

*Escalas Descriptivas para la Evaluación
de Enfermedades de la Caña de Azúcar*



Erick Chavarría Soto

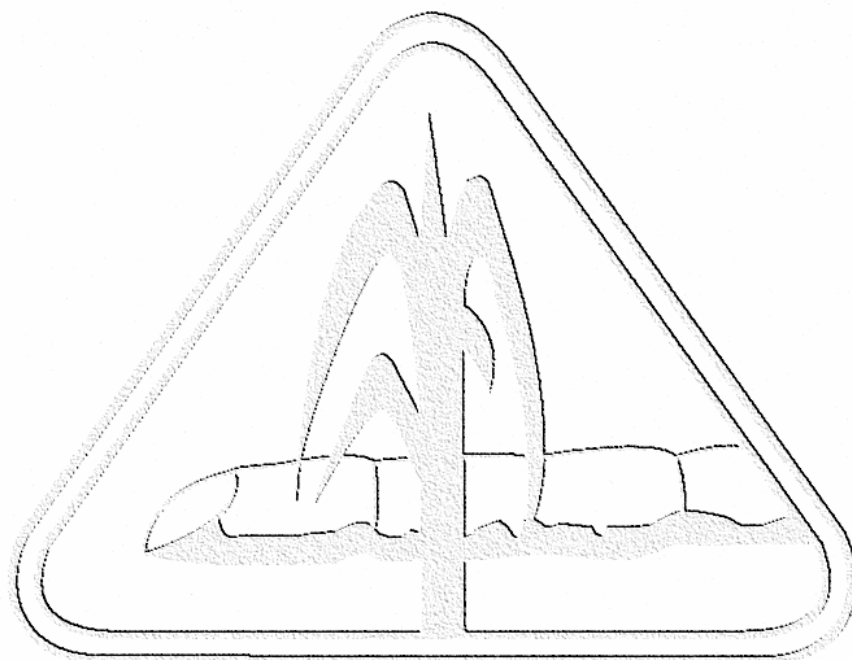
Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar



San José, Costa Rica
Setiembre 2006

LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar



Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades de la Caña de Azúcar

Erick Chavarría Soto

San José, Costa Rica
Septiembre 2006

ÍNDICE

ÍNDICE	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
PRESENTACIÓN	v
INTRODUCCIÓN	1
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES AZUCARERAS DE COSTA RICA	2
Región de Guanacaste:	2
Región de Puntarenas:	4
Región del Valle Central Occidental:	4
Región de San Carlos:	5
Región de Turrialba:	6
Región de Pérez Zeledón:	7
ESCALAS DESCRIPTIVAS PARA LA EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES	9
Enfermedades causadas por Hongos	9
Carbón (<i>Ustilago scitaminea</i> H. Syd. & P. Syd.):	9
Roya (<i>Puccinia melanocephala</i> H. Syd & P. Syd.):	12
Pokkah Boeng (<i>Giberella fujikori</i> Rhener and Samuels, <i>Fusarium moniliforme</i> Sheldon Snyder et Hans):	18
Peca Amarilla (<i>Mycovellosiella koepkei</i> Krüger):	20
Mancha de Anillo (<i>Leptosphaeria sacchari</i> B. (Breda de Haan) Shoemaker & Babcock):	22
Mancha de Ojo (<i>Bipolaris sacchari</i> (Butler y Kahn) Shoemaker):	24
Mancha Parda (<i>Cercospora longipes</i> E. Butler):	26
Mancha Púrpura (<i>Dimeriella sacchari</i> (B. de Haan) Hansford):	28
Pudrición de la Nervadura Central o Muermo Rojo (<i>Colletotrichum falcatum</i> Went):	30
Enfermedades causadas por bacterias.	32
Escaldadura foliar (<i>Xanthomonas albilineans</i> (Ashby) Dowson)	32
Raquitismo de los retoños o RSD (<i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i> Davis)	34
Enfermedades causadas por virus.	36
Virus de la Hoja Amarilla (SCYLV):	36
Virus del Mosaico de la Caña (SCMV):	38
LITERATURA CONSULTADA	40
APÉNDICE	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Descripción de la Escala de Guyana para clasificar la reacción varietal de la caña de azúcar al Carbón (<i>Ustilago scitaminea</i>).	11
Cuadro 2.	Descripción de la escala propuesta para la evaluación de la Roya de la caña de azúcar (<i>Puccinia melanocephala</i>).	13
Cuadro 3.	Escala de evaluación propuesta por IAA/PLANALSUCAR para la evaluación de la resistencia de la caña de azúcar a la Roya (<i>Puccinia melanocephala</i>), y su equivalencia con la escala internacional de la ISSCT.	14
Cuadro 4.	Descripción de la escala de evaluación para el Pokkah Boeng de la caña de azúcar (<i>Fusarium moniliforme</i>).	19
Cuadro 5.	Descripción de la escala de evaluación para la Peca Amarilla de la caña de azúcar (<i>Mycovellosiella koepkei</i>).	21
Cuadro 6.	Descripción de la escala de evaluación para la Mancha de Anillo de la caña de azúcar (<i>Lepthosphaeria sacchari</i>).	23
Cuadro 7.	Descripción de la escala de evaluación para la Mancha de Ojo de la caña de azúcar (<i>Bipolaris sacchari</i>).	25
Cuadro 8.	Descripción de la escala de evaluación para la Mancha Parda de la caña de azúcar (<i>Cercospora longipes</i>).	27
Cuadro 9.	Descripción de la escala de evaluación para la Mancha Púrpura de la caña de azúcar (<i>Dimeriella sacchari</i>).	29
Cuadro 10.	Descripción de la escala de evaluación para la Pudrición de la Nervadura Central de la caña de azúcar (<i>Colletotrichum falcatum</i>).	31
Cuadro 11.	Descripción de la escala de evaluación para la Escaldadura Foliar de la caña de azúcar (<i>Xanthomonas albilineans</i>).	33
Cuadro 12.	Escala para interpretar la severidad del Raquitismo de los Retoños en la caña de azúcar (<i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i>)	35
Cuadro 13.	Escala para interpretar la incidencia del Raquitismo de los Retoños en la caña de azúcar (<i>Leifsonia xyli</i> subsp. <i>xyli</i>)	35
Cuadro 14.	Descripción de la escala de evaluación para el Síndrome de la Hoja Amarilla de la de la caña de azúcar (YLS, SCYLV).	37
Cuadro 15.	Descripción de la escala de evaluación para el Mosaico de la de la caña de azúcar (SCMV).	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución de las regiones productoras de caña de azúcar en Costa Rica.	8
Figura 2.	Esquema de muestreo para la evaluación en el campo de el carbón de la caña de azúcar.	10
Figura 3.	Diagrama del IAA/PLANALSUCAR para la aplicación de la escala de Esquivel (1980) para evaluar la roya (<i>Puccinia melanocephala</i>) en la hoja +3 de la caña de azúcar, modificada por el autor para la eliminación de los coeficientes 0.	15
Figura 4.	Diagrama de la densidad de lesiones para la aplicación de la escala de Curling (1989) para la evaluación de la roya (<i>Puccinia melanocephala</i>) en la hoja +3 de la caña de azúcar, modificada por el autor para la eliminación de los coeficientes 0.	16
Figura 5.	Escala gráfica para efectuar evaluaciones de enfermedades foliares en la caña de azúcar.	17
Figura 6.	Escala para evaluar la Mancha Parda (<i>Cercospora longipes</i>) en la hoja +3 de la caña de azúcar.	27
Figura A1.	Detalle gráfico del grado 1 de la escala de evaluación de enfermedades foliares en la caña de azúcar.	42
Figura A2.	Detalle gráfico del grado 2 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 5% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.	43
Figura A3.	Detalle gráfico del grado 3 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 15% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.	44
Figura A4.	Detalle gráfico del grado 4 de la escala de evaluación de enfermedades foliares en caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 30% del área foliar evaluada desde la hoja +1 o TVD, hasta la hoja +5.	45
Figura A5.	Detalle gráfico del grado 5 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 60% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.	46

PRESENTACIÓN

La selección de variedades superiores de caña de azúcar, representa una labor fundamental que desarrollan con carácter prioritario todos los programas de Mejoramiento Genético del mundo, con el objeto de identificar, seleccionar, reproducir y recomendar variedades comerciales sobresalientes, que permitan incrementar los rendimientos del cultivo a niveles rentables y competitivos.

El éxito de esta importante acción depende en un alto grado, de la eficiencia con que se evalúe e interprete la capacidad adaptativa y de producción de los diferentes materiales genéticos estudiados.

En la caña de azúcar como también acontece en otros cultivos, las enfermedades representan factores limitantes a la producción que deben ser oportuna y eficientemente identificadas y diagnosticadas en su presencia, su intensidad y sus efectos.

Procurando contribuir y propiciar el cumplimiento de ese fin, se presenta esta Guía Técnica, la cual pretende establecer, unificar y consolidar los criterios y las escalas empleadas en la evaluación de las enfermedades de la caña de azúcar, lo que simplifica en un alto grado el proceso de calificación, selección y análisis de las observaciones y resultados de campo.

Esta publicación está dirigida principalmente a técnicos, investigadores y productores, que tienen la responsabilidad de conocer y diagnosticar el estado fitosanitario de las plantaciones de caña de azúcar, sean éstas comerciales o de carácter experimental.

Por su naturaleza, el documento constituye en realidad una primera aproximación, que con la experiencia que con el tiempo se adquiere de su aplicación, podrá ser a futuro ajustada y mejorada, adaptándola aún más a nuestra realidad productiva.

Debo agradecer a los especialistas de la Dirección en especial al Ing. Agr. Erick Chavarría Soto, que contribuyeron con su experiencia y capacidad profesional a la preparación del presente documento, primero en el ámbito nacional, el cual esperamos signifique un importante aporte técnico a la agroindustria azucarera costarricense.

Ing. Agr. Marco A. Chaves Solera, M.Sc.
Director DIECA

INTRODUCCIÓN

La determinación y valoración cuantitativa del efecto provocado por las enfermedades sobre las plantas, constituye uno de los problemas de mayor importancia y trascendencia que se ha presentado en la investigación fitopatológica en la mayoría de cultivos de interés económico.

Por mucho tiempo, los investigadores han tratado de establecer procedimientos metodológicos que permitan determinar con precisión, el grado de afección e impacto que ocasionan las enfermedades sobre su hospedero; no obstante, estos métodos requieren contar por lo general, de equipo sofisticado y de alto valor que no está siempre a disposición de todos los profesionales en Ciencias Agrícolas, los cuales requieren por el contrario, disponer de procedimientos prácticos, sencillos y expeditos que expresen con fidelidad el estado del hospedero en cuanto a su reacción a determinada enfermedad. Con este fin es que se elaboran las escalas visuales de evaluación fitopatológica, las cuales han probado ser una herramienta útil y valiosa en cultivos importantes como arroz, frijol, trigo, maíz y soya, entre otros.

Las escalas visuales son instrumentos muy prácticos y sencillos que se utilizan con el objeto de describir con algún grado de exactitud, el efecto provocado por una enfermedad sobre su hospedero; pese a lo cual, no cuantifican de manera precisa el grado de infección que el patógeno está ejerciendo sobre las plantas, sino que clasifica la reacción de las plantas en un rango que describe su estado aparente.

La evaluación visual se realiza por medio de esquemas gráficos que funcionan como comparadores, cuyo objetivo principal es reflejar de la forma más precisa, el comportamiento de la reacción patógeno – hospedero en condiciones naturales de campo; de manera tal que el evaluador pueda asignar valores que describen en forma aproximada lo que está aconteciendo en la plantación.

Un componente fundamental en el uso satisfactorio de las escalas descriptivas de evaluación de enfermedades, lo constituye la experiencia del evaluador. Los usuarios de estos sistemas deben familiarizarse con el cultivo y las enfermedades que lo afectan, para sensibilizar el sentido de la vista y el de ubicación de la planta en el espacio, con el fin de poder estimar con suficiente precisión ese vínculo y definir con un criterio valedero la categoría en que se encuentra la planta en relación a la enfermedad diagnosticada.

Con el objeto de establecer y unificar los criterios básicos necesarios para efectuar la evaluación de enfermedades en el campo de la investigación y la producción comercial de caña de azúcar, la **Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, pone a disposición de los agricultores y profesionales en Ciencias Agrícolas, las **Escalas Descriptivas para la Evaluación de Enfermedades en la Caña de Azúcar en Costa Rica**.

