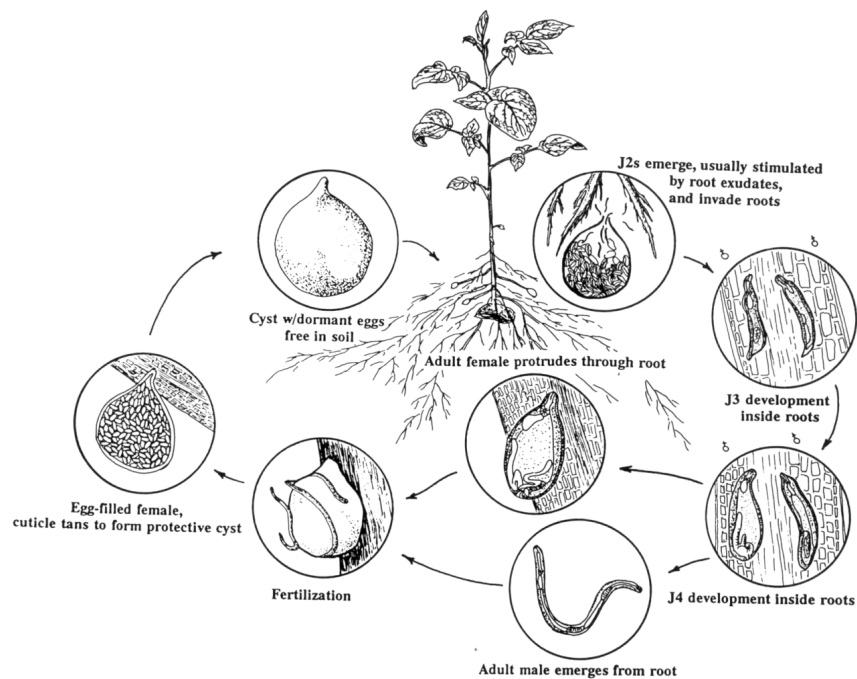


Figura 2. Ciclo de vida del nematodo del quiste de la papa (Rivas 2005).

Evaluación del daño causado por verruga (*Synchytrium endobioticum*)

Estas evaluaciones se realizan a la cosecha., utilizando una escala de 1 a 4 (Tabla 3), basada en el tamaño del tumor verrugoso en los tubérculos.

Tabla 3. Escala de evaluación para verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*)

Escala	Descripción
1	Sanos (sin verruga)
2	Trazas (verrugas pequeñas hasta de 3 mm de diámetro)
3	Regular (Verrugas grandes de 3 mm a 1 cm de diámetro)
4	Severo (Verrugas muy grandes, mayor a 1 cm de diámetro)

Fuente: Camargo (1999)

La figura 3 muestra el ciclo de vida de la verruga de la papa (*Synchytrium endobioticum*) (Arce 2002).

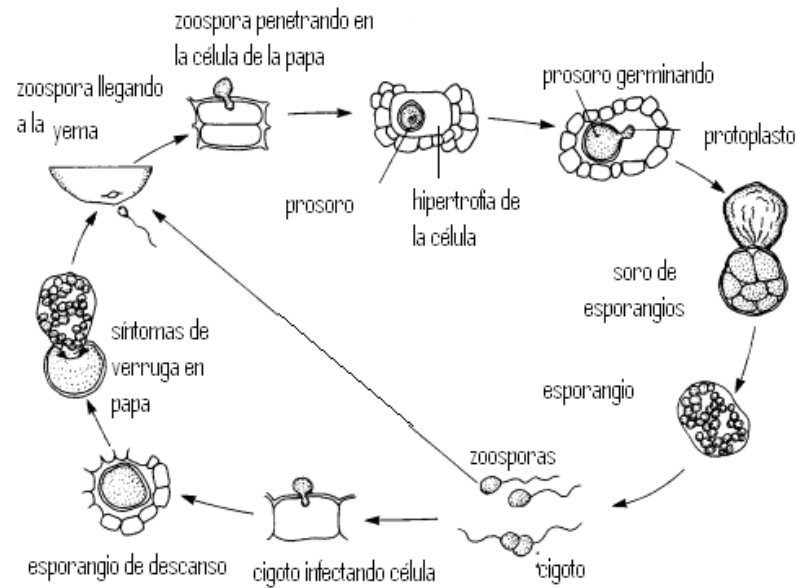


Figura 3. Ciclo de vida de *Synchytrium endobioticum* (Arce 2002)

Evaluación del daño causado por sarna (*Streptomyces scabies*) en tubérculo

La incidencia de sarna se calcula como porcentaje de tubérculos afectados.

El índice de sarna se evalúa con una escala de 0 a 4 (Figura 4): 0 = Libre de sarna; 1 = Ligera. 5% de la superficie afectada; 2 = Moderada. 10% de la superficie afectada; 3 = Severa. 25% de la superficie afectada; 4 = Muy severa.- 50% de la superficie afectada (Aznar y Acosta 2008).

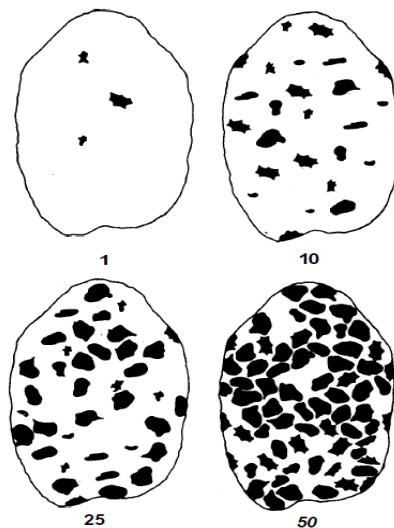


Figura 4. Porcentaje de severidad de *S. scabies* en tubérculos (Clive James 1977).

Evaluación del daño causado por *Rhizoctonia* sp. en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.)

Para el caso de *Rhizoctonia* sp. se cambia la maceta, por un sustrato naturalmente infestado, se realiza el cambio de macetas de 500 a 1000 g de capacidad. Se identifica cada maceta, con su respectivo nombre (genotipo), fecha de inoculación, factor biótico (*Rhizoctonia solani*) y número de planta.

La evaluación se realiza a la cosecha, se sacan los tubérculos que se produce en cada maceta, estos son previamente lavados y secados en un mesón, para su respectiva evaluación tomando en cuenta la escala desarrollada por Camargo (1999) (Tabla 4 y Figura 5).

Tabla 4. Escala de evaluación de daño por *Rhizoctonia* sp.

Escala	Porcentaje área cubierta
1	0% (sanos)
2	1 – 5 % de área cubierta por PE ó E
3	5 – 10 % de área cubierta por PE ó E
4	10 – 25 % de área cubierta por PE ó E
5	25 – 50 % de área cubierta por PE ó E
6	50 % de área cubierta por PE ó E

PE = Piel Escamosa

E = Esclerotes



Figura 5. Porcentaje de infección por *Rhizoctonia* sp.

Análisis estadístico

Se realiza los análisis de varianza y la comparación de medias utilizando el Proc GLM de SAS para cada variable (SAS Users Guide 1998), previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Evaluación del daño causado por tizón tardío [(*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary]

Laboratorio e invernadero

La resistencia a tizón (*P. infestans*), se puede realizar en hoja y en tubérculos.

Resistencia en hoja

Una vez que se presente la enfermedad de tizón (raza compleja) en campo, se recolectan hojas de cultivos de papa, infectados, para luego ser procesadas en laboratorio.

La evaluación de resistencia a *Phytophthora infestans* se realiza en folíolos sueltos siguiendo el protocolo sugerido por Plata (1998), Vleeshouwers *et al.* (1999) y Gabriel *et al.* (2007).

Preparación de folíolos

Se preparan tres cajas Petri con agar - agua por variedad a evaluar. Se recolectan folíolos turgentes en la mañana, previo riego de las plantas. Los folíolos son recolectados en bolsas plásticas, previamente identificadas, se toman hojas del tercio superior de la planta, equivalentes en posición y tamaño (6 folíolos/variedad); posteriormente se desinfestan con hipoclorito de sodio a 1 % durante un minuto, enjuagando luego en agua destilada estéril y secado cuidadosamente con papel toalla. Una vez secos los folíolos se depositan en las placas Petri con agar agua invertidas, con el envés hacia arriba e identificadas debidamente. Una vez listas todas las placas se procede a preparar el inóculo.

Preparación del inóculo

Una vez listos los folíolos se procede a preparar el inóculo, se lava una a una cada folíolo recolectado en campo, con agua destilada estéril, la solución obtenida se filtra a través de una gasa, luego por un filtro de 30µL y finalmente por un filtro de 10µL, dejando en este último filtro aproximadamente 1 mL de solución la cual se enjuagada dos o tres veces con agua destilada esterilizada para purificarla, la solución se transfiere con una pipeta Pasteur a un vaso de precipitación esterilizado, y se verifica la concentración de inóculo (esporangios/mL), presente en la solución con ayuda de un hematocímetro (Figura 6). Se trata de no usar demasiada agua destilada afin de tener una solución concentrada, y poder alcanzar la concentración requerida.

$$\text{Concentración} = \Sigma(A+B+C+D+E) \times 2000 = \text{esporangios/mL}$$

donde:

A, B, C, D = Campos de conteo del hematocímetro

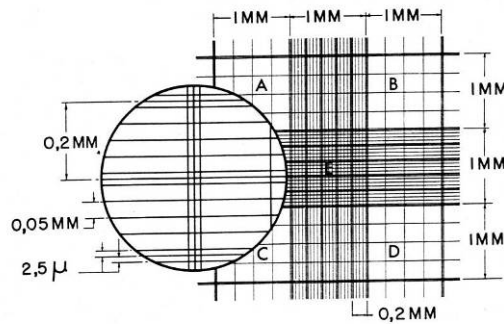


Figura 6. Hematócmetro, empleado para la determinación de la concentración del inóculo por mL

La concentración requerida (10.000 esporangios/mL), se obtiene diluyendo con agua destilada esterilizada en un vaso, para después proceder a la inoculación.

Inoculación

Se procede a inocular todos los folíolos, colocando una gota de 20-25 μL a ambos lados de la nervadura central de cada folíolo, agitando la suspensión entre folíolo y folíolo inoculado. En las placas que sirvieron de testigos se coloca gotas de 20-25 μL de agua destilada estéril. Finalmente las placas conteniendo los folíolos, son dispuestas en un estante de crecimiento, en forma ordenada bajo un rango de temperatura de 12 a 25°C. Con suplementación de 10 horas de luz. Para simular las condiciones de campo.