Las mismas constituyen una recopilación de las escalas que oficialmente se han utilizado por mucho tiempo a nivel internacional, en la investigación e interpretación fitopatológica de la caña de azúcar; otras son adaptaciones de escalas utilizadas en otros países que se han modificado y adecuado para su utilización a las condiciones de producción de Costa Rica.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES AZUCARERAS DE COSTA RICA

Costa Rica se caracteriza por poseer una amplia diversidad de condiciones agroecológicas en las cuales se desarrolla la actividad azucarera. Esta característica ha contribuido a que se establezcan diferentes alternativas varietales adaptadas a las condiciones edafoclimáticas específicas de producción de cada región.

En Costa Rica la caña de azúcar se cultiva en condición de topografía muy variable que va de plano a quebrado, con altitudes desde los 10 hasta los 1.700 msnm, y en condiciones de precipitación que van desde los 1.200 a más de 3.800 mm anuales. De igual forma existen plantaciones que se explotan en regímenes bajo riego así como de secano, cosechadas tanto manual como mecánicamente verde y quemada.

Región de Guanacaste:

Esta región representa la de mayor importancia ya que para la zafra 2005-2006 produjo el 48,5% del total de azúcar Tel-Quel comercializado.

En general esta región presenta una topografía bastante plana que facilita en mucho las labores mecánicas del cultivo, en lo referente tanto a labores de cultivo como de cosecha mecanizada.

La producción azucarera se concentra básicamente en las márgenes Este y Oeste del río Tempisque y abarca los cantones de Cañas, Bagaces, Abangares, Liberia, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya. No obstante por características edáficas, de clima y ubicación geográfica de las plantaciones, esta región se subdivide en dos zonas productoras (Chaves *et al*, 2004).

Zona Este:

Esta zona comprende los cantones de Cañas, Bagaces y Abangares, se caracteriza por poseer suelos de fertilidad de media a buena, algunos con propiedades que los definen dentro del orden de los Vertisoles, los cuales son suelos bastante pesados que dificultan un poco las prácticas de labranza pero que poseen buenas propiedades químicas. Por otro lado, también existen plantaciones en suelos Inceptisoles con características físicas que facilitan más las labores de preparación de terrenos.

Esta región presenta una precipitación anual promedio próxima a los 1.700 mm con una estación seca muy bien definida y prolongada, por lo que un porcentaje considerable de la actividad cañera se concentra en áreas bajo riego, aunque existen plantaciones en regímenes de secano con variedades adaptadas a este fin. El sistema de riego más utilizado es por gravedad.

La producción de caña en la zona Este se ubica en un piso altitudinal entre los 10 y los 150 msnm, y la temperatura promedio ronda los 27 °C

Una característica muy notable de la zona son los vientos, los cuales tienden a ser muy fuertes hacia finales de la época lluviosa y principios de la estación seca.

En esta región se ubica únicamente el Ingenio Taboga, y contribuyó con el 18,7% del azúcar total producido en el país durante la zafra 2005-2006.

Zona Oeste:

Esta zona presenta condiciones de suelo un tanto similares a la zona Este con la inclusión de algunas partes con suelos Molisoles de fertilidad muy alta y propiedades físicas muy favorables para los métodos de labranza utilizados en caña. La topografía es plana y presenta inconvenientes de desbordamiento de ríos durante la época lluviosa.

Los cantones de Liberia, Carrillo, Santa Cruz y Nicoya conforman esta zona, en donde la mayoría de las plantaciones están establecidas en un piso altitudinal que va de los 20 a los 40 msnm, con la excepción de las ubicadas en Liberia que se encuentran cerca de los 144 msnm.

Al igual que la zona Este la precipitación total anual promedio alcanza los 1.700 mm con dos estaciones muy bien definidas. La estación seca se prolonga y obliga al uso de sistemas de riego.

Región de Puntarenas:

Las plantaciones de esta región se encuentran ubicadas en el Pacífico Central del país, y se puede dividir en dos zonas; la zona baja comprendida mayormente por los cantones de Puntarenas y Barranca de la provincia de Puntarenas; y una zona media conformada por los cantones de Esparza y Montes de Oro de la provincia de Puntarenas; y en menor proporción los cantones de San Mateo y Orotina de la provincia de Alajuela.

En la zona baja de esta región la altura se encuentra entre los 10 y los 55 msnm, mientras que la parte media va de los 200 a los 300 msnm.

Los suelos en la zona baja se caracterizan por ser fértiles, profundos y con mucho sedimento de origen pluvial, ya que esta zona es propensa a los desbordamientos durante la época lluviosa. Presenta un nivel freático bastante alto, aún durante gran parte de la época seca. La textura tiende a ser franca con alguna presencia de limos y arcillas.

La topografía de la zona baja es plana la cual facilita la mecanización del cultivo y la construcción de infraestructura de riego, sin embargo las fuentes de agua durante la época seca escasean por lo que un gran porcentaje de las plantaciones se encuentran en condiciones de secano.

La zona media de la región se caracteriza por poseer terrenos con topografía ondulada, de tipo Inceptisol con una fertilidad media. La textura tiende ser franca a franco arcillosa.

La temperatura varía entre los 23 y los 33°C, y la precipitación total anual ronda los 1.600 mm con dos estaciones muy bien definidas.

La zona cañera esta relacionada con la actividad del Ingenio El Palmar, cuya producción representó en la zafra 2005-2006 un 9,55% del total nacional.

Región del Valle Central Occidental:

Está comprendida en su mayoría por los cantones de Grecia, San Ramón, Atenas, Valverde Vega y el cantón Central de la provincia de Alajuela; también se pueden

encontrar algunas plantaciones en los cantones de Santa Bárbara y Belén de la provincia de Heredia.

Esta región es muy irregular en cuanto a sus condiciones edafoclimáticas y presenta una amplia diversidad de microclimas. La zona alta presenta suelos con influencia volcánica, de fertilidad de media a alta, muy profundos y con un régimen de humedad bastante alto, con elevaciones que se acercan a los 1.300 msnm. La zona media presenta suelos de tipo Inceptisol de fertilidad media, con elevaciones que van de los 850 a los 950 msnm.

La topografía se caracteriza por ser de ondulada a quebrada y con muchas limitaciones para las prácticas de riego.

Posee dos estaciones muy bien definidas, con un régimen Ústico de precipitaciones anuales de 2.000 a 2.900 mm, aunque el régimen de lluvias posee una distribución muy irregular, ya que hacia el Sur de la región, específicamente el cantón de Atenas, presenta menor precipitación y hasta problemas de sequía durante la estación seca; mientras tanto el Norte de la región posee precipitaciones más altas que pueden ocasionar problemas por escorrentía, debido a la topografía del terreno.

La temperatura media es de 23°C, con una temperatura máxima que puede alcanzar los 30°C y una mínima de 17°C.

Durante la zafra 2005-2006 los cinco ingenios activos de esta región fabricaron el 13,4% del azúcar nacional, incorporando mucha materia prima procedente de otras regiones, principalmente San Carlos.

Región de San Carlos:

Esta región se ubica en el Norte del país y cuenta con un área considerable dedicada al cultivo de la caña de azúcar. Abarca los distritos de Florencia, Cutris, Pocosol y Ciudad Quesada del cantón de San Carlos, en la provincia de Alajuela.

Presenta una topografía bastante regular con suelos de buen drenaje y una fertilidad calificada de media a alta.

El clima se caracteriza por tener una alta influencia de la Vertiente del Caribe por lo que la precipitación es bastante alta. Anualmente se registran alrededor de 3.300 mm de lluvias, las cuales se distribuyen a lo largo de todo el año.

La actividad azucarera se ha estado desplazando en la región en los últimos años, con el establecimiento de nuevas plantaciones más hacia el Norte del país, en el cantón de Los Chiles, provincia de Alajuela.

La temperatura media es de 25°C, la máxima de 30°C y la mínima de 20°C.

Las plantaciones se ubican en un piso altitudinal que varía entre los 40 y los 700 msnm.

Durante la zafra 2005-2006 sus tres ingenios fabricaron el 10,97% del total del azúcar nacional.

Región de Turrialba:

La Región de Turrialba se ubica en la provincia de Cartago y está comprendida por los distritos de Turrialba, La Suiza, Pavones, Tayutic y Tuis del Cantón de Turrialba; el distrito de Cervantes, cantón de Alvarado; y los distritos de Juan Viñas, Pejibaye y Tucurrique del cantón de Jiménez.

Se pueden distinguir dos pisos altitudinales en esta zona, la zona media que alcanza desde los 550 msnm hasta los 650 msnm; y la zona alta que va de los 1.125 a los 1.700 msnm.

La zona media se caracteriza por tener una topografía ondulada con suelos de buen drenaje y fertilidad alta. La textura de los suelos es mayormente de tipo franco y alta cantidad de piedra.

La zona alta posee una topografía de ondulada a quebrada, con suelos de influencia volcánica (Andisoles) de textura franca en la superficie, pero con horizontes muy arcillosos en el subsuelo. En esta zona se producen, en algunos casos, problemas de escorrentía de las aguas de lluvia. Los suelos son de fertilidad media a buena con algunos problemas de fijación de nutrientes como el fósforo.

En general la región presenta altas precipitaciones debido a la influencia predominante del clima de la vertiente del Caribe. En la zona media se pueden observar valores de 2.600 mm anuales, mientras que la zona alta presenta valores de hasta 3.600 mm.

La temperatura en la zona media fluctúa entre los 29 y los 18°C con una temperatura media de 23°C. En la zona alta la temperatura mínima puede llegar a los 14°C y la máxima a los 26°C, con una temperatura media de 21°C.

Durante la zafra 2005-2006 los dos ingenios de la región fabricaron el 7,56% del total del azúcar nacional.

Región de Pérez Zeledón:

Está comprendida por los cantones de Pérez Zeledón de la provincia de San José y de Buenos Aires perteneciente a la provincia de Puntarenas.

Es una región de topografía ondulada con suelos profundos predominantemente Inceptisoles y Ultisoles. La fertilidad de estos suelos es de media a baja y en algunas localidades de la región se muestran niveles de acidez que requieren de atención especial para su correcto manejo.

Se caracteriza por ser una región en la que predominan pequeños productores que muestran una preferencia hacia una variedad que es la SP 71-5574, la cual se siembra en prácticamente el 96% del área destinada para la producción de azúcar.

La actividad azucarera de la región se desarrolla en un piso altitudinal que va desde los 630 msnm hasta los 710 msnm. La temperatura promedio alcanza los 24,9°C y la precipitación total ronda los 3.515 mm anuales.

Esta región presenta condiciones muy favorables para la concentración de sacarosa en la caña de azúcar, alcanzando los niveles más altos del país. Para la zafra 2005-2006 la región fabricó en su único ingenio el 10,03% del azúcar nacional y obtuvo un promedio de concentración de 128,35 kg de azúcar/t.

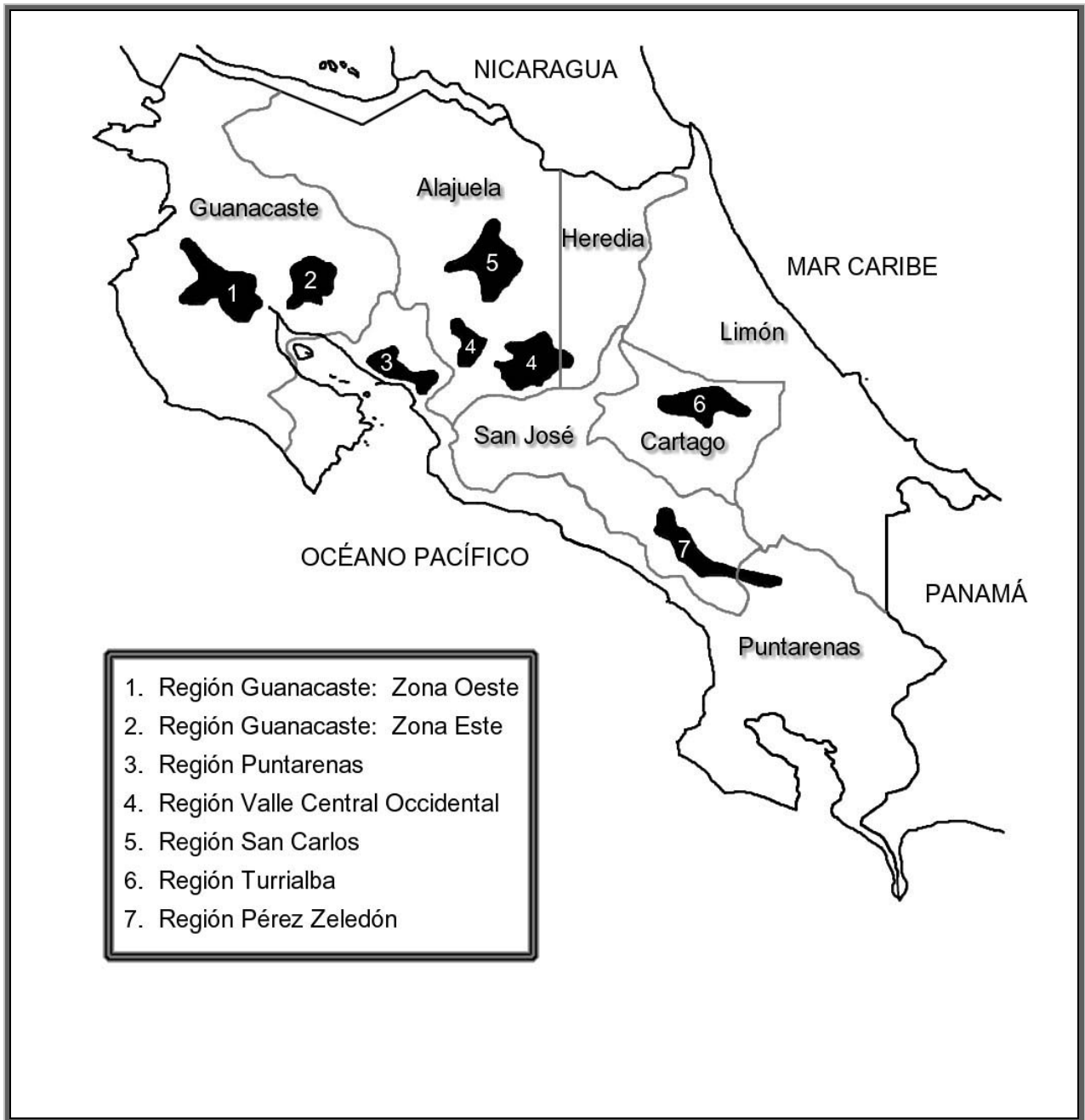


Figura 1.
Distribución de las regiones productoras de caña de azúcar en Costa Rica.

ESCALAS DESCRIPTIVAS PARA LA EVALUACIÓN DE ENFERMEDADES

ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

Carbón (*Ustilago scitaminea* H. Syd. & P. Syd.):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

División: Basidiomycota.

CLASE: USTELAGINOMYCETES.

Subclase: Ustelaginomycetidae

Orden: Ustilaginales.

Familia: Ustelaginaceae

Género: Ustilago.

Especie: scitaminea.

El Carbón es una enfermedad común en plantaciones de caña de azúcar alrededor del mundo y su efecto está muy ligado a la variedad utilizada. Se caracteriza por producir una estructura particular de color negro y que tiene forma de látigo, el cual se desarrolla en el verticilo caulinar (cogollo) a partir del extremo apical de la planta y corresponde al tejido del hongo en donde se producen las esporas. Esta es una enfermedad que tiene la particularidad de permanecer en el campo y ocasionar la aparición de síntomas en plantas que provienen de material de semilla sano. El efecto y las consecuencias económicas de la enfermedad van en función directa de la

cantidad de tallos afectados en la plantación. Generalmente la distribución de la enfermedad en la plantación depende mucho de la infección inicial, por lo que infecciones tempranas usualmente inducen cepas completamente afectadas por la enfermedad, las cuales muestran el síntoma característico de tallos "zacatozos", de escaso crecimiento y con presencia de látigos carbonosos cortos. Infecciones tardías presentan como característica tallos afectados, los cuales generalmente son bien desarrollados y con látigos prominentes. La variedad de caña, las condiciones de entorno y de estrés de la plantación, resulta determinante en la expresión de la enfermedad.

La Figura 1 indica el esquema en que se debe realizar el muestreo para el correcto diagnóstico de la enfermedad en el campo. Se procede seleccionando y ubicando en primera instancia cuatro puntos de evaluación en un área no mayor a una hectárea por punto de muestreo o unidad muestral, en donde se cuenta el número de tallos sanos, el número de tallos con látigos y también los tallos herbáceos en 5 m lineales de surco seleccionados en cada punto de evaluación; a partir de lo cual es factible calcular posteriormente la proporción de tallos enfermos/tallos sanos y la cantidad de látigos/m.

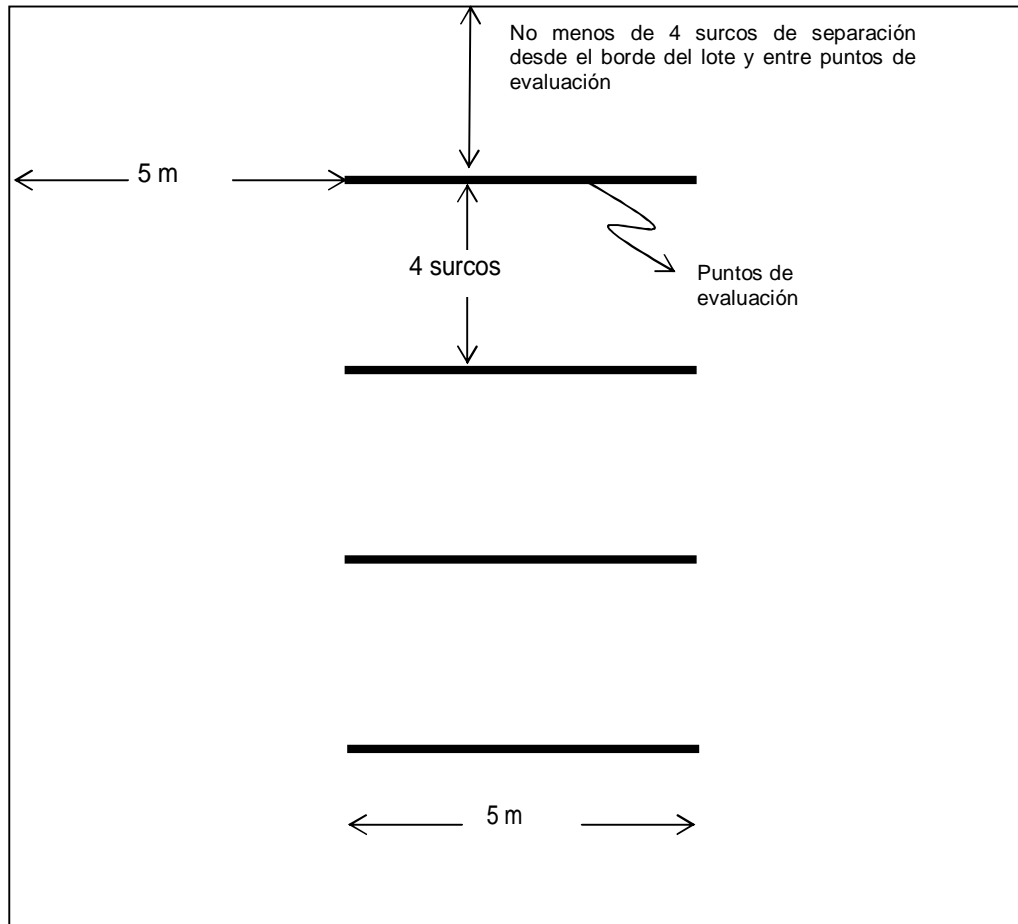


Figura 2.
Esquema de muestreo para la evaluación en el campo de la caña de azúcar.

El Grado de Incidencia de la enfermedad dado en porcentaje ($GI\%$), se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$GI\% = 100 \times \frac{\sum TA}{\sum TT}$$

donde:

$GI\%$ corresponde al Grado de Incidencia de la enfermedad en porcentaje.

$\sum TA$ corresponde a la Suma de Tallos Afectados por la enfermedad.

$\sum TT$ es la Suma Total de Tallos muestreados en los 5 m lineales de surco evaluados.

Para determinar el grado de reacción y sensibilidad de una determinada variedad de caña a la enfermedad, se calcula y compara el valor de $GI\%$ con el correspondiente al establecido internacionalmente en la Escala de Guyana y que se describe en el Cuadro 1.

Cuadro 1.
Descripción de la Escala de Guyana para clasificar la reacción varietal de la caña de azúcar al Carbón (*Ustilago scitaminea*).

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.

Fuente: Ordosgoitti *et al*, 1979.

Roya (*Puccinia melanocephala* H. Syd & P. Syd.):

Clasificación taxonómica: (Domrachev et al, 2003)

División: Basidiomycota.

CLASE: UREDINIOMYCETES.

Subclase: Urediniomycetidae

Orden: Uredinales.

Familia: Pucciniaceae.

Género: Puccinia.

Especie: melanocephala.

La Roya es una enfermedad fungosa cuya afección es exclusiva del tejido foliar. Las lesiones se presentan como manchas de color herrumbre que al unirse una con otra producen lesiones de tamaño significativo en la hoja. Normalmente se pueden ver con relativa facilidad las estructuras reproductoras del hongo en las lesiones por el envés de la hoja

La distribución de los síntomas en la planta generalmente se presenta de manera uniforme y siguiendo un gradiente ascendente proporcional a la edad de las hojas.

La diseminación de las esporas se realiza por medio del viento y su infección se ve favorecida por la presencia de condiciones de baja disponibilidad de agua para el cultivo, o por todas aquellas condiciones que de una u otra forma afecten o limiten la tasa de crecimiento de las plantas.

Actualmente se ha verificado su presencia con alguna intensidad en zonas como San Ramón, principalmente en la variedad B47-44 sembrada en sectores donde predominan suelos de ladera expuestos al viento, con poca humedad y alta humedad relativa.

En la zona de Guanacaste la variedad NA56-42 es quizá el clon que se observa con mayor incidencia de roya, sin alcanzar niveles altos de severidad (más del 15% del área foliar afectada).

La Zona Sur presenta focos de infección de la enfermedad sobre la variedad SP 71-5574, especialmente en las plantaciones ubicadas cerca de las localidad de Peñas Blancas de Pérez Zeledón y el cantón Buenos Aires.

En la Zona Norte la enfermedad se observa con alguna fuerza en las plantaciones cultivadas con la variedad comercial CP57-603.

Para evaluar la reacción de la planta en el Cuadro 2 se describe la escala a aplicar en la valoración de esta enfermedad, la cual es una modificación de la escala que Esquivel

(1980) estableció, la cual asigna coeficientes o grados de acuerdo al porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad tal y como lo describe el Cuadro 3. Posteriormente en evaluaciones realizadas por Curling (1989) se ilustró en forma gráfica el área de la hoja cubierta por las lesiones de roya (Figura 3), con base en las con los mismos grados y porcentajes de área foliar definidos por la escala del Esquivel (1980). Para efectos prácticos y de análisis matemáticos se eliminaron los coeficientes con valor cero, manteniendo las proporciones originales de tejido afectado propuestas por Esquivel (1980).

La Figura 4 representa esquemáticamente la distribución de los síntomas en la planta de caña desde la hoja +1 hasta la +5, y su respectivo grado de infección de acuerdo a la escala de Curling (1989). Las Figuras desde la 1A hasta la 5A ilustran en detalle cada uno de los grados de infección de la escala.

Cuadro 2.
Descripción de la escala propuesta para la evaluación de la Roya de la caña de azúcar (*Puccinia melanocephala*).

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.

Fuente: Esquivel, 1980, modificada por el autor.

Cuadro 3.

Escala de evaluación propuesta por IAA/PLANALSUCAR para la evaluación de la resistencia de la caña de azúcar a la Roya (*Puccinia melanocephala*), y su equivalencia con la escala internacional de la ISSCT.