Las placas son incubadas en un estante de crecimiento por un lapso de nueve días, además se registra tres lecturas de temperatura al día: 8:00 am, 12:00 am y 6:00 pm.

Las evaluaciones se realizan al 4, 5, 6, 7^{mo} día después de la inoculación.

Diseño experimental

Los tratamientos en laboratorio se evalúan en diseño completamente al azar con cuatro folíolos por tratamiento, que constituyeron las unidades experimentales.

Variables de respuesta y análisis estadístico

- Se evalúa el componente de resistencia Tamaño de la lesión (TL), para lo que se mide la longitud de la lesión, paralelo a la nervadura secundaria y el ancho en el eje perpendicular de la primera medida, valores con los cuales se obtiene el área de la lesión; empleando la fórmula $\frac{1}{4} \pi \times \text{largo} \times \text{ancho}$, correspondiente al área de una elipse, y se expresa en mm^2 .
- Se evalúa la Intensidad de Esporulación (IE) donde se observa el avance de la enfermedad y se mide en porcentaje de área afectada.
- Se determina el Tipo de Lesión (L), considerando si son manchas dendríticas y sólo micelio.
- Con la IE se estima el Área Bajo la Curva de Progreso de *P. infestans* (ABCPPI), que es una medida del incremento y desarrollo de la enfermedad a través del tiempo (Campbell y Madden 1999, Gabriel 2008) cuya fórmula es la siguiente:

$$ABCPPI = \sum^n ((y_{i+1} + y_i) * (t_{i+1} - t_i))$$

Donde:

ABCPPI = Área Bajo La Curva de Progreso de *Phytophthora infestans*, tiene unidades de porcentaje-días o proporción días

n = Número de evaluaciones

y_i = Porcentaje de infección en la fecha i (altura de un rectángulo, estimado como el punto medio entre $(y_{i+1} + y_i)$).

$(t_{i+1} - t_i)$ = Tiempo en días transcurridos entre la observación y_i y y_{i+1}

Para que los genotipos sean estadísticamente comparables, se calcula el Area Bajo la Curva de Progreso de *P. infestans* relativa (ABCPPIrel), dividiendo el ABCPPI total entre el área máxima alcanzada (Bonierbale *et al.* 2010).

Los análisis de varianza y la comparación de medias se realizan utilizando el Proc GLM de SAS para cada una de las variables evaluadas (SAS Users Guide 1998).

Resistencia en tubérculos

Se recolectan muestras de tejido infectado con tizón (folíolos) en cultivos de papa (raza compleja), las cuales se procesan en laboratorio.

Preparación de tubérculos

Los tubérculos se recolectan de invernadero temprano en la mañana, en laboratorio se desinfectan con hipoclorito de sodio al 1% (v/v) durante un minuto, se enjuagan en agua destilada estéril y se secan cuidadosamente con papel toalla. Una vez secos, cada tubérculo se hiere, en un patrón regular, y luego se dispone en seis cajas. Cada caja debe contener (10 tubérculos) un tubérculo de los ocho genotipos mas dos testigos.

Para la preparación de inóculo y obtener la concentración requerida se sigue el mismo proceso que para folíolos. Una vez que se obtiene concentración de 20.000 esporangios/mL. Se procede a la aplicación del inóculo en los tubérculos.

Inoculación

Se seleccionan tubérculos sanos de cada genotipo, un tubérculo se emplea como, el cual se inocula con agua destilada estéril. Previamente, antes de la inoculación se realiza heridas a los tubérculos a la misma profundidad y luego se asperja a cada genotipo con 30 mL de inóculo, el cual se encuba a temperatura ambiente.

Diseño experimental

Los tratamientos en laboratorio se evalúan utilizando un diseño completamente aleatorio teniendo el cuidado de tener varias unidades experimentales.

Variables de respuesta y análisis estadístico

Para la evaluación de la resistencia, se estima el porcentaje de la superficie infectada, empleando una escala porcentual que va de 0 a 100% de tubérculo infectado a los 8, 11 y 14 días después de la inoculación. Con estos datos posteriormente se obtiene un promedio de porcentaje de infección de tubérculo por genotipo para hacer los análisis de resistencia.

Se realiza los análisis de varianza y la comparación de medias utilizando el Proc GLM de SAS (SAS Users Guide 1998), previa verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Correlación de la resistencia entre hoja y tubérculo

Se realiza la correlación entre la resistencia de hoja y tubérculo utilizando el Proc corr del SAS para estimar el coeficiente de correlación de Pearson (SAS User guide 1998).

Evaluación de resistencia a tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en campo

En campo se evalúa la severidad de infección de tizón en el follaje de las plantas a intervalos de siete días durante siete semanas con la escala internacional recomendada por Bonierbale *et al.* (2008) (Tabla 5 y Figura 7). Esto permite calcular el ABCPPI como una medida del avance de la enfermedad en el tiempo, cuyo cálculo y análisis ya fue discutido anteriormente.

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)

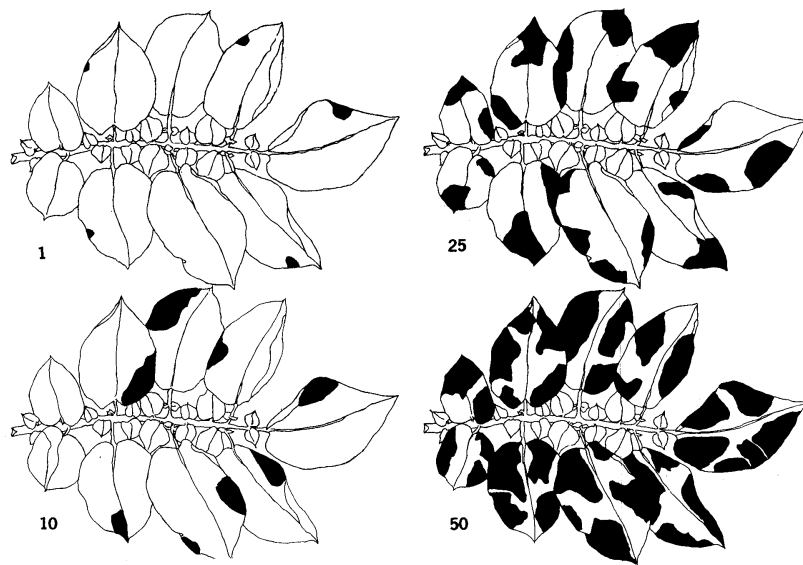


Figura 7. Severidad de tizón en hojas (Clive James 1977).

Evaluación del virus PVY de la papa

Se procede a coleccionar muestras (foliolos) en campo y algunas en invernadero que presenten síntomas aparentes del virus, estas son identificadas con números, se obtiene de 1 – 12 muestras, las cuales se llevan a laboratorio donde se realiza un análisis serológico mediante la DAS-ELISA "Double Antibody Sandwich", esta técnica se basa en la detección de un antígeno inmovilizado sobre una fase sólida mediante anticuerpos que directa o indirectamente producen una reacción cuyo producto, por ejemplo un colorante, puede ser medido espectrofotométricamente, para saber si el virus esta presente en las 12 muestras, después del análisis se recoge nuevamente material de las muestras positivas, las cuales se colocan en bolsas de plástico con Buffer de extracción con pH 8, después se muele, y obtiene la clorofila, después de obtener el jugo de las muestras se mezclan para realizar la inoculación mecánica por frotación a los foliolos (Tercio superior de la planta), pasándoles previamente con carborundum (un abrasivo), finalmente se lavan los foliolos, con agua destilada.

La evaluación se realiza tomando en cuenta la presencia de síntomas localizados y sistémicos en la planta (Tabla 6). Las plantas deben tener unos 15 a 20 cm de altura.

Tabla 6. Evaluación para virus PVY: Síntomas localizados y sistémicos evaluados en las plantas de ocho genotipos de papa nativa inoculadas con el virus PVY.

Síntomas Localizados	Síntomas Sistémicos
Puntos necróticos	Reducción del foliolo
Mosaico (Áreas claras y oscuras)	Encrespamiento
	Reducción de entrenudos
	Mosaico
	Acucharamiento (Cóncono y convexo)
	Enrollamiento de bordes
	Aclaración internerval y nerval
	Necrosis internerval y nerval

La evaluación de los síntomas se realiza a partir del cuarto día de inoculación hasta el vigésimo día, se registran lecturas de los síntomas cada dos días.

Cultivos de cereales y granos



Evaluaciones de daño en hojas de cereales

En este documento se ha hecho un esfuerzo para compartir algunas escalas de evaluación para enfermedades en cereales, con la esperanza que sean de utilidad para los investigadores y técnicos de campo.

Roya de las hojas en los cereales

En la figura 8 se muestran los porcentajes de severidad que podría ser para:

Roya de avena (*Puccinia coronata*)

Roya del trigo (*Puccinia triticina*)

Roya de la cebada [*Puccinia recondita* Rob. (Corda) Erikss. & Henn.) Erikss.) Ex Desm.]

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria de tallos.

Etapas de crecimiento

La clave también puede ser utilizada para evaluar la enfermedad en etapas tempranas de desarrollo, pero la etapa de desarrollo y posición de la hoja (hoja superior = hoja 1) debe ser cuidadosamente observado, para que las comparaciones sean válidas entre cultivos.



Figura 8. Porcentaje de severidad a la roya de las hojas en cereales (Clive James 1977)

Roya del tallo en cereales

En la figura 9 se muestran los porcentajes de severidad que podría ser para:

Roya del tallo del trigo (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. & Henn.)

Roya del tallo de la avena (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* Erikss. & Henn.)

Roya del tallo del cebada (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* Erikss. & Henn.)

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria de tallos.

Etapas de crecimiento

La clave también puede ser utilizada para evaluar la enfermedad en etapas tempranas de desarrollo, pero la etapa de desarrollo y posición de la hoja (hoja superior = hoja 1) debe ser cuidadosamente observado, para que las comparaciones sean válidas entre cultivos.

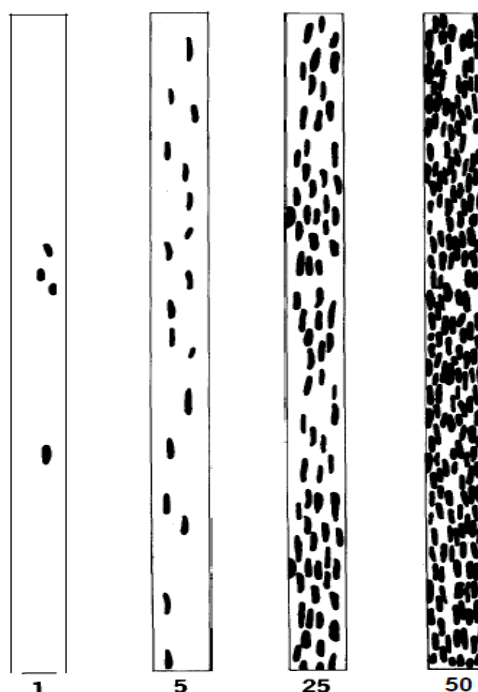


Figura 9. Porcentaje de severidad a la roya del tallo en cereales (Clive James 1977)

Mildiu pulverulento de los cereales

En la figura 10 se observan los porcentajes de daño que podría ser para:

Roya del tallo del trigo (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. & Henn.)

Roya del tallo de la avena (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *avenae* Erikss. & Henn.)

Roya del tallo del cebada (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *secalis* Erikss. & Henn.)

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria de tallos.

Etapas de crecimiento

La clave también puede ser utilizada para evaluar la enfermedad en etapas tempranas de desarrollo, pero la etapa de desarrollo y posición de la hoja (hoja superior = hoja 1) debe ser cuidadosamente observado, para que las comparaciones sean válidas entre cultivos.

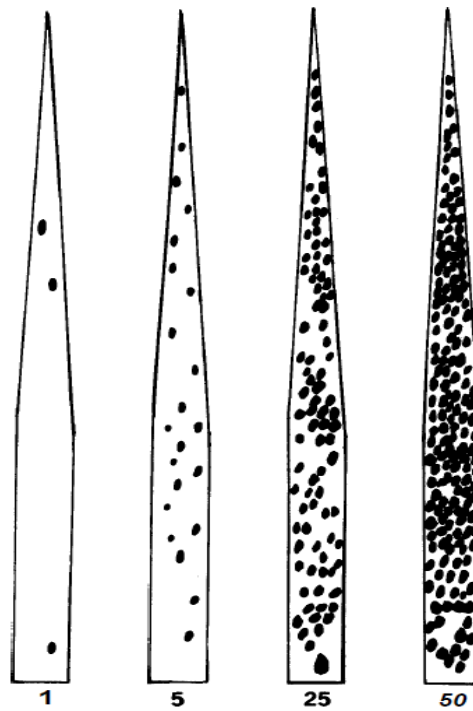


Figura 10. Porcentaje de severidad al mildiu pulverulento de los cereales (Clive James 1977)

Septoriosis en la gluma del trigo

La figura 11 presenta el daño en la gluma.

Mancha de la gluma del trigo (*Septoria nodorum* Berk.)

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria.



Figura 11. Porcentaje de severidad de la mancha de la gluma del trigo (Clive James 1977)

Septoriosis de la hoja de los cereales

El porcentaje de daño en la hoja se muestra en la figura 12 y puede servir para evaluar:

Mancha de la gluma del trigo (*Septoria nodorum* Berk.)

Septoriosis de la hoja del trigo (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.)

Septoriosis de la hoja de la avena (*Septoria avenae* Frank f. sp. *friticea* T. Johnson)

Septoriosis de la hoja y el tallo de la avena (*Septoria avenae* Frank f. sp. *avenae*)

Septoriosis de la hoja de la cebada (*Septoria passerinii* Sacc.)

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria.

Etapas de crecimiento

La clave también puede ser utilizada para evaluar la enfermedad en etapas tempranas de desarrollo, pero la etapa de desarrollo y posición de la hoja (hoja superior = hoja 1) debe ser cuidadosamente observado, para que las comparaciones sean válidas entre cultivos.

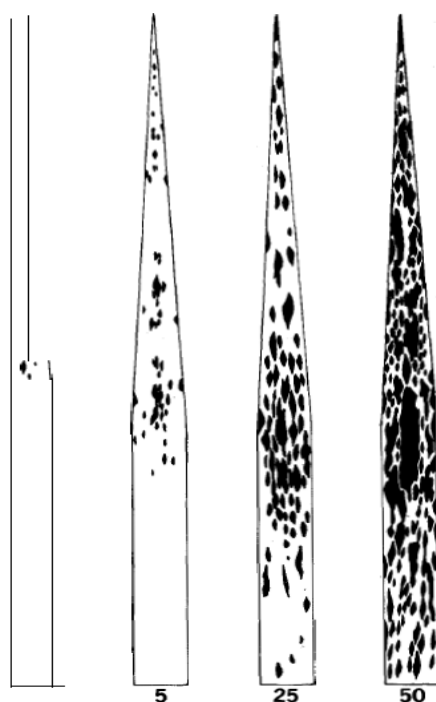


Figura 12. Porcentaje de severidad de la septoriosis de la hoja del trigo (Clive James 1977)

Septoriosis del tallo de los cereales

Los porcentajes de daño se presentan en la figura 13 y puede servir para:

Mancha de la gluma del trigo (*Septoria nodorum* Berk.)

Septoriosis de la hoja del trigo (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.)

Septoriosis de la hoja de la avena (*Septoria avenae* Frank f. sp. *friticea* T. Johnson)

Septoriosis de la hoja y el tallo de la avena (*Septoria avenae* Frank f. sp. *avenae*)

Septoriosis de la hoja de la cebada (*Septoria passerinii* Sacc.)

Procedimiento

Seleccione una muestra aleatoria.

Etapas de crecimiento

La clave también puede ser utilizada para evaluar la enfermedad en etapas tempranas de desarrollo, pero la etapa de desarrollo y posición de la hoja (hoja superior = hoja 1) debe ser cuidadosamente observado, para que las comparaciones sean válidas entre cultivos.

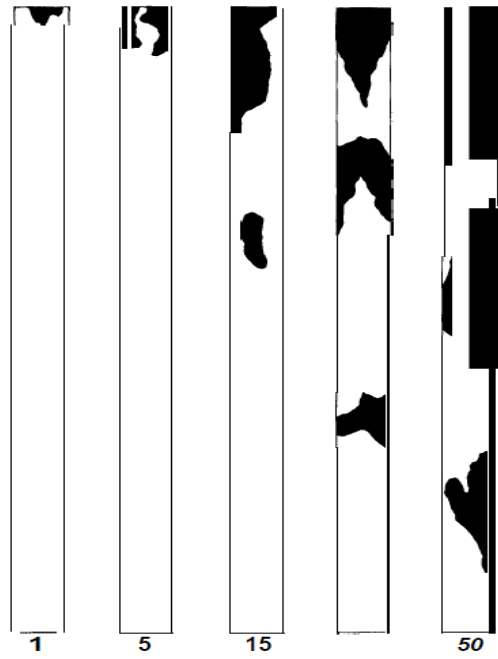


Figura 13. Porcentaje de severidad de la septoriosis del tallo de los cereales (Clive James 1977).

Enfermedades del maíz (*Zea mays*)

Para obtener una calificación precisa de la severidad de una enfermedad, se debe tomar nota del daño causado en las etapas finales del ciclo de cultivo pero antes de que las hojas se tornen de color café. Se debe evaluar los daños en cada parcela, concentrándose en las enfermedades importantes en la región donde se encuentren. Si es posible, proporcione el nombre científico del agente patógeno. Para profundizar en la identificación de las enfermedades, consulte la publicación del CIMMYT (1999).

La infección por las enfermedades foliares enumeradas del maíz que se presenten, deberán registrarse según una escala de 1 a 5, donde 1 indica la ausencia de la enfermedad y 5 una infección muy severa. Se debe registrar la calificación en números enteros, pero también es posible hacerlo en porcentaje. En la figura 14, que se expone a continuación se muestra la escala de calificación modificada en escala y porcentaje, para las principales enfermedades foliares, como los tizones y las royas del maíz. Asimismo, para indicar la magnitud del daño causado por las enfermedades en el maíz se debe registrar el número de plantas afectadas por parcela, esto se llama incidencia.

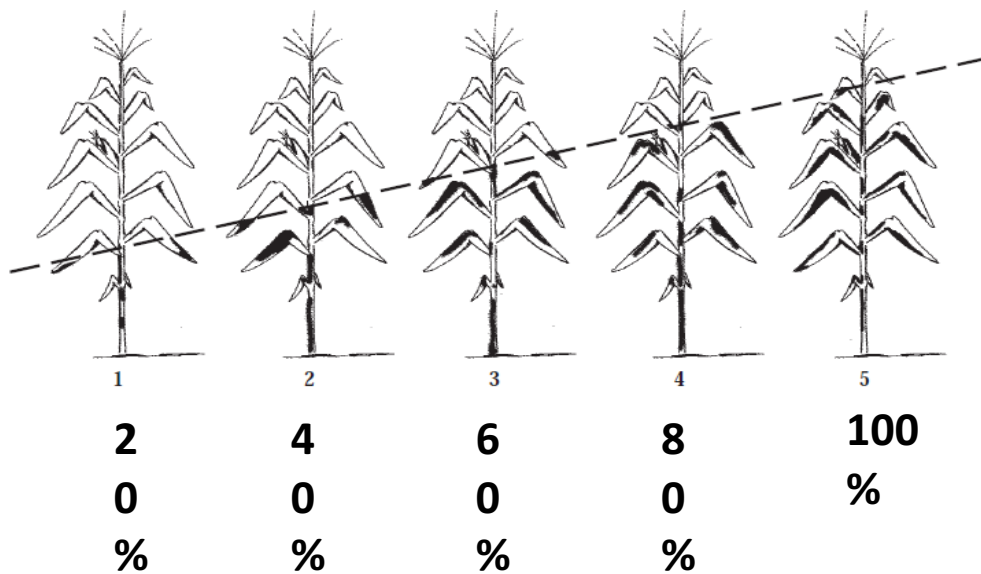


Figura 14. Escala de severidad de las enfermedades foliares como tizón (*Helminthosporium* sp.) y roya (*Puccinia* sp.) en maíz.