Grado	Reacción	Descripción de los síntomas	Grado ISSCT
1	Immune (I)	Hoja sana.	0
2	Resistente (R)	Sólo manchas cloróticas en las hojas, incluyendo algunos síntomas necróticos, afectando hasta el 5% del área foliar.	2
3	Intermedia (MR)	Manchas cloróticas, necróticas y algunas pústulas en las hojas viejas, afectando hasta el 15% del área foliar.	5
4	Susceptible (S)	Manchas cloróticas, necróticas y pústulas en hojas medias e inferiores, afectando hasta el 30% del área foliar.	7
5	Muy Susceptible (MS)	Manchas cloróticas, necróticas y pústulas en todas las hojas, afectando más del 30% del área foliar. Amarillamiento general de las hojas.	9

Fuente: Esquivel (1980), modificada por el autor.

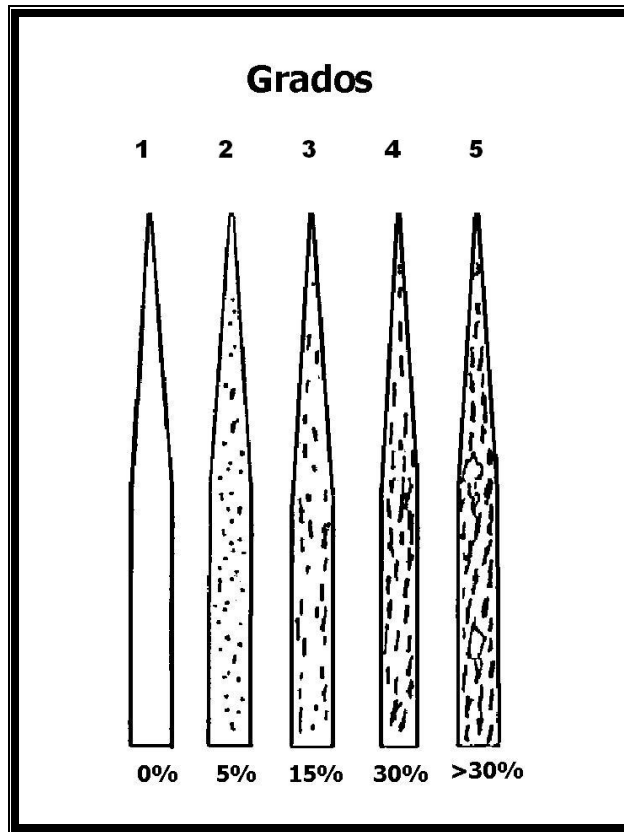


Figura 3.
Diagrama del IAA/PLANALSUCAR para la aplicación de la escala de Esquivel (1980) para evaluar la roya (*Puccinia melanocephala*) en la hoja +3 de la caña de azúcar, modificada por el autor para la eliminación de los coeficientes 0.

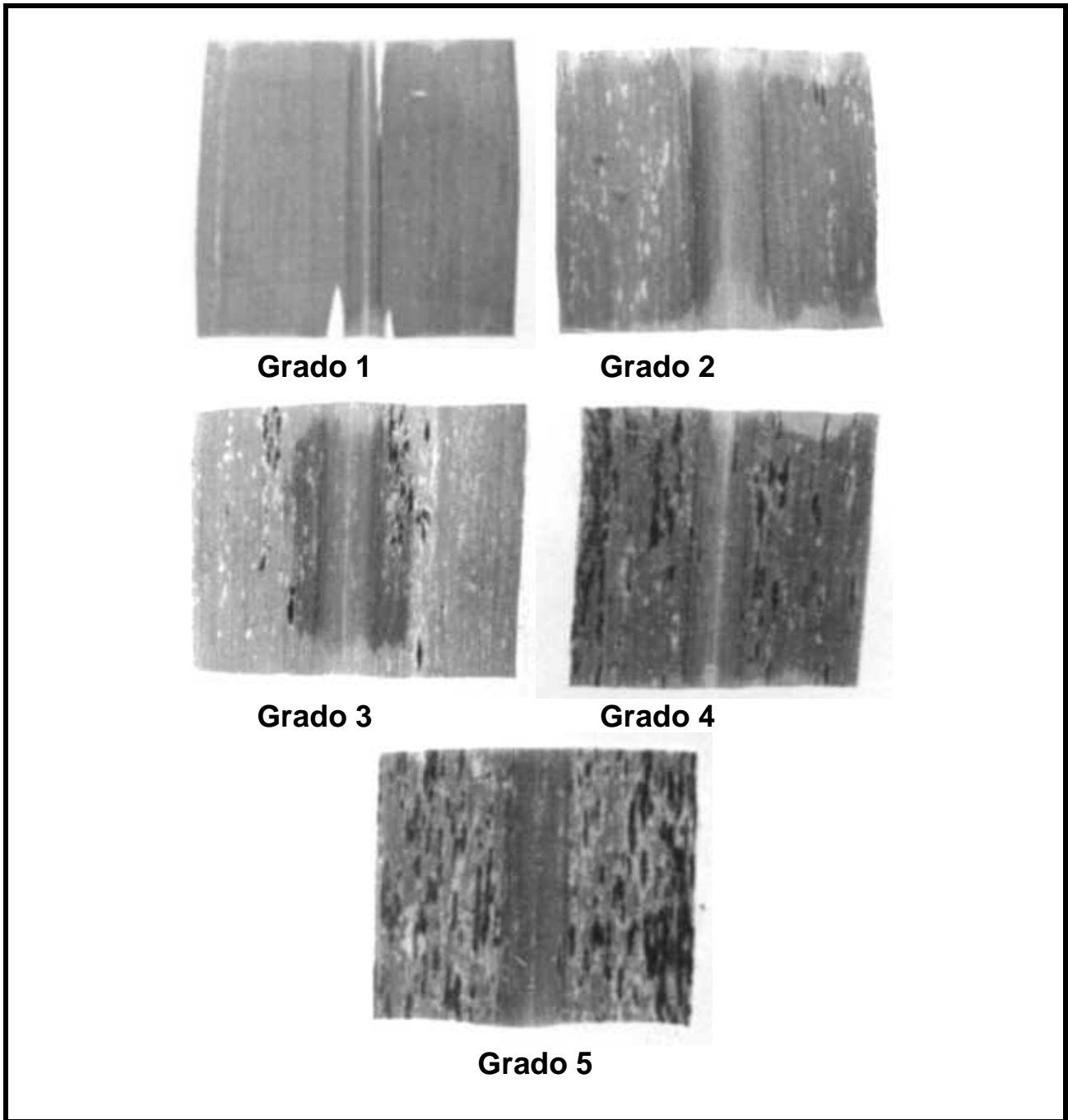


Figura 4.
Diagrama de la densidad de lesiones para la aplicación de la escala de Curling (1989) para la evaluación de la roya (*Puccinia melanocephala*) en la hoja +3 de la caña de azúcar, modificada por el autor para la eliminación de los coeficientes 0.

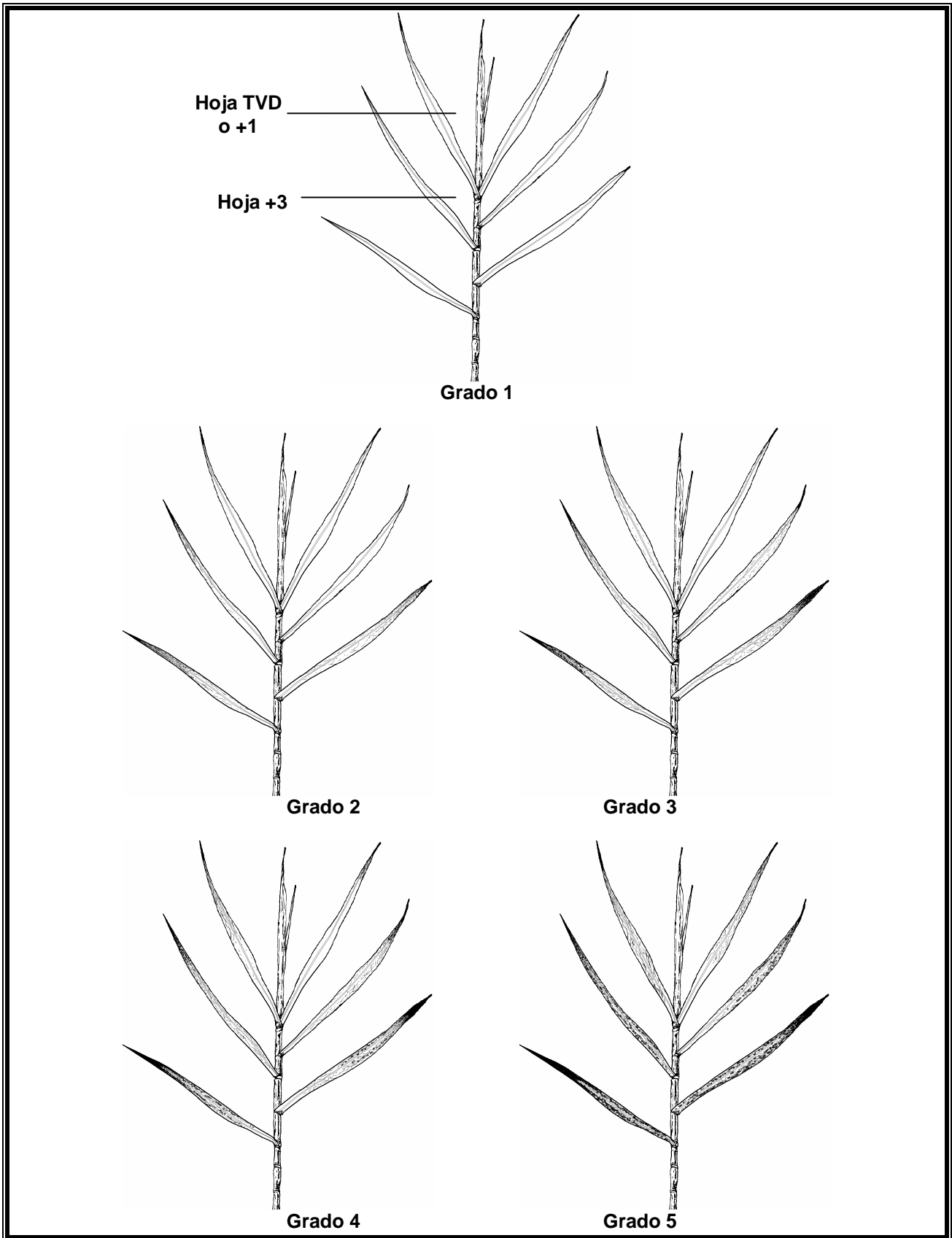


Figura 5.
Escala gráfica para efectuar evaluaciones de enfermedades foliares en la caña de azúcar.

Pokkah Boeng (*Giberella fujikori* Rhener and Samuels, *Fusarium moniliforme* Sheldon Snyder et Hans):

Clasificación taxonómica: (Domrachev et al, 2003)

División: Ascomycota.

Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: SORDARIOMYCETES.

Orden: Hypocreales.

Familia: Nectriaceae.

Género: *Giberella*.

Especie: *fujikori*.

El complejo *Giberella fujikori* involucra también al *Fusarium moniliforme* que identifica al hongo en su fase asexual.

Esta enfermedad conocida también como Cogollo Retorcido está muy relacionada con factores de adaptabilidad y nutrición propios de las diferentes condiciones de producción, a las cuales se someten algunas variedades comerciales y semicomerciales.

Los síntomas más característicos son manchas cloróticas en la base de las hojas, deformaciones en el verticilo caulinar (cogollo), las cuales pueden llegar a producir una pérdida significativa de la orientación del crecimiento del tallo; también se puede presentar la muerte del ápice por pudrición. Variedades como la B80-689 suelen mostrarse muy afectadas por esta enfermedad cuando son ubicadas en lotes con suelos de características vérticas o pesadas propias de los

Vertisoles. La B80-689 es por su parte una variedad que presenta algún grado de susceptibilidad a esta enfermedad cuando se siembra en condiciones de alta humedad del suelo; sin embargo, la severidad de los síntomas no limitan el desarrollo de las plantas y la variedad supera en algún grado la enfermedad sin que los efectos sean detrimentales.

En algunos casos condiciones de baja disponibilidad de boro en el suelo pueden en apariencia agravar la susceptibilidad de la caña a esta enfermedad, así como los excesos que ocurran en la fertilización nitrogenada, por lo que previo a emitir cualquier criterio, deben eliminarse afecciones por esas causas.

Al igual que sucede con el carbón, para evaluar esta enfermedad se seleccionan en principio cuatro puntos de muestreo ubicados estratégicamente en los lotes a evaluar y se procede a contar el número de tallos con presencia de síntomas y sin síntomas en 2,0 m lineales de surco. Para estimar la incidencia de la enfermedad se utiliza la misma fórmula empleada en el caso del carbón. Posterior al cálculo se procede a clasificar los síntomas de acuerdo con la escala detallada en el Cuadro 4.

Cuadro 4.
Descripción de la escala de evaluación para el Pokkah Boeng de la caña de azúcar (*Fusarium moniliforme*).

Grado	Descripción
1	No se observan síntomas.
2	Áreas cloróticas en la base de las láminas foliares.
3	Clorosis generalizada y/o arrugamiento en el follaje.
4	Arrugamiento y/o necrosis del follaje.
5	Acortamiento y deformación de las hojas, muerte del punto de crecimiento, deformación de los tallos, aparición de heridas transversales en los entrenudos conocidos como “el síntoma de corte de machete”.

Fuente: DIECA (1991).

Peca Amarilla (*Mycovellosiella koepkei* Krüger):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

División: Ascomycota.
Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: DOTHIDEOMYCETES /
CHAETOTHYRIOMICETES.

Familia: Mycosphaerellaceae.

Género: Mycovellosiella.

Especie: koepkei.

Esta es una enfermedad cuya presencia es más frecuente y de mayor intensidad en las épocas en que hay mayor humedad en el ambiente, como acontece en la época lluviosa.

En algunos casos los síntomas de la enfermedad suelen presentarse con mayor severidad cuando las plantas han iniciado el proceso de emergencia de la inflorescencia.

El síntoma corresponde a manchas abundantes en la hoja, de color amarillo y que pueden tornarse anaranjadas al madurar la lesión.

Por su distribución y comportamiento generalizado en el campo, la peca amarilla se puede evaluar utilizando los mismos porcentajes de área foliar afectada esquematizados en la Figura 4, empleados para calificar la severidad de la roya. El Cuadro 5 presenta una descripción de cada una de las categorías de evaluación propuestas.

Esta enfermedad mantiene una distribución bastante generalizada en todas las zonas cañeras del país, con excepción de Guanacaste, donde se presenta con menor frecuencia y cuya aparición está muy ligada a la intensidad de las lluvias y estado fenológico del cultivo, por lo que la mayor parte de los síntomas tienden a aparecer en cuando la caña está bien desarrollada o durante la etapa de floración, tal y como se apuntó anteriormente.

Es importante anotar que los síntomas de la enfermedad en ocasiones pueden confundirse con los daños ocasionados por algunos insectos chupadores, como áfidos y la cigarrita antillana (*Saccharosydne* spp).

Cuadro 5.
Descripción de la escala de evaluación para la Peca Amarilla de la caña de azúcar (*Mycovellosiella koepkei*).

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.

Fuente: El Autor.

Mancha de Anillo (*Leptosphacteria sacchari* B. (Breda de Haan) Shoemaker & Babcock):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

División: Ascomycota.

Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: DOTHIDEOMYCETES /
CHAETOTHYRIOMICETES.

Familia: Leptosphacteriaeae.

Género: Leptosphacteria.

Especie: sacchari.

La Mancha de Anillo consiste en una mancha foliar que se presenta con bastante frecuencia en las plantaciones comerciales de caña del país, especialmente en condiciones de alta precipitación y elevada humedad relativa ambiente. Tiene un síntoma muy característico debido a que son lesiones de gran tamaño en la hoja, las cuales poseen un color paja y están rodeadas por una coloración rojiza o púrpura.

En algunos casos, como acontece con la variedad SP70-1143 en estado avanzado de floración de la planta, la enfermedad puede presentarse con mucha agresividad. Sin embargo, este

comportamiento refleja básicamente una reacción a la enfermedad, influenciada por el estado fenológico de la planta, sin afectar de manera importante la capacidad productiva de la plantación.

No obstante lo anterior, la mancha de anillo muestra con mucha frecuencia patrones de distribución bastante generalizados en las plantaciones comerciales de caña del país, con niveles de ataque muy bajos, por lo que se ha considerado que la enfermedad no es de consecuencias económicas significativas en el país.

La mancha de anillo puede ser evaluada empleando la escala descrita en el Cuadro 6.

Cuadro 6.
Descripción de la escala de evaluación para la Mancha de Anillo de la caña de azúcar
(Leptosphæria sacchari).

Grado	Descripción
1	No se observan síntomas.
2	Menos del 5% del área foliar afectada.
3	Del 6 al 20% del área foliar afectada.
4	Del 21 al 40% del área foliar afectada.
5	Más del 41% del área foliar afectada.

Fuente: El Autor.

Mancha de Ojo (*Bipolaris sacchari* (Butler y Kahn) Shoemaker):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

División: Ascomycota.

Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: DOTHIDEOMYCETES.

Orden: Pleosporales.

Familia: Pleosporaceae.

Género: Bipolaris.

Especie: sacchari.

Esta enfermedad es relativamente de poca incidencia e impacto en el país en la actualidad, pese a lo cual, en épocas pasadas fue muy importante por sus efectos negativos sobre la producción de algunas variedades comerciales cultivadas en la zonas altas (+1000 msnm), particularmente variedades de origen Hawaiano (sigla H). Su aparición se observa con mayor frecuencia en zonas donde la alta precipitación y alto acúmulo de agua en el suelo favorecen ambientes de alta humedad relativa.

La enfermedad muestra lesiones alargadas y angostas en la hoja, las cuales siguen la orientación de los haces vasculares. Normalmente son de color café y están rodeadas por una zona o halo clorótico bastante evidente. También se pueden observar lesiones tipo pintas o manchas redondeadas de color café con un pronunciado halo clorótico que se alarga en dirección de los haces vasculares de la hoja, lo que le da una apariencia de un ojo, de ahí su nombre.

La presencia de la enfermedad es evidente en algunas parcelas de evaluación durante el proceso de selección de variedades, en aquellos materiales que presentan alguna susceptibilidad especial hacia la enfermedad.

En algunos casos la enfermedad puede presentar un patrón de distribución en el campo localizado en focos de infección, de acuerdo a las condiciones particulares de la zona afectada.

La reacción de las plantas de caña de azúcar a la enfermedad se puede describir siguiendo la escala descrita en el Cuadro 7.

Cuadro 7.
Descripción de la escala de evaluación para la Mancha de Ojo de la caña de azúcar (*Bipolaris sacchari*).

Grado	Descripción
1	No se observan síntomas.
2	Escasas manchas ovales, ocupando hasta un 15% del área foliar total.
3	Abundantes manchas ovales, ocupando hasta un 30% del área foliar total.
4	Abundantes manchas que se fusionan para ocupar hasta un 50% de la superficie foliar.
5	Más del 50% del área foliar afectada y/o muerte de la yema terminal.

Fuente: El Autor.

Mancha Parda (*Cercospora longipes* E. Butler):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

**División: Ascomycota.
Subdivisión: Pezizomycotina.**

CLASE: DOTHIDEOMYCETES /
CHAETOTHYRIOMICETES.

Familia: Mycosphaerellaceae.

Género: Cercospora.

Especie: longipes.

La Mancha Parda es una enfermedad que tiene alguna importancia en zonas cañeras superiores a los 600 msnm, y en variedades de origen hawaiano como la H 71-4441, H 60-8521, H 61-1721 y H 77-4643, entre otras.

Como su nombre lo dice la Mancha Parda produce abundantes manchas de color café en la hoja, de forma bastante redondeada y rodeadas por un halo o anillo clorótico.

Pese a que la enfermedad se ha catalogado como casi exclusiva de zonas altas, se ha comenzado a observar con grados de alta incidencia pero con baja severidad productiva en zonas bajas,

tales como Guanacaste y Puntarenas.

Las zonas productoras de mayor incidencia de la enfermedad son los cantones de Jiménez, Alvarado, San Ramón, la zona alta de San Carlos y las zonas medias del cantón de Turrialba.

Los efectos de la enfermedad pueden observarse con mayor regularidad e intensidad en lotes cultivados de caña de azúcar con condiciones de suelos de fácil drenaje, de ladera y de alta exposición al viento. Los efectos inducidos por de la baja fertilidad de los suelos, principalmente referido a los contenidos de Ca y Mg, puede favorecer una condición que indirectamente favorece la infección de la enfermedad.

Contrario a otras enfermedades foliares, esta enfermedad puede evaluarse utilizando únicamente la hoja +3, debido a que el patrón de distribución se manifiesta de manera generalizada y uniforme, tanto a nivel de planta individual como a nivel de población en el campo. Al igual que acontece con la mayoría de enfermedades foliares, las lesiones tienden a presentar un gradiente creciente de severidad en función de la posición y por ende del estado de desarrollo de la hoja, como se muestra en la Figura 5.

En el Cuadro 8 se expone la escala de evaluación propuesta para evaluar la severidad de la enfermedad.

Cuadro 8.
Descripción de la escala de evaluación para la Mancha Parda de la caña de azúcar (*Cercospora longipes*).

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	Menos del 5% del área foliar afectada en la hoja +3.
3	Del 6 al 15% del área foliar afectada en la hoja +3.
4	Del 16 al 25% del área foliar afectada en la hoja +3.
5	Más del 25% del área foliar afectada en la hoja +3.

Fuente: El Autor.

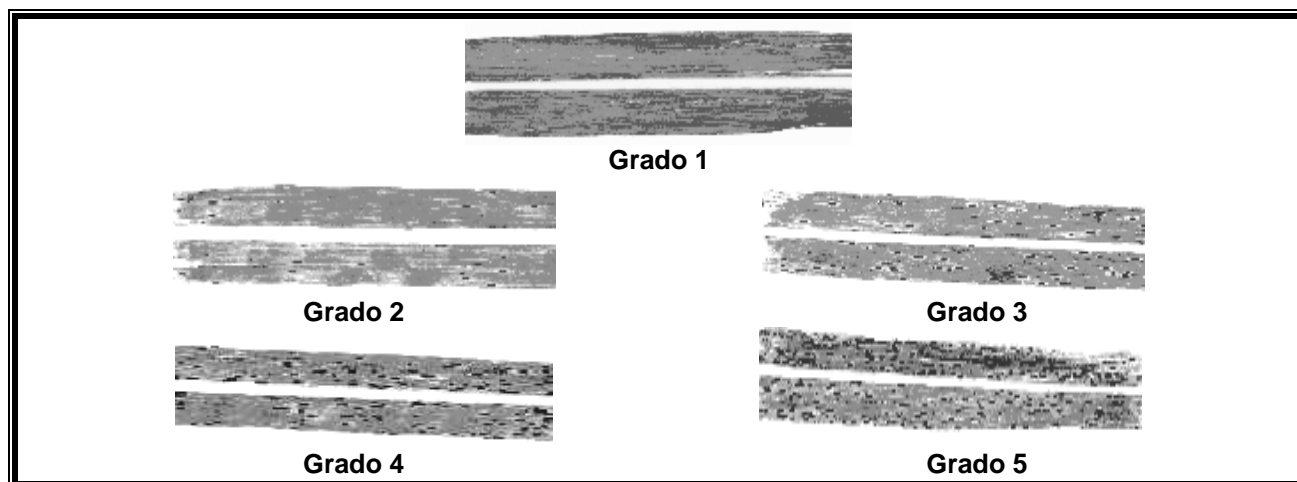


Figura 6.
Escala para evaluar la Mancha Parda (*Cercospora longipes*) en la hoja +3 de la caña de azúcar.

Mancha Púrpura (*Dimeriella sacchari* (B. de Haan) Hansford):

Clasificación taxonómica: (Domrachev *et al*, 2003)

División: Ascomycota.
Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: DOTHIDEOMYCETES /
CHAETOTHYRIOMICETES.

Familia: Botryosphaereaceae.

Género: Dimeriella.

Especie: sacchari.

Esta enfermedad se localiza con mayor frecuencia en la Zona Norte del país. Su distribución tiende a ser desuniforme en el dosel de la plantación; sin embargo la mayor cantidad de síntomas se concentran en las hojas bajas de la planta. Por lo que resulta ser la sección recomendada para su diagnóstico.