Cobertura de mazorca para evitar presencia de enfermedades en maíz

Se debe registrar el número de mazorcas de cada parcela que antes de la cosecha tengan expuesta alguna parte de la mazorca (CIMMYT 1999). Con la escala se convierte esta cifra en un porcentaje de cobertura deficiente de mazorca, dividiéndola por el número total de mazorcas cosechadas. Califique también la cobertura de mazorca en los materiales de cada parcela según la escala de 1 a 5 modificada también a porcentaje (Tabla 7 y Figura 15). Califique esta

característica de los materiales cuando las mazorcas estén completamente desarrolladas y se estén secando las brácteas. La mejor época es de 1 a 3 semanas antes de la cosecha.

Tabla 7. Escala de evaluación de la mazorca de maíz a pudriciones.

Escala	Descripción	Porcentaje	Cobertura por las brácteas
1	Excelente	0	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extiende más allá de ella.
2	Regular	10	Cubren apretadamente la punta de la mazorca.
3	Punta expuesta	20	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta.
4	Grano expuesto	30	Las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta.
5	Completamente inaceptable	40	Cobertura deficiente, la punta está claramente expuesta.

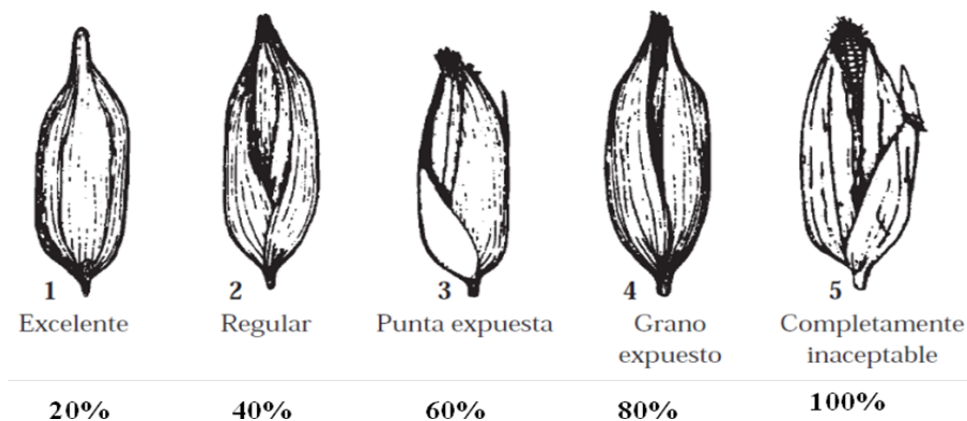


Figura 15. Escala de calificación de la cobertura de la mazorca, para evitar la presencia de enfermedades en la mazorca de maíz.

Pudrición de mazorcas de maíz

En cada parcela, se debe calificar la severidad de pudriciones de mazorca y de grano causadas por *Diplodia* sp., *Fusarium* sp. o *Gibberella* sp., según una escala de 1 a 5 (Figura 16 y 17).

- 1 = 0% de granos infectados
- 2 = 10% de granos infectados
- 3 = 20% de granos infectados
- 4 = 30% de granos infectados
- 5 = 40% o más de granos infectados

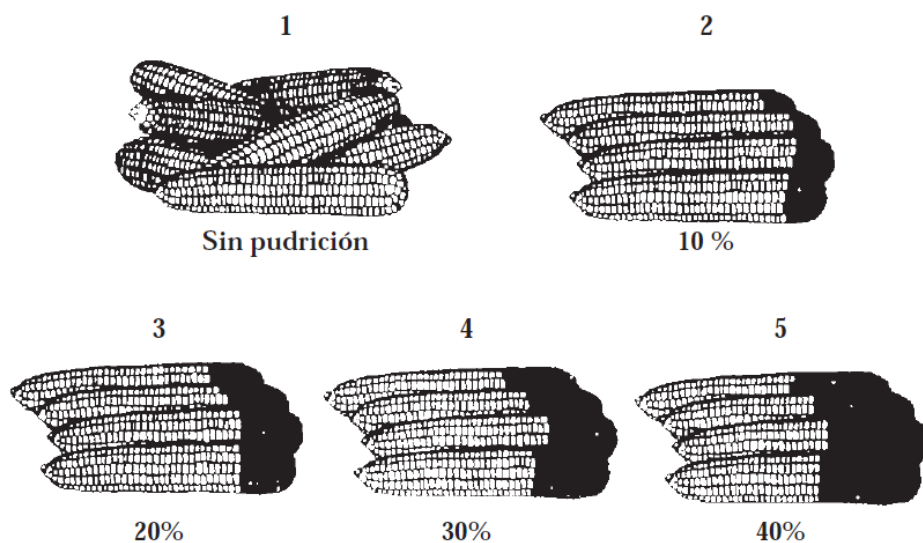


Figura 16. Escala de severidad para pudriciones de mazorca que comienzan desde la base de la mazorca, causadas por *Diplodia* sp. y la pudrición gris. La infección también puede comenzar en la punta de la mazorca, como en la pudrición causada por *Gibberella* sp.

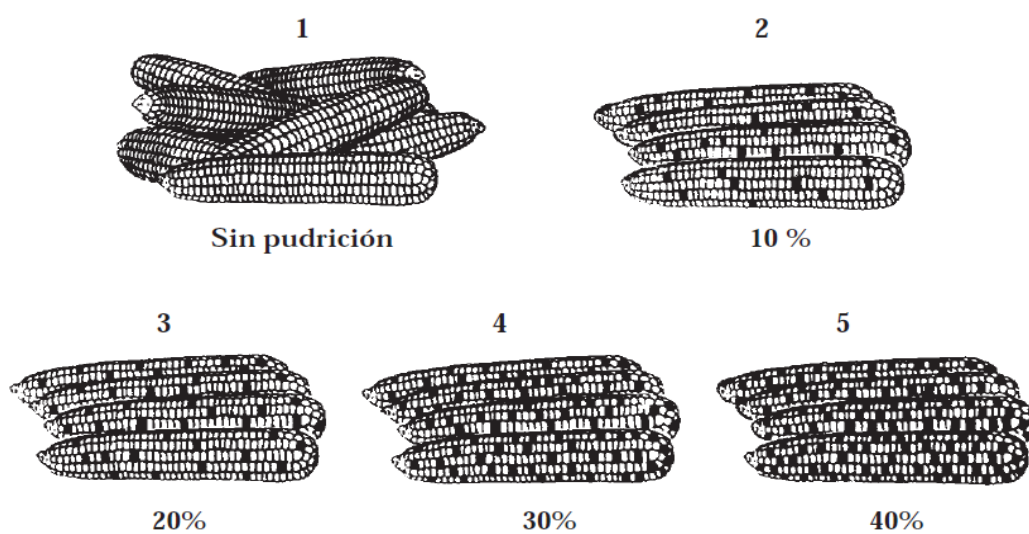


Figura 17. Evaluación de la severidad de las pudriciones de mazorca (*Fusarium moniliforme*).

Evaluación de mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el cultivo de maíz

La escala porcentual de evaluación para la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) fue tomada de Monterosso – Salvatierra (2013), la misma se observa en la Figura 18.

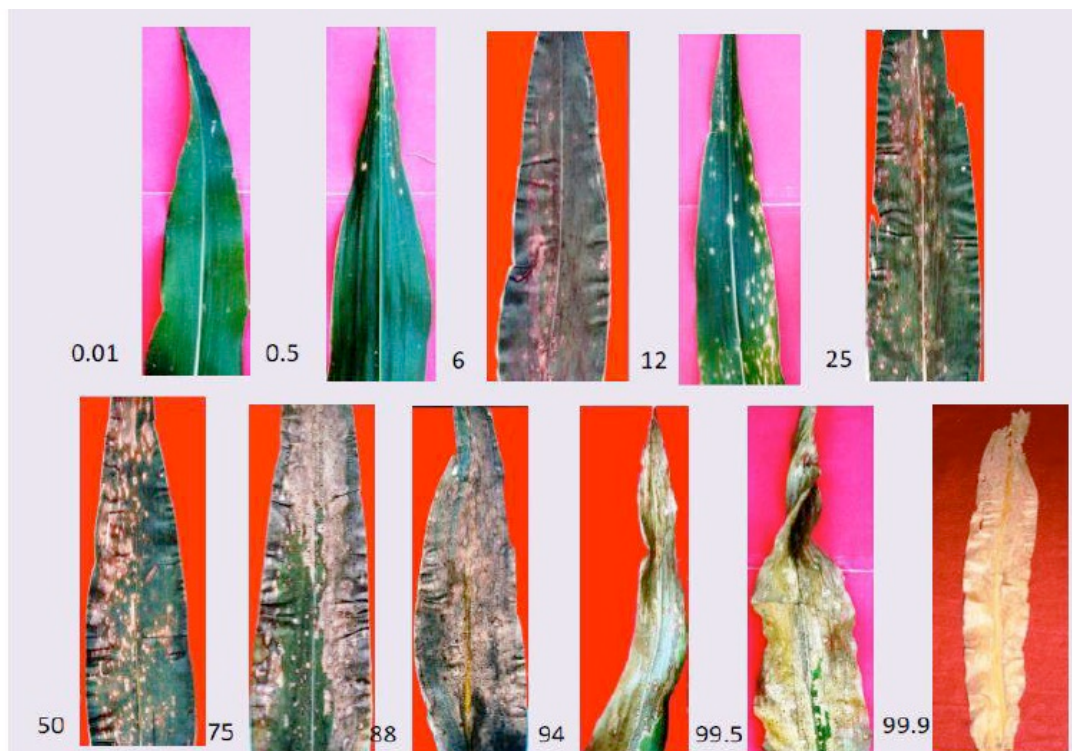


Figura 18. Escala porcentual de severidad para mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*).

Cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)



Enfermedades en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)

En esta sección se describirán las escalas de evaluación de severidad de algunas de las más importantes enfermedades de la caña de azúcar. No es propósito del presente manual discutir acerca de las enfermedades, para esto se sugiere leer la literatura disponible como Chavarria (2006) y CINCAE (2017).

Látigo de carbón (*Porisorium scitamineum* H. Sydow. & P. Sydow) (Basidiomycota: Ustilaginales)

Aparición de una estructura semejante a un látigo a partir del meristema apical, compuesto por un cuerpo central de tejido parenquimatoso del hospedero, rodeado de millones de teliosporas de color café oscuro a negro y protegidas por una membrana plateada (Síntoma primario), mientras que el secundario consiste en la aparición de las denominadas “lalas”, o brotes laterales en tallos adultos, que se transforman en “látigos”, los cuales emergen a partir de los meristemas ubicados en las yemas laterales (CINCAE 2017).