La enfermedad produce lesiones de color rojizo o morado, que en ocasiones presentan bordes irregulares. En condiciones muy favorables para la enfermedad, las lesiones pueden ser de tamaño considerable, aunque normalmente son pequeñas, abundantes y bien definidas. No poseen halo

clorótico, lo que las diferencia de otras manchas foliares.

La mancha púrpura no resulta ser una enfermedad que cause problemas serios en las plantaciones comerciales del país, y tanto su incidencia como su severidad varían de una temporada a otra dependiendo de las condiciones ambientales, y sin afectar a determinadas variedades en forma específica. No obstante a nivel de parcelas de selección en el Programa de Mejoramiento Genético, se han observado clones extranjeros que muestran alguna susceptibilidad a esta enfermedad, por lo que resulta ser de importancia su valoración en las diversas condiciones en que se lleva a cabo las evaluaciones para la selección de nuevas variedades comerciales.

En el Cuadro 9 se presenta un detalle de la escala de evaluación propuesta para evaluar esta enfermedad.

Cuadro 9.
Descripción de la escala de evaluación para la Mancha Púrpura de la caña de azúcar (*Dimeriella sacchari*).

Grado	Descripción
1	No se observan síntomas.
2	Menos del 5% del área foliar afectada.
3	Del 6 al 20% del área foliar afectada.
4	Del 21 al 40% del área foliar afectada.
5	Más del 41% del área foliar afectada.

Fuente: El Autor.

Pudrición de la Nervadura Central o Muermo Rojo (*Colletotrichum falcatum* Went):

Clasificación taxonómica: (SBML, 2003)

División: Ascomycota.

Subdivisión: Pezizomycotina.

CLASE: SORDARIOMYCETES.

Orden: Phylachorales.

Familia: Phylachoraceae.

Género: Colletotrichum.

Especie: falcatum.

Esta enfermedad se encuentra bastante dispersa en las zonas productoras de caña del país, con grados bajos de incidencia y con niveles de severidad muy variados. En algunos casos se manifiesta como una mancha o pudrición seca en la nervadura central de la hoja cuando hay heridas o cortes físicos, ocasionados por algún factor del entorno.

En realidad la Pudrición de la Nervadura es una enfermedad de poco impacto y por ende de baja importancia económica; sin embargo, algunos materiales foráneos tienden a presentar alta susceptibilidad al patógeno bajo condiciones normales de cultivo, por lo que es importante poder estimar su

grado de severidad en las fases de selección del Programa de Mejoramiento Genético.

En condiciones de insuficiencia en las concentraciones de potasio presentes en el suelo, se pueden observar síntomas muy similares a los provocados por esta enfermedad que podrían ocasionar confusión al momento del diagnóstico.

En el Cuadro 10 se exponen los grados asignados en la escala de evaluación, para evaluar e interpretar la presencia de la enfermedad en las plantaciones de caña.

Cuadro 10.
Descripción de la escala de evaluación para la Pudrición de la Nervadura Central de la caña de azúcar (*Colletotrichum falcatum*).

Grado	Descripción
1	Sin síntomas visibles.
2	De 1 a 10% de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
3	De 11 a 20% de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
4	De 21 a 30% de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.
5	Más de un 31% de la nervadura central de la hoja +3 con síntomas.

Fuente: El Autor.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS.

Escaldadura foliar (*Xanthomonas albilineans* (Ashby) Dowson)

Clasificación taxonómica: **(Domrachev *et al*, 2003)**

Orden: Xanthomonadales (Propuesta).

Familia: Grupo de las Xanthomonas (Propuesta).

Género: *Xanthomonas*.

Especie: *albilineans*.

Esta enfermedad tiene la particularidad de mostrar dos fases diferenciadas de expresión en el campo:

a) **Fase crónica:** se caracteriza por presentar síntomas leves caracterizados por rayas albinas, blanquecinas o amarillentas muy definidas en la superficie de la lámina foliar, las cuales se distribuyen siguiendo el patrón de los haces vasculares de la hoja.

Generalmente los rayos inician cerca de la base de la hoja y la nervadura central, y se dirigen hacia los bordes de la hoja conforme se alejan de la zona proximal. En algunos casos pueden aparecer brotes laterales o “lalas” y quema de las hojas.

b) **Fase aguda:** se caracteriza por la quema de las hojas, los tallos se tornan de color café y las cepas tienden a morir sin manifestar ningún otro síntoma anterior.

En Costa Rica la mayoría de los casos conocidos con problemas de escaldadura se han detectado durante la fase crónica. La enfermedad puede alcanzar efectos de importancia económica por su impacto sobre la plantación.

Esta enfermedad se evalúa con base en el grado de incidencia obtenida, siguiendo el mismo procedimiento establecido para el Carbón y Pokkah Boeng. Los síntomas se clasifican de acuerdo con la descripción propuesta en el Cuadro 11.

Cuadro 11.
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.

Fuente: El Autor.

Raquitismo de los retoños o RSD (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli* Davis)

Clasificación taxonómica: **(Evtushenco *et al*, 2000)**

Orden: Actinomycetales
Sub Orden: Micrococcineae

Familia: Microbacteriaceae.

Género: *Leifsonia* (conocida anteriormente como *Clavibacter* (Evtushenco *et al*, 2000)).

Especie: *xyli*.
Subespecie: *xyli*.

El RSD es una enfermedad bacteriana que no produce síntomas conspicuos en el campo, por lo que tiene que ser necesariamente diagnosticada y evaluada a nivel de laboratorio; para ello se toman muestras de 20 tallos por lote de 10 hectáreas máximo. Los tallos deben tener al menos nueve meses de edad, ya sea desde la siembra o corta en el caso de caña soca.

La enfermedad se evalúa en cortes de tejido de 1,0 cm de diámetro, procedentes de los primeros tres entrenudos de la sección basal del tallo.

La incidencia en porcentaje de tallos afectados en relación al total de tallos de la muestra y la severidad, en porcentaje de haces vasculares colonizados con la bacteria, se pueden determinar por microscopía de autofluorescencia directa (MAF) o mediante la técnica de tinción de los haces vasculares (THV). También se puede utilizar la técnica del tissue blot (TB) o impresiones en membranas de nitrocelulosa, pero en ocasiones se dificulta obtener el dato de severidad debido a que no puede realizarse el conteo de los haces vasculares sanos.

Los resultados obtenidos se interpretan comparándolos con los siguientes cuadros.

Cuadro 12.
Escala para interpretar la severidad del Raquitismo de los Retoños en la caña de azúcar
*(Leifsonia xyli subsp. xyli)**

RANGO DE SEVERIDAD (%)**	REACCIÓN A LA ENFERMEDAD
0 a 4	Resistente.
4 a 9	Moderadamente Resistente.
9 a 13	Moderadamente Susceptible.
Más de 13	Susceptible.

*Adaptación del autor a la escala utilizada por el Programa de Mejoramiento Genético de la Estación Experimental de Canal Point, USDA, Florida, USA (Comstock *et al*, 1999).

**Calculado a partir de la relación de haces vasculares colonizados entre los haces vasculares totales, evaluado en una muestra de tejido extraída mediante un corte transversal de una sección del tallo de 1 cm de diámetro.

Cuadro 13.
Escala para interpretar la incidencia del Raquitismo de los Retoños en la caña de azúcar *(Leifsonia xyli subsp. xyli)*

INCIDENCIA (%)**	GRADO DE INFECCIÓN	CONDICIÓN	RECOMENDACIÓN
0	Libre	Útil como semilla básica.	Desinfección de herramientas.
1 a 5	Bajo	Útil como semilla comercial.	Desinfección de herramientas.
6 a 10	Moderado	Inapropiado para semilla.	Tratamiento térmico.
11 a 20	Alto	Inapropiado para semilla.	Tratamiento térmico.
Más de 21	Severo	Inapropiado para semilla.	Tratamiento térmico.

*Fuente: COOPERSUCAR (1997).

**Relación porcentual de tallos afectados entre tallos totales en la muestra o el lote evaluado.

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS.

Virus de la Hoja Amarilla (SCYLV):

Clasificación taxonómica:
(ICTV, 2003).

Virus.

Cadena positiva simple de ARN.

Familia: Luteoviridae.

Género: Luteovirus (sin confirmación).

Especie: Virus de la Hoja Amarilla de la Caña de Azúcar (SCYLV).

El SCYLV es una enfermedad reportada recientemente y que hasta el momento ha afectado con mayor fuerza las zonas cañeras pertenecientes a los cantones de Jiménez, Atenas y Turrialba. Zonas productoras importantes como Guanacaste han sido afectadas en menor magnitud en cuanto a manifestación de síntomas.

El síntoma varía desde una leve coloración amarilla en la nervadura central de las hojas, hasta el amarillamiento o enrojecimiento

pronunciado de la nervadura y parte de la lámina foliar, con quema de parte de la hoja comenzando por las puntas.

Las variedades que se han observado más sensibles y con mayor susceptibilidad a la enfermedad son la LAICA85-653, SP71-5574, Q96, CP72-1210, H60-8521 y la H61-1721, entre otras.

Aunque en Costa Rica se ha comprobado la presencia del virus que ocasiona el YLS en hospederos sintomáticos y no sintomáticos en las diferentes regiones cañeras del país (Arrieta *et al*, 2000), todavía hay aspectos de la enfermedad que no están claros. Parte de estos aspectos son la influencia que tienen algunos factores abióticos sobre la manifestación de la enfermedad. Factores como la fertilidad del suelo y el manejo de la nutrición de la plantación, el manejo de las aguas (tanto el exceso como el déficit), la compactación de la capa arable del suelo, el clima, y la posibilidad de que existan otros agentes causales son aspectos que pueden ejercer alguna influencia en esta enfermedad.

Para evaluar la enfermedad directamente en el campo, metodológicamente se procede de la misma manera que para evaluar el carbón y el *Fusarium* sp. Se seleccionan estratégicamente cuatro puntos representativos de muestreo por hectárea, se cuentan los tallos afectados y también los tallos sanos en 5 m lineales de surco (Figura

1). Luego se determina la incidencia y define la sintomatología de acuerdo a la escala propuesta en el Cuadro 14.

Para evaluaciones que requieran de mayor precisión y veracidad se deben realizar análisis serológicos con anticuerpos específicos. Para ello el muestreo debe realizarse de manera sistemática, seleccionando un área de muestreo no mayor a 1 ha por cada 25 ha máximo, luego se recorre el área de muestreo describiendo la forma de una "Z" (zeta) en la que se tomará la hoja +3 hasta completar un total de 25 hojas de acuerdo a la siguiente distribución, 11 hojas en las laterales y 13 hojas en la diagonal.

Las 25 hojas se cortarán a la mitad descartándose la sección basal, mientras que el resto se empacan en bolsas de plástico con papel húmedo y de ser necesario se conservarán en refrigeración para ser analizados posteriormente en el laboratorio.

Cuadro 14.
Descripción de la escala de evaluación para el Síndrome de la Hoja Amarilla de la de la caña de azúcar (YLS, SCYL).

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.

Fuente: El Autor.

Virus del Mosaico de la Caña (SCMV):

Clasificación taxonómica: **(ICTV, 2003).**

Virus.

Cadena positiva simple de ARN.

Orden: Nidovirales.

Familia: Potyviridae.

Género: Potyvirus.

Especie: Virus del Mosaico de la Caña de Azúcar (SCMV).

El Virus del Mosaico es una enfermedad característica del Valle Central y algunas zonas de producción superiores a los 800 msnm. La enfermedad es causada por diversas razas de un potyvirus filamentosos que se aloja en el tejido parenquimatoso de las hojas y tallos de la caña de azúcar.

La enfermedad induce la aparición de zonas en la hoja con mezclas de coloraciones en diferentes tonalidades de verde, lo que se conoce con el nombre de clorosis variegada.

Se dice que es una enfermedad típica del Valle Central y de zonas medias – altas (+ 700 msnm) debido a que son estas las condiciones que favorecen y permiten una mejor expresión de los síntomas. Esto no implica de forma alguna que las zonas bajas de producción estén exentas y no padezcan de infecciones virósas de este tipo.

El examen visual de las enfermedades virósas valorado a través de los síntomas que manifieste el hospedero, no representa un método confiable de diagnóstico; sin embargo, cuando los síntomas son evidentes estos dan clara reacción del hospedero a la enfermedad.