La figura 19 muestra el síntoma típico en planta el látigo de carbón (CINCAE 2017)



Figura 19. “Látigo” de carbón, síntoma primario (CINCAE 2017).

La tabla 8 muestra la descripción de la escala de evaluación para el carbón (Chavarria 2006).

Tabla 8. Descripción de la Escala de Guyana para clasificar la reacción varietal de la caña de azúcar al Carbón.

Grado	Categoría	Condición
$I\% \leq 5\%$	R	Resistente.
$5\% < I\% < 15\%$	MR	Moderadamente Resistente.
$15\% \leq I\% < 30\%$	S	Susceptible.
$I\% \geq 30\%$	AS	Altamente Susceptible.

Roya café (*Puccinia melanocephala* H. Sydow. & P. Sydow) (Basidiomycota: Uredinales)

Aparición de pústulas de color pardo-naranja en el envés de las hojas, en líneas paralelas a la nervadura, las cuales van coalesciendo, generándose áreas de lesión más grandes que provocan la deshidratación de la planta (CINCAE 2017). A partir de las pústulas se liberan urediniosporas, que al ser frotadas dejan un manchado de color café. Las lesiones son más largas y delgadas que las de la roya naranja.

La figura 20 muestra los síntomas – signo de la roya café (CINCAE 2017).



Figura 20. Pústulas de roya café en envés de la hoja (CINCAE 2017).

La tabla 9 muestra la descripción de la escala de evaluación para la roya café (Chavarria 2006).

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.

Roya naranja [*Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler] (Basidiomycota, Uredinales)

Inicialmente se observan como manchas amarillas elongadas, las cuales presentan un halo clorótico. En estados avanzados se se observan pústulas de color anaranjado o anaranjado-pardo de hasta 4 mm de longitud, que tienden a observarse en grupos, esporulando activamente en el envés de la hoja. Las uredosporas de *Puccinia kuehnii*, son usualmente de color naranja y pálido al microscopio, con un engrosamiento apical y pared gruesa, y pocas o ausentes paráfises que permiten diferenciarla de la roya común (CINCAE 2017).

La figura 21 muestra los síntomas – signo de la roya naranja (CINCAE 2017).



Figura 21. Pústulas de roya naranja en envés de la hoja (CINCAE 2017).

Puede utilizarse la misma escala de evaluación de la roya café descrita en la tabla 9 (Chavarria 2006).

Escaldadura de la hoja [*Xanthomonas albilineans* (Ashby 1929) Dowson 1943] (Proteobacteria: Xanthomonadales)

La enfermedad presenta dos formas diferentes de síntomas, crónicos y agudos y dos fases distintas de latencia y eclipse Davis y Rott (2000). El síntoma clásico en la fase crónica de la enfermedad, se caracteriza por la presencia de rayas blancas finas definidas, paralelas a la nervadura principal, clorosis en plantas jóvenes, “encrespamiento” hacia el interior, escaldado de la hoja, decoloraciones rojizas en el interior del tallo a la altura del nudo o en la base de los brotes. En la fase aguda de la enfermedad se presenta la muerte súbita, esta forma aparece durante cambios de alta precipitación a sequía, pero se limita a variedades altamente susceptibles (CINCAE 2017).

La figura 22 muestra los síntomas – signo de la escaldadura de la hoja (CINCAE 2017).



Figura 22. Síntoma de albinismo en lámina de la hoja por efecto de la toxina que libera la bacteria (CINCAE 2017).

La tabla 10 muestra la descripción de la escala de evaluación para la Escaldadura Foliar de la caña de azúcar (Chavarria 2006).

Tabla 10. Descripción de la escala de evaluación para la Escaldadura Foliar de la caña de azúcar (*Xanthomonas albilineans*).

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	Rayas blanquecinas o amarillentas en la lámina foliar.
3	Rayas blanquecinas o amarillentas y/o quema de hasta un 15% del tejido foliar.
4	Entre un 15 y 30% del área foliar quemada.
5	Más de un 30% del área foliar quemada y emisión de brotes laterales.

Virus de la hoja amarilla - *Sugarcane yellow leaf virus, ScYLV (Viruses: Polerovirus)*

Se describe como un desorden en el crecimiento, que se caracteriza por una serie de síntomas, que incluyen amarillamiento especialmente en el envés de la nervadura y en la lámina foliar de las hojas 3 a 5, amarillamiento y necrosis desde el ápice de la hoja, expansión gradual del amarillamiento desde la nervadura hacia los bordes, acortamiento de entrenudos terminales, acumulación de pigmentos de antocianina en las hojas, bloqueo en la traslocación de azúcar desde las hojas hacia los tallos, y acumulación de azúcar en la nervadura de la hoja (CINCAE 2017).

La figura 23 muestra los síntomas – signo del virus de la hoja amarilla (CINCAE 2017).



Figura 23. Amarillamiento de hojas maduras en la variedad CR74-250 (CINCAE 2017).

La tabla 11 muestra la descripción de la escala de evaluación para amarillamiento de hojas maduras (Chavarria 2006).

Tabla 11. Descripción de la escala de evaluación para el amarillamiento de hojas maduras (YLS, SCYLV).

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	Clorosis leve en la nervadura central de la hoja +3.
3	Clorosis bien definida de la nervadura central de la hoja +3.
4	Clorosis de la nervadura central con coloraciones rojizas y quema de puntas de la hoja +3.
5	Clorosis de la nervadura central con coloraciones rojizas y quema de más del 33% de la lámina foliar de la hoja +3.

Mosaico común de la caña de azúcar - *Sugarcane mosaic virus, ScMV (Potyvirus)*

Los síntomas de esta enfermedad viral se caracterizan por el contraste de áreas verde pálido (Figura 24), amarillas o blancas, con áreas de color verde normal, siendo más evidente en las hojas jóvenes. La intensidad de los síntomas varía con la variedad, condiciones de crecimiento, temperatura y razas del virus. Las áreas cloróticas son más evidentes en el tercio basal de hojas jóvenes en rápido crecimiento. En hojas maduras los síntomas tienden a desaparecer. Los síntomas crónicos se pueden extender a la yagua de la hoja y el tallo especialmente en cañas nobles (CINCAE 2017).



Figura 24. Contraste de áreas cloróticas con “islas” alargadas de color verde normal características de mosaico (CINCAE 2017).

La tabla 12 muestra la descripción de la escala de evaluación para el mosaico común de la caña de azúcar (Chavarria 2006).

Tabla 12. Descripción de la escala de evaluación para el Mosaico de la de la caña de azúcar (ScMV).

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	Clorosis variegada leve en las hojas (visible solo contra luz).
3	Clorosis variegada moderada en las hojas.
4	Clorosis variegada fuerte en las hojas.
5	Decoloración variegada severa en las hojas y en forma de rayas en los entrenudos de los tallos.

Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)



Tizón bacteriano de la hoja [*Xanthomonas phaseoli* (E.F.Sm.) Dowson] del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

La escala para evaluar la severidad al tizón bacteriano del frijol, está disponible en Clive James (1977) (Figura 25).

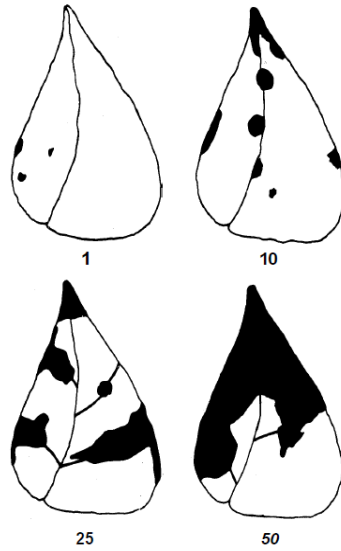


Figura 25. Porcentaje de severidad para el tizón bacteriano de la hoja del frijol

Tizón bacteriano común [*Xanthomonas phaseoli* (E.F.Sm.) Dowson] de las vainas del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

La escala para evaluar la severidad al tizón bacteriano común de las vainas del frijol está disponible en Clive James (1977) (Figura 26).

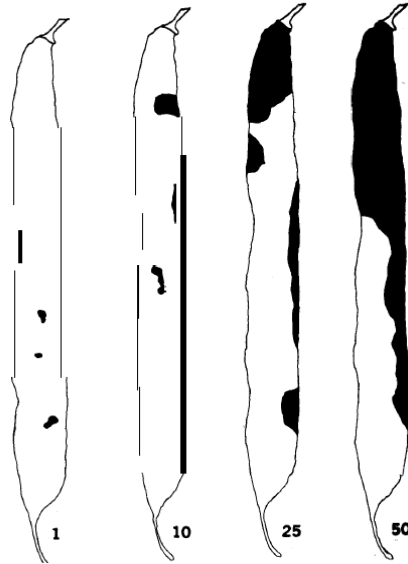


Figura 26. Porcentaje de severidad para el tizón bacteriano común de la vaina del frijo.

Cultivo de café (*Coffea arabica* L.)



Evaluación de la severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*)

La escala de evaluación para la roya del café, fue recomendada por SENASA (2012) del Perú y aplicada por García (2013) (Tabla 13 y Figura 27).

Tabla 13. Evaluación de la severidad de la roya (*Hemileia vastatrix*) en café (*Coffea arabica*).