Cuando la intensidad de los síntomas permiten la evaluación de la enfermedad en el campo, es factible entonces seleccionar estratégicamente cuatro puntos de muestreo por hectárea, y contar los tallos afectados y los tallos sanos en 5,0 m lineales de surco, tal y como se describe en el procedimiento para diagnosticar carbón y *Fusarium* sp. (Figura 1). Luego se determina la incidencia y define la sintomatología de acuerdo a la descripción del Cuadro 15.

Cuadro 15.
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.

Fuente: El Autor.

LITERATURA CONSULTADA

1. ALFARO PORTUGUEZ, R. 1994. El Carbón de la Caña de Azúcar (*Ustilago scitaminea* Sydow) en Costa Rica. San José, Costa Rica, LAICA – DIECA. 41 p.
2. ARRIETA, M. C.; ÁVILA, R.; CHAVARRÍA, E.; VILLALOBOS, W.; MOREIRA, L.; LOCKHART, B. E. L.; RIVERA, C. 2000. Virus de la Hoja Amarilla de la Caña de Azúcar en Costa Rica. Memorias 5to Congreso ATALAC, 13avo Congreso ATACA, 14avo Congreso ATACORI. Del 18 al 22 de septiembre del 2000, Hotel Herradura, San José, Costa Rica. p: 224 – 226.
3. BONZI, J. A. 1980. Relatório de Estágio Apresentado na Seção de Melhoramento (Fitopatologia). IAA / PLANALSUCAR. Brasil. 95 p.
4. CHAVES, M.; RODRÍGUEZ R., M.; AFARO P., R.; VILLALOBOS M., C. L.; ANGULO M., A.; BARRANTES M., J.C.; CALDERÓN A., G.; RODRÍGUEZ F., J. M.; 2004. Censo de Variedades de Caña de Azúcar Sembradas en Costa Rica Año 2003. San José, Costa Rica, LAICA – DIECA. 126 p.
5. COMSTOCK, J. C.; GRISHAM, M. P.; IRVINE, J. E.; MILLER, J. D. 1999. Ratoon Stunting Disease Ratings for US Mailand sugarcane cultivars. Sugar Journal. 62(3): 28 – 32.
6. COOPERSUCAR. 1997. "Dot blot": Diagnóstico para Raquitismo da Soqueira na EECAC. Informativo. No 2: 19.
7. CURLING CASTILLO, F. F. 1989. Resistência da Cana – de – Açúcar à Ferrugem (*Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow). Tesis M.Sc. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, Brasil. 58 p.
8. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1985. Metodología para la Investigación en Caña de Azúcar. San José, Costa Rica, LAICA – DIECA. 51 p.
9. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 1992. Informe Anual de Labores 1991. San José, Costa Rica, LAICA – DIECA. 230 p.
10. DOMRACHEV, M.; FEDERHEN, S.; HOTTON, C.; LEIPE, D.; SOUSSOV, V.; STERNBERG, R.; TURNER, S. 2003. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/taxonomyhome.html/ The NCBI Taxonomy Browser Homepage, National Center for Biotechnology Information.
11. ESQUIVEL, E. A. 1980. La Roya de la Caña De Azúcar (*Puccinia* spp.): Aspectos básicos y revisión de la situación actual. Boletín GEPLACEA No 14.
12. EVTUSHENKO, L. I.; DOROFEEVA, L. V.; SUBBOTIN, S. A.; COLE, J. R.; TIEDJE, J. M. 2000. *Leifsonia poae* gen. nov., sp. nov., Isolated from Nematode Galls on *Poa annua*, and Reclassification of "*Corynebacterium aquaticum*" Leifson 1962 as *Leifsonia aquatica* (ex Leifson 1962) gen. nov., nom. rev., comb. nov. and *Clavibacter xyli* Davis et al. 1984 with Two Subspecies as *Leifsonia xyli* (Davis et al. 1984) gen. nov., comb. nov. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. No 50: 371 – 380.
13. FLORES CÁCERES, S. 1997. Las Enfermedades de la Caña de Azúcar en México. Ed. Carlos Gómez N. México. 285 p.

14. ICTV. 2003. Disponible en: www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTV/ The International Committee on Taxonomy of Viruses, Virology Division.
15. LAICA. 2006. Información Estadística Zafra 2005-2006. San José, Costa Rica. LAICA.
16. ORDOSGOITTI, A.; GONZÁLEZ, V.; APONTE, A. 1979. El Carbón de la Caña de Azúcar. Carta Agrícola CENIAP. Venezuela N° 1:1 – 4.
17. RICAUD, C; EGAN, B. T.; GILLASPIE Jr, A. G.; HUGHES, C. G. 1989. Diseases of Sugarcane: Major Diseases. Elsevier. Amsterdam, Holanda. 399 p.
18. SBML, 2003. Disponible en: www.nt.ars-grin.gov/SBMLweb/ Systematic Botany and Mycology Laboratory. Agricultural Research Service United States Department of Agriculture.

APÉNDICE

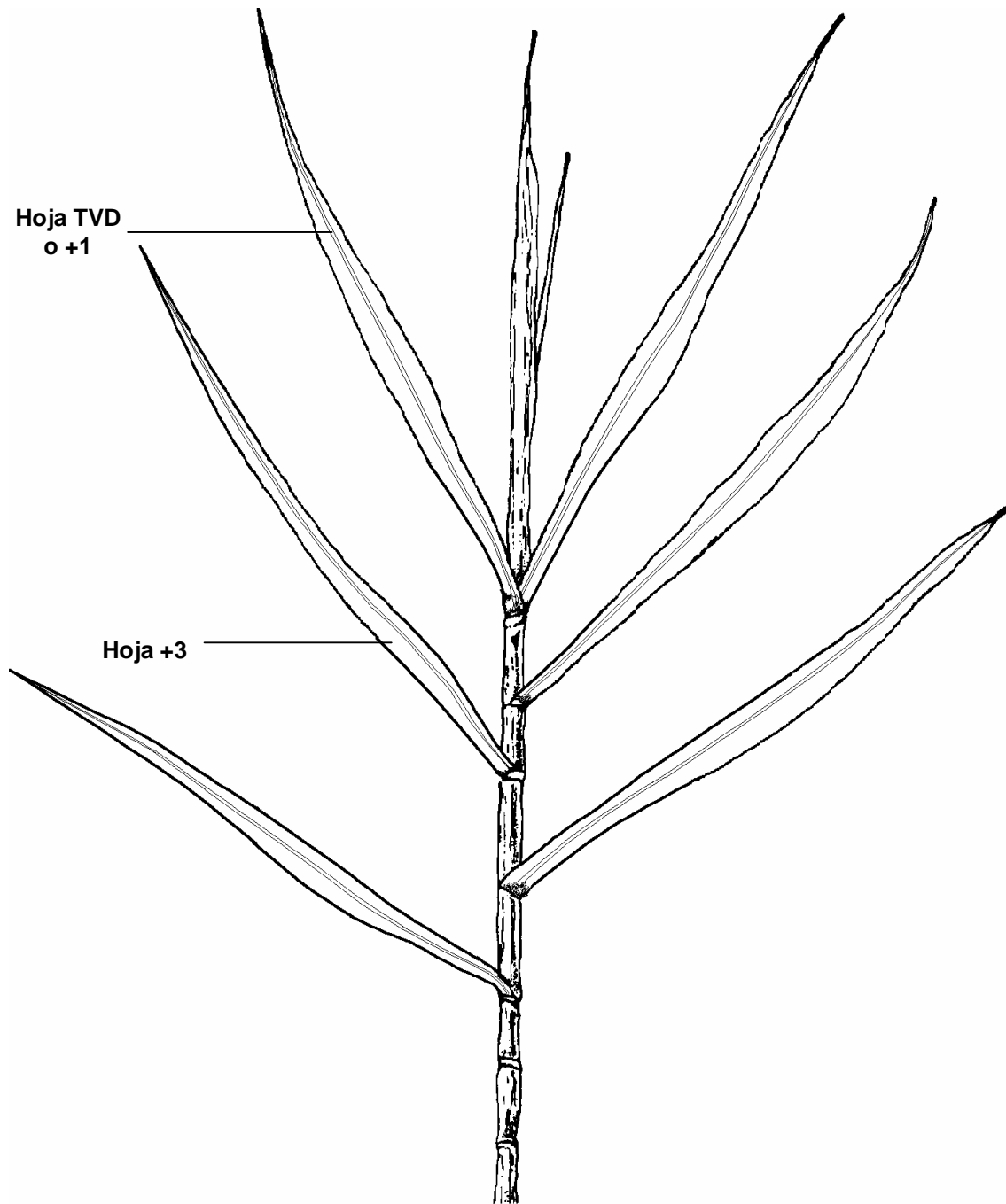


Figura A1.
Detalle gráfico del grado 1 de la escala de evaluación de enfermedades foliares en la caña de azúcar.

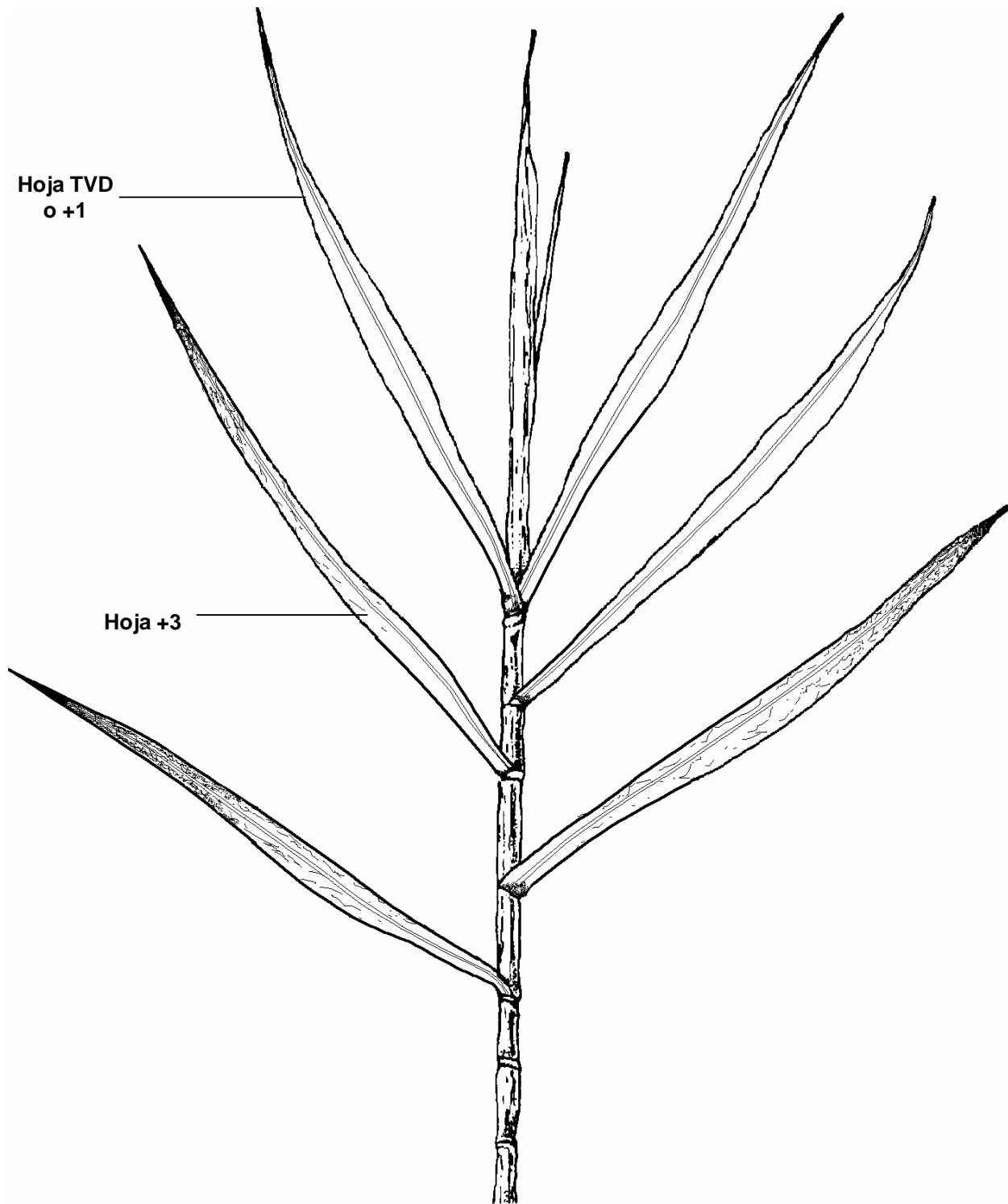


Figura A2.
Detalle gráfico del grado 2 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 5% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.