Grado o calificación	Descripción
0	Sano o sin síntomas visibles
1	Síntomas visibles llegando de a 5% del área total sana
2	Las manchas empiezan a unirse, llegando a ocupar del 6 al 20% del área sana
3	Las hojas comienzan a necrosarse de manera muy notoria, afectando del 21 al 50% del área sana
4	Mayor al 50% del área foliar se encuentra afectada

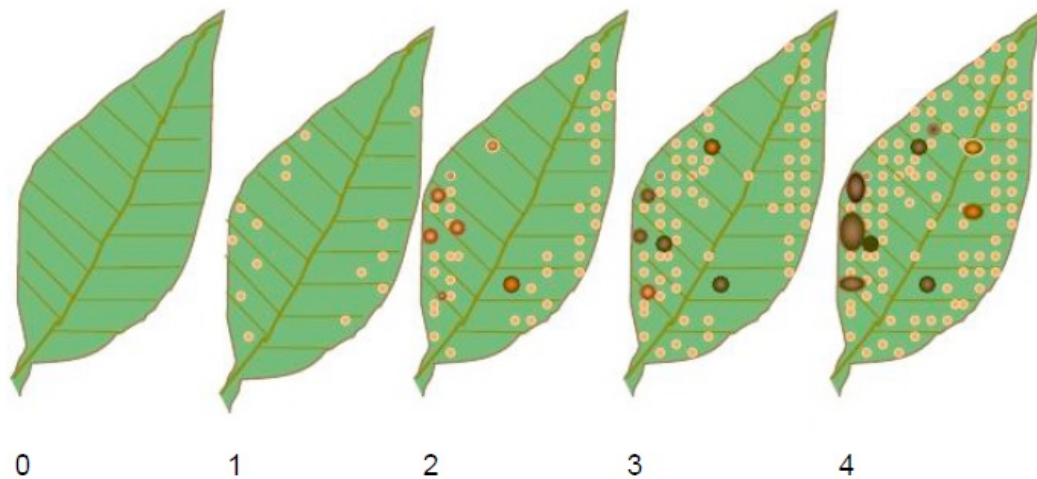


Figura 27. Escala de severidad de la roya del café (SENASA 2012, García 2013).

El SINAREF (2013), recomienda evaluar la severidad a la roya en hoja con la siguiente escala porcentual (Figura 28).

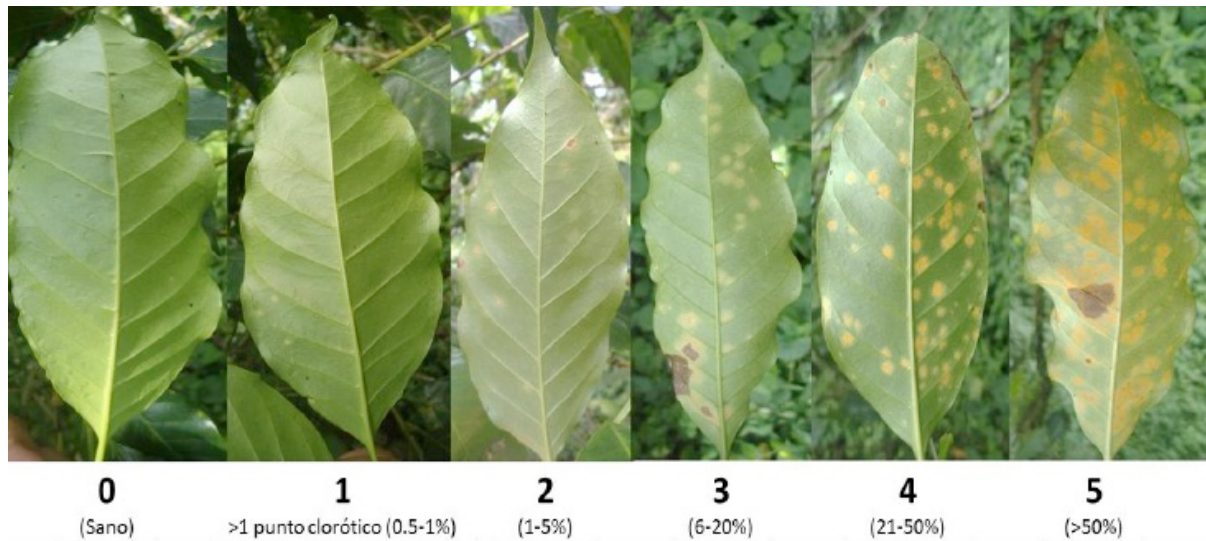


Figura 28. Porcentaje de severidad de la roya (*H. vastatrix*) en hoja del café.

Evaluación de la severidad en plantas de café (*Coffea arabica*)

Por otra parte el SINAVEF (2013) recomienda usar una escala de severidad para roya del café en plantas (Figura 29).



Figura 29. Porcentaje de severidad a roya en plantas de café (SINAREF 2013).

El porcentaje de daño, en cada clase, representa el área foliar del dosel de la planta con presencia de roya. En la clase 5 se representa la condición de defoliación, ya que posterior a un 60% de presencia de roya ocurre defoliación.

Evaluación de la severidad del ojo de gallo en café (*Mycena citricolor*)

La severidad se considera como el daño total de la planta, referido a la cantidad de lesiones, defoliación y hojas afectadas por el hongo (Figura 30). Cada grado representa un porcentaje de enfermedad en la planta (Leal 2011).

0	1	2	3	4	5
					
Planta sana	Planta con defoliación entre 0.1 a 20 %	Planta con defoliación entre 21 a 40 %	Planta con defoliación entre 41 a 60 %	Planta con defoliación entre 61 a 80 %	Planta con defoliación entre 81 a 100 %
					
Hoja sana 0 %	Hoja con 0.35% de daño	Hoja con 5.50 % de daño	Hoja con 18.39% de daño	Hoja con 34.45% de daño	Hoja con 43.40% de daño
0	0.01 – 10.30%	10.31 – 21.30 %	22.31 – 32.33%	32.34 – 43.30%	43.31 – 55%

Figura 30. Escala de severidad del ojo de gallo del café (*Mycena citricolor*). Las Figuras superiores indican presencia y defoliación por la enfermedad, figuras inferiores indican lesiones del hongo en hojas y el grado de severidad en las hojas de café (Leal 2011).

Cultivos de plátano y guineo (*Musa* sp.)

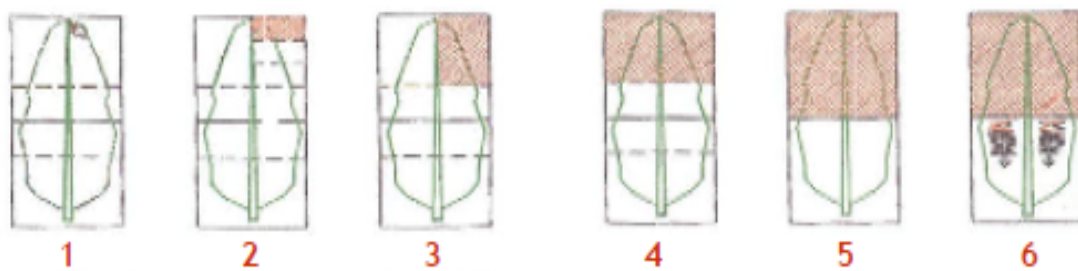


Evaluación de la severidad de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del plátano y guineo (*Musa* sp.)

Según Almodóvar y Díaz (2007), es necesario tener una idea clara y precisa del estado sanitario de la finca para prevenir daños severos al cultivo y evitar que se afecte la producción. Por esta razón se deben hacer evaluaciones periódicas (semanales o quincenales) sobre la incidencia y severidad de la sigatoka negra en cada finca.

El Método de Stover Modificado por Gauhl (Figura 31), estima visualmente el área total cubierta por todos los síntomas de la enfermedad en cada hoja de plantas próximas a la floración. Esta escala incluye seis grados. Se toman en cuenta todas las hojas presentes, excepto la hoja bandera y las hojas agobiadas.

El número total de hojas en plantas recién florecidas es de 12 a 14. Se deben mantener de 8 a 10 hojas durante la fase de desarrollo de la inflorescencia y 5 a 6 hojas para el momento de cosecha.



Grado	Descripción del daño en la hoja
1	Hasta 10 manchas por hoja
2	Menos del 5% del área foliar enferma
3	De 6 a 15% del área foliar enferma
4	De 16 a 33% del área foliar enferma
5	De 34 a 50% del área foliar enferma
6	Más de 50% del área foliar enferma

Figura 31. Escala de evaluación de la sigatoka negra del plátano y guineo (Almodóvar y Díaz 2007).

Cultivo de caco (*Theobroma cacao* L.)



Evaluación de la severidad para moniliasis o escoba de brujas (*Moniliophthora roreri*) en los frutos de cacao (*Theobroma cacao* L.)

La escala de severidad fue propuesta por Paredes (2016), con algunas modificaciones (Tabla 14 y Figura 32).

Tabla 14. Escala de clasificación de síntomas para evaluar la severidad de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en los frutos de cacao.

Valor	Interna (% de almendras afectadas)	Externa (Clasificación de síntomas)
0	0	Fruto sano
1	1 – 20	Presencia de Puntos aceitosos (hidrosis)
2	21 – 40	Presencia de tumefacción y/o madurez prematura
3	41 – 60	Presencia de mancha chocolate
4	61 – 80	Presencia de micelio que cubre hasta la cuarta parte de la mancha parda
5	> 81	Presencia de micelio que cubre más de la cuarta parte de la mancha chocolate.

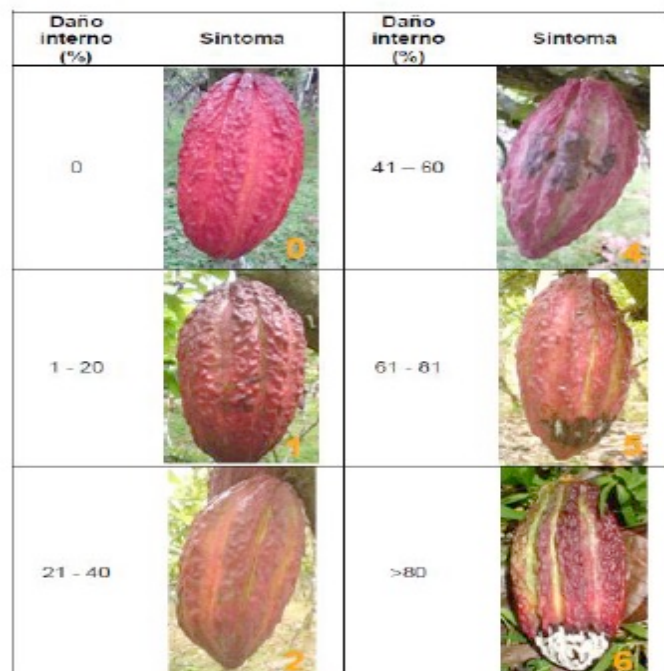


Figura 32. Evaluación del porcentaje de severidad para moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en frutos de cacao.

Cultivo de piña (*Ananas* spp.)



Enfermedades en piña (*Ananas spp.*)

Par a este cultivo no se han encontrado en la literatura actual existente, escalas de severidad que contribuyan a una evaluación apropiada de las enfermedades. Por lo que se consideró hacer una breve reseña de las principales enfermedades que atacan este importante cultivo de de exportación, para al menos dar a conocer imágenes de las principales enfermedades que la atacan. La figura 33 muestra el ciclo del cultivo y el momento en que cada enfermedad ataca al cultivo (Masis 2017). Se debe aclarar que esto dependerá de las regiones donde se cultiva la piña.

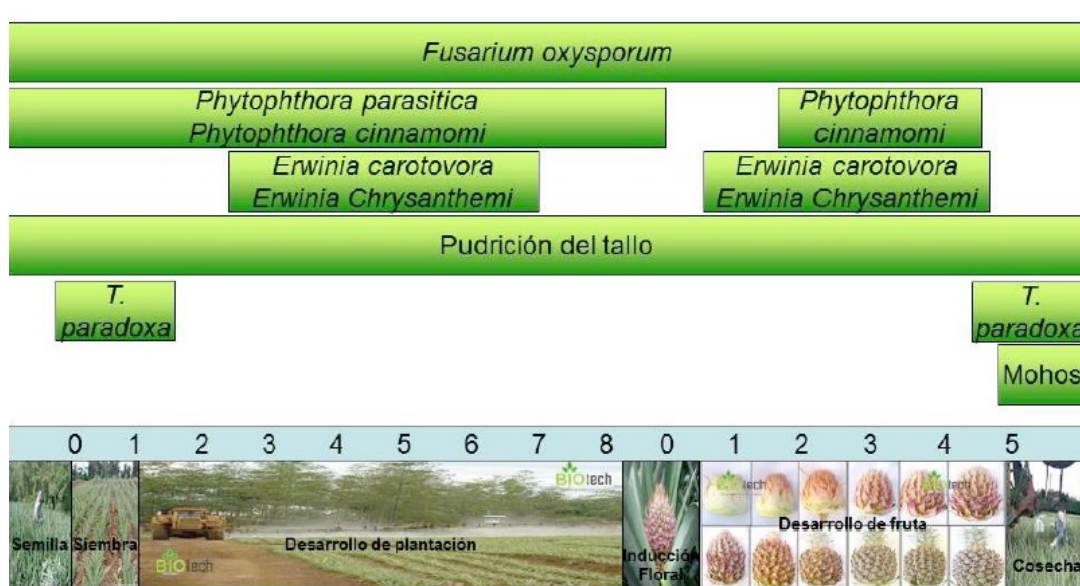


Figura 33. Momento de aparición de las principales enfermedades del cultivo de la piña (Masis 2017).

Enfermedades causadas por *Phytophthora*

Puede causar pérdidas de hasta un 100% si las condiciones le son favorables (Figura 34). Es muy común encontrar la enfermedad en los bordes de plantación y en las áreas en donde hay problemas de drenaje y acumulación de agua (Masis 2017).



Figura 34. Síntomas típicos causados por *Phytophthora parasitica* (Izq.) y *P. cinnamoni* (Der.) en planta y fruto (Masis 2017)

Enfermedad causada por *Fusarium* sp.

Esta enfermedad se caracteriza por atacar en cualquier estadio de la planta, puede causar grandes pérdidas, mayor al 70%. La figura 35 muestra los órganos con los síntomas-signo de plantas atacadas (Masis 2017).



Figura 35. Diferentes órganos y síntomas – signo atacadas por *Fusarium* sp. (Masis 2017).

Pudrición bacterial causada por *Erwinia crysanthemii* y *E. carotovora*

Ambas afectan en cualquier estado fenológico de la planta. *Erwinia* spp. es una bacteria flagelada, que se mueve muy bien en el agua y por ello se dispersa muy fácilmente por el agua, suelo y personal. Se desarrolla más frecuentemente en cultivos con malos sistemas de drenaje o en períodos de mucha lluvia. Es muy común que aparezca en los análisis de suelo de fincas piñeras (Masis 2017). En la figura 36 se observa los síntomas típicos causados por estos patógenos bacterianos (Masis 2017).



Figura 36. Síntoma-signo de *Erwinia* spp. en planta (Izq.) y fruto (Der.) (Masis 2017).

Pudrición del tallo por *Ralstonia solanacearum*

Masis (2017) menciona que la enfermedad es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* se encuentra en áreas con problemas de drenaje y acúmulos de agua. Una vez que se establece en el cultivo es difícil erradicarla. Se encuentra en cualquier etapa del cultivo a partir de los dos meses después de la siembra. La bacteria causa pudriciones severas a nivel de tallo, lo cual causa una muerte descendente que se confunde fácilmente con *Phytophthora*. Plantas severas presentan haces vasculares necrosados y a diferencia de *Phytophthora*, las hojas del cogollo no se desprenden fácilmente al jalarla. La fruta puede llegar a desarrollarse si la infección es tardía. La figura 37 muestra el síntoma-signo típico de la enfermedad en piña (Masis 2017).



Figura 37. Síntoma – signo causado por la bacteria *Ralstonia solanacearum* (Masis 2017)

Pudrición causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*

Esta enfermedad es causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*, según Masis (2017), se da en época seca y lluviosa y predominantemente en los primeros meses después de la siembra. En el campo se aprecian áreas amarillentas similares a enfermedades como *Fusarium* o el ataque de sinfílicos, pero hay un micelio característico color blanco y esclerocios que son de color blanco al inicio y que van madurando y se tornan de color café a negro. Es una enfermedad de baja ocurrencia en los piñales.

La figura 38 muestra algunos síntomas – signo causados por este hongo en plantas (Masis 2017).



Figura 38. Síntoma – signo causados por el hongo *Sclerotium rolfsii* (Masis 2017)

Pudrición negra causada por *Thielaviopsis paradoxa*

Thielaviopsis es un hongo imperfecto, que produce dos tipos de esporas, las fialosporas y aleurióporas, y estas últimas son de paredes gruesas y tienen la capacidad de sobrevivir por mucho tiempo en el suelo (Masis 2017). El hongo ataca las plantas recién sembrada, especialmente tipo corona que se ha expuesto a condiciones de alta humedad y temperatura. Afecta la fruta de forma muy agresiva en poscosecha. En esta etapa la fruta es licuada casi completamente por el hongo y normalmente aparecen signos del patógeno de color negro (Masis 2017). En poscosecha puede causar pérdidas importantes de fruta, mientras que en semilla recién sembrada puede ocasionar hasta un 5% de mortalidad. A este nivel muchas veces es confundida con *Phytophthora* (Masis 2017).

La figura 39 muestra los síntomas – signo causados por el hongo en planta y fruto y las esporas del patógeno (Masis 2017).



Figura 39. Síntomas - signo y esporas del hongo *Thielaviopsis paradoxa* (Masis 2017)

Factores abióticos



Evaluación del daño por heladas

A las 24 horas después de la helada se evalúa el porcentaje de daño, utilizando la escala sugerida por Mendoza y Estrada (1979) y adecuado por Choque *et al.* (2008) (Tabla 15).

Tabla 15. Escala para la evaluación de heladas

Escala	Necrosidad (%)	Daño por helada
1	0 -10	No existe follaje quemado en la planta
2	11 – 20	follaje quemado y ausencia de algunas flores en la planta
3	21 – 30	Follaje quemado y ausencia de flores en la todas las plantas.
4	31 – 40	Follaje quemado y muerte de algunos órganos vegetativos tiernos
5	41 – 50	Follaje quemado y muerte de hojas
6	51 – 60	Follaje quemado y muerte de las hojas y tallos.
7	61 – 70	Follaje quemado y destrucción de hojas , tallo, y frutos en la planta
8	71 – 80	Follaje quemado y deformación de los sobrevivientes
9	Sobre 80	Muerte total de la planta

Fuente: Choque *et al.* (2008)

Otras variables importantes

Las mismas variables también pueden ser evaluadas para resistencia y/o tolerancia a sequía.

Número y área estomática (A.E).

Se toman folíolos de la parte media de la planta de cada especie, y se realiza la separación de la epidermis del envés de la hoja. El recuento del número de estomas se realiza en un microscopio binocular de 40x de aumento, haciendo 5 lecturas por campo óptico y lecturas por especie. También se evalúa la longitud y ancho de los estomas. Las lecturas se hacen en estomas cerrados que se miden con la ayuda de un micrómetro ocular a un aumento de 40x, y se procede al cálculo de A.E. empleando la fórmula de un elipsoide.

Número de capas empalizadas del parénquima de la hoja

Para determinar el número de capas de empalizada de la hoja se toman muestras de hojas de la parte media de las especies en estudio. Estas hojas son llevadas al laboratorio en frascos con agua para mantenerlas turgentes. Se hacen cortes transversales de las hojas con micrótopo para obtener tejido y luego se fijan y sellan las muestras en porta objeto con esmalte de uñas, adicionando una gota de agua destilada o azul de metileno para la tinción de las células y luego cubrir con cubre objeto. Las muestras fijadas son llevadas a un microscopio binocular de 40x de aumento para observar la capa de empalizada de las hojas, donde se realizan cinco lecturas en cada especie y en tres campos ópticos, luego es conveniente sacar fotos de las mejores muestras.

Pigmentación del tallo y hábito de crecimiento

Se caracteriza el grado de pigmentación del tallo y el hábito de crecimiento de las plantas utilizando los descriptores morfológicos de papa recomendado por CIP (1979) (Tabla 16).

Tabla 16. Grado de pigmentación del tallo

Código	Resistencia a heladas
1. Verde	Susceptible a heladas
2. Verde con poca pigmentación	Susceptible a heladas
3. Verde con abundante pigmentación	Moderadamente susceptible a heladas
4. Pigmentado con abundante verde	Moderadamente resistente
5. Pigmento con poco verde	Resistente a heladas
6. Pigmentación roja	Altamente resistente a heladas
7. Pigmentación morada	Altamente resistente a heladas

Fuente: Descriptores morfológicos de papa del CIP (1979)

Evaluación del daño por estrés hídrico (sequia)

Las plantas en floración con edad aproximada de dos meses o 60 días después de la siembra o trasplante se someten a estrés hídrico durante el lapso de dos semanas. Se debe identificar cada maceta, con su respectivo nombre (genotipo), factor biótico (sequia) y número de planta.