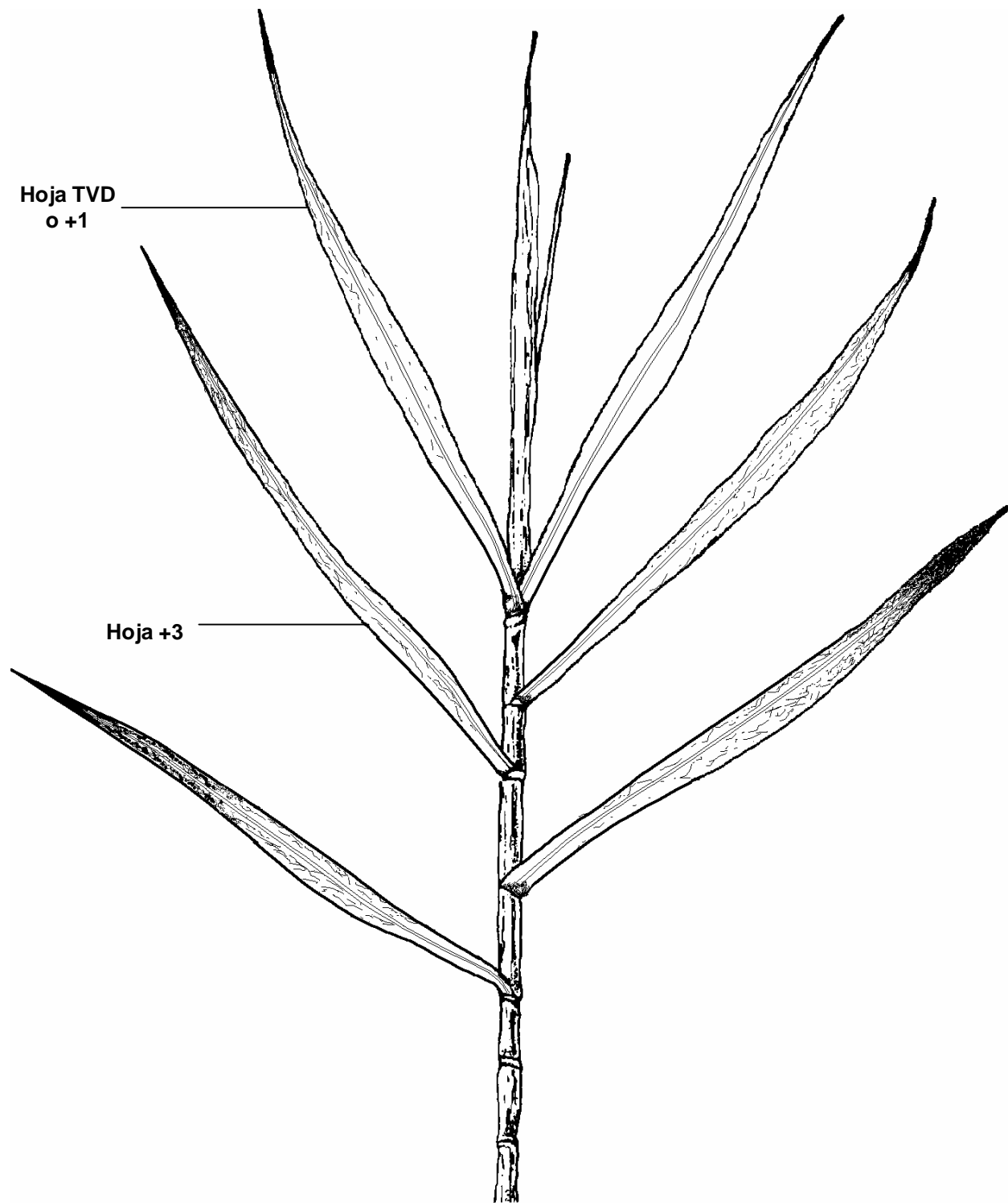


Figura A3.
Detalle gráfico del grado 3 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 15% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.

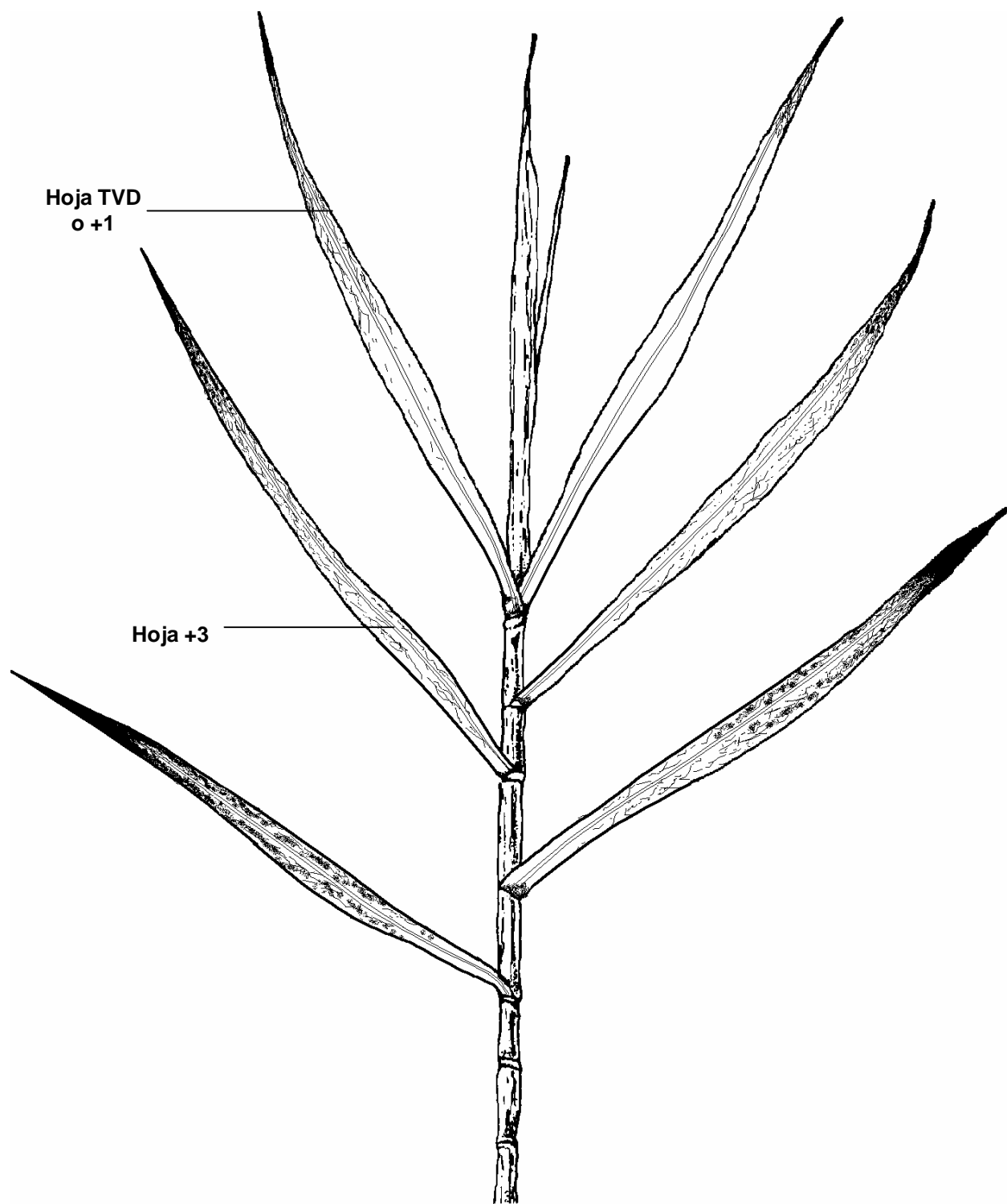


Figura A4.
Detalle gráfico del grado 4 de la escala de evaluación de enfermedades foliares en caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 30% del área foliar evaluada desde la hoja +1 o TVD, hasta la hoja +5.

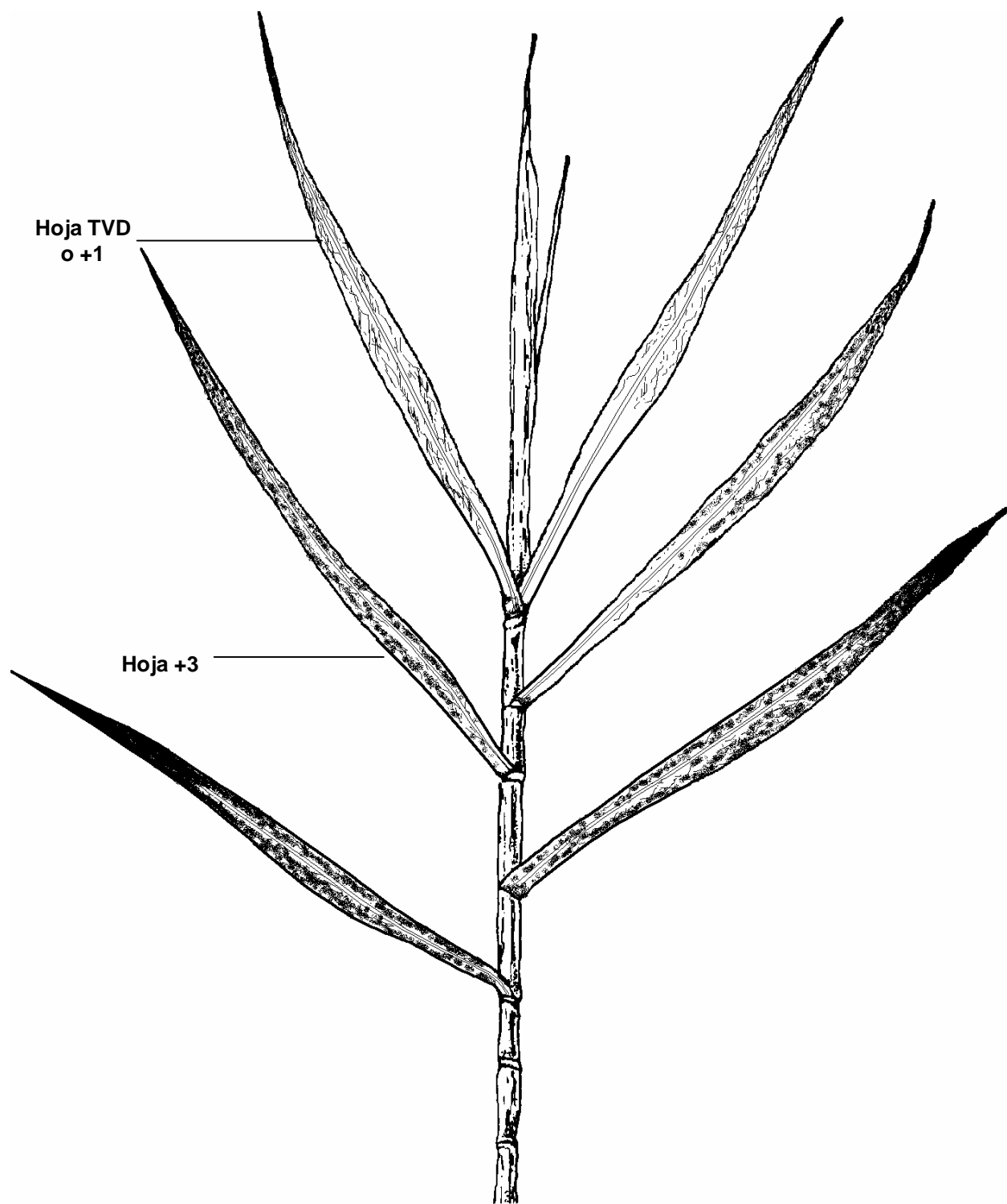


Figura A5.

Detalle gráfico del grado 5 de la escala de evaluación de enfermedades foliares de la caña de azúcar, con un porcentaje de daño que alcanza hasta el 60% del área foliar, evaluada desde la hoja +1 o TVD hasta la hoja +5.