Las evaluaciones de severidad se realizan cada dos días y durante seis oportunidades. La evaluación se inicia cuando las variedades tuvieron el mismo contenido de humedad es decir a capacidad de campo (CC). Asimismo, se toma en cuenta el peso de las macetas (peso inicial y peso final) para determinar la pérdida de agua y a través de esta el nivel de estrés hídrico aplicado y la eficiencia del uso del agua.

La severidad se evalúa a través de la siguiente escala, la misma que fue desarrollada por Angulo *et al.* (2008) (Tabla 17).

Tabla 17. Escala de reacción a sequía

Escala	Reacción
0	Planta igual al testigo
1	Planta ligeramente marchita y/o con amarillamiento incipiente y/o desecación de las hojas y/o necrosis del ápice de las hojas y/o caída de las hojas y/o acame incipiente.
2	Planta marchita en un 50 % de sus hojas y/o con amarillamiento moderado y/o desecación de las hojas y/o necrosis del ápice de las hojas y/o caída de las hojas y/o acame moderado.
3	Planta marchita en un 75 % de sus hojas y/o con amarillamiento avanzado y/o desecación de las hojas y/o necrosis del ápice de las hojas y/o caída de las hojas y/o acame avanzado.
4	Planta completamente marchita en un 100 % y/o con amarillamiento total (excepto brotes) y/o desecación total de las hojas (excepto brotes) y/o necrosis total del ápice de las hojas (excepto brotes) y/o caída total de las hojas (excepto brotes) y/o acame total.
5	Planta muerta.

Fuente: Angulo *et al.* (2008)

Evaluación del daño por granizo

Esta evaluación se realiza en campo utilizando la siguiente escala de evaluación (Tabla 18). Es recomendable hacer esta evaluación a la semana siguiente de la granizada, porque se pueden observar diferencias de reacción.

Tabla 18. Escala de evaluación a efectos por granizada en plantas de papa

Escala	Porcentaje de daño	Tipo de reacción
1	0% de daño foliar	Altamente resistente
2	1 a 10% de daño	Resistente
3	11 a 20% de daño	Resistencia parcial
4	21 a 40%	Susceptible
5	> a 41%	Altamente susceptible

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Almodóvar W y Díaz M (2007) Identificación y manejo de sigatoka negra y otras enfermedades de plátano y guineo. Southern IPM Center, Integrated Management of Black Sigatoka, Puerto Rico. 28 p.
- Angulo A, Siles M, Ríos R, Gabriel J (2008) Caracterización de 118 accesiones de arveja (*Pisum sativum* L.) del banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani (Bolivia) para resistencia a sequía. *Revista de Agricultura* 42 (60): 25 – 31.
- Arce FA (2002) El cultivo de la Patata. 2^{da} Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 373 p.
- Aznar B, Acosta M (2008) Ensayo de técnicas no agresivas con el medio ambiente para el control de la sarna común de la patata (*streptomyces scabies*) en la zona de campo bello (teruel) dentro del entorno de la reserva natural de la lagun de gallocanta. Páginas 95 -99 *in* E. Ritter y J.I. Ruíz de Galarreta (Eds.): Avances en Ciencia y Desarrollo de la Patata para una Agricultura Sostenible. III Congreso Iberoamericano en Patata. Oct 05 al 10, 2008. Vitoria – Gasteiz, Euskadi, España.
- Bonierbale M, de Haan S, Forbes A (2010) Procedimientos para pruebas de evaluación estándar de clones avanzados de papa. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 124 p.
- Camargo T (1999) Control químico de la verruga (*Synchytrium endobioticum*) y rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*) de la papa, mediante la utilización de nuevos fungicidas. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica de Oruro. Oruro. Bolivia.
- Campbell C. and Madden I (1990) Introduction to plant disease epidemiology, Wiley, New York, USA. 532 p.
- Centro Internacional de la Papa (CIP) (1979) Modelo de simulación. *Circular CIP* Vol. 22 (3)/23 (1): 1-5.
- Chavarria E (2006) Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades de la Caña de Azúcar. Liga Agrícola Industrial de la caña de azúcar, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, San José, Costa Rica. 42 p.
- Choque E, Espinoza R, Cadima X, Zeballos J, Gabriel J (2007) Resistencia a helada en germoplasma de papa nativa de Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14 (1): 24-32
- CIMMYT (1999) Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. International Maize and Wheat Improvement Center Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Quinta reimpresión, México D.F., México.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA CAÑA DE AZUCAR DEL ECUADOR (CINCAE) (2017) Manejo de enfermedades. Disponible en: <http://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-enfermedades/> (Revisado: Mayo 27, 2017).
- Clive James W (1977) an illustrated series of assessment keys for plant diseases, Their preparation and usage. Can. Plant Dis. Surv. 51 (2): 39 – 65.
- Coca J (2010) Variedades nativas de papa (*Solanum tuberosum* L.) evaluadas por su reacción de resistencia y/o susceptibilidad a factores bióticos y abióticos. Tesis para optar a la Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Doucet ME y Lax P (2008) El género *Nacobbuss* y el cultivo de la papa en Argentina. Memorias del XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa, Mar del Plata, Argentina.

- Gabriel J, Coca A, Plata G, Parlevliet J (2007) Characterization of the resistance to *Phytophthora infestans* in local potato cultivars in Bolivia. *Euphytica* 153:321-328
- García DA (2013) Incidencia y severidad de la roya del café (*Hemileia vastatrix*) y evaluación de alternativas químicas para su control. Tesis para optar a la Lic. en Ingeniería Agronómica, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala. 48 p.
- Leal SD (2011) Evaluación de fungicidas químicos y biológicos para el manejo de ojo de gallo ocasionada por *Mycena citricolor* en café (*coffea arabica*) en finca la soledad acatenango, chimaltenango, guatemala, c.a. Tesis para optar a la Lic. en Ingeniería Agronómica, Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala. 69 p.
- Masis G (2017) Principales enfermedades del cultivo de la piña. BIOTECH. Disponible en: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_284_Principales%20enfermedades%20de%20la%20Pi%C3%B1a.pdf (Revisado: Mayo 28, 2017)
- Mendoza HA y Estrada N (1979) Breeding potato for tolerance to stress and frost. En: Mussell, H., Staples, R. (eds.). *International Potato Centre Stress physiology in crop plant*. p. 228-262.
- Monterrosso – Salvatierra D (2013) Manuel Técnico para el manejo de la mancha de asfalto del maíz. Guatemala. 25 p.
- Ortuño N, Franco J, Ramos J, Oros R, Main G, Montecinos R (2005). Desarrollo del manejo integrado del nematodo rosario de la papa *Nacobbus aberrans* en Bolivia. Fundación PROINPA-Proyecto PAPA ANDINA. Cochabamba, Bolivia. 124 p.
- Paredes MO (2016) El manejo fitosanitario del cultivo de cacao nacional (*Theobroma cacao* L.) y el rendimiento del mismo, en la Asociación kallari. Tesis para optar al grado de Maestría en agroecología y Ambiente, Facultad de ciencias agropecuarias dirección de posgrado, Universidad técnica de Ambato. Ambato, Ecuador. 93 p.
- Plata G (1998) Fenotipos de virulencia en Morochata y tipo sexual de apareamiento en Bolivia de *Phytophthora infestans*. que afecta al cultivo de la papa. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia.
- Ramos J, Franco J, Ortuño N, Oros R, Main G (1998) Incidencia y severidad de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* sp. en el cultivo de papa en Bolivia: pérdidas en el valor bruto de su producción. IBTA/PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 184 p.
- Rivas E (2005) Determinación de la presencia de nematodos de quiste asociados al cultivo de papa *Solanum tuberosum* L., en los municipios de Patzún y Zaragoza, Chimaltenango. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- SAS Institute Inc. (1998) SAS/STAT Users Guide, Version 6, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- SENASA (2012) MIP Plaga del cafeto. Perú. Consultado 11 jun. 2012. Disponible en http://www.senasa.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/SUB_DIR_CONTEP/1222.pdf
- SINAVEF (2013) Manual técnico para el manejo preventivo de la roya del cafeto. México. 26 p.
- Vleeshouwers V, Van Dooijeweert W, Keiser I, Sijpkens I, Govers F, Colon L (1999) A laboratory assay for *Phytophthora infestans* resistance in various *Solanum* species reflects in the field situation. *European J Plant Pathology* 105:241-250.

El Dr. Julio Gabriel, es de nacionalidad boliviana, Ing. Agrónomo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuaria, Veterinarias y Forestales de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Maestro en Ciencias (MSc) en Genética del Colegio de Posgraduados, Montecillo, México. Doctor (PhD) en Producción Agraria y Aplicaciones Biotecnológicas de la Universidad Pública de Navarra, España. Actualmente Docente – investigador de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Ecuador.

El Ing. Noel Ortuño, es de nacionalidad boliviana, Ing. Agrónomo FCAPyF. Maestro en Ciencias (MSc) en Protección Vegetal, CATIE-Turrialba, Costa Rica. Actualmente Docente – investigador invitado de la FCAPyF, y docente de la FDyT de la Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia. Manejó proyectos a nivel nacional e internacional a nivel de la zona andina. Publico libros y artículos científicos en revistas nacionales e internacionales.

El Ing. Máximo Bienvenido Vera, es de nacionalidad ecuatoriana, Ing. Agropecuario de la Universidad Laica “Eloy Alfaro de Manabí”, Ecuador. Magister (MSc) en Administración Ambiental de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Actualmente profesor Titular Principal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

El Ing. Carlos Castro Piguave, es de nacionalidad Ecuatoriana, Ing. Agropecuario de la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta, Ecuador. Magister (MSc) en Administración Ambiental de la Universidad de Guayaquil, Ecuador. Actualmente profesor Titular Principal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

El Dr. Washington Narváez, es de nacionalidad ecuatoriana, Ing. Agrónomo Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Magister en Docencia Universitaria Investigación y Desarrollo, Universidad de Loja, Loja, Ecuador. Magister en Administración Ambiental, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Doctorado (PhD) en Ciencias, Universidad de Camagüey, Cuba.

El Ing. Marcos Manuel Manobanda, es de nacionalidad ecuatoriana, Ing. Agropecuario de la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí", Ecuador. Magister (Mg. Duie.) en Docencia Universitaria e Investigación Educativa de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Actualmente profesor Titular Principal en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM).

ISBN: 978-9942-760-04-3



9 789942 760043