



**cenicaña**

**Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia**

Documento de trabajo No. **715**

**PRESENCIA DE ROYA NARANJA (*Puccinia kuehnii*) EN EL VALLE  
DEL CAUCA Y ESTRATEGIAS PARA SU MANEJO**

**Primer informe de avance**

Autores:

**Juan Carlos Ángel Sánchez  
Marcela Cadavid Ordóñez  
Jorge Ignacio Victoria Kafure**

Programa de Variedades, Cenicaña

Santiago de Cali, 25 de Agosto de 2010

## **PRESENCIA DE ROYA NARANJA (*Puccinia kuehnii*) EN EL VALLE DEL CAUCA Y ESTRATEGIAS PARA SU MANEJO**

### **Primer informe de avance**

**Juan Carlos Ángel S.<sup>1</sup>, Marcela Cadavid O.<sup>2</sup> y Jorge Ignacio Victoria K.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Fitopatólogo, M.Sc. [jcanagel@cenicana.org](mailto:jcanagel@cenicana.org), <sup>2</sup>Microbióloga Agrícola, M.Sc. [mcadavid@cenicana.org](mailto:mcadavid@cenicana.org),

<sup>3</sup>Director Programa de Variedades, Ph.D. [jivictoria@cenicana.org](mailto:jivictoria@cenicana.org)  
Programa de Variedades, Cenicaña

### **ANTECEDENTES**

La roya naranja es causada por el hongo *Puccinia kuehnii* E. J. Butler. La enfermedad en el año 2000 en Australia afectó la variedad Q 124 produciendo pérdidas estimadas entre 30% y 40 % tanto en el tonelaje como en el rendimiento siendo necesaria su renovación de campos comerciales. Hasta el año 2007, la enfermedad se observó en países como Papua (Nueva Guinea), Indonesia, Filipinas y Australia (Magarey *et al.*, 2005).

En el 2007, la roya naranja se encontró en los Estados Unidos afectando las variedades CP 80-1743 y CP 72-2086 en la Florida (Comstock *et al.*, 2008). En septiembre de 2007, se detecto la roya naranja en Guatemala sobre la variedad CP 72-2086, variedad que en esa época era la más sembrada en este país (Ovalle *et al.*, 2008; Ovalle *et al.*, 2009). Chavarria *et al.*, (2008) entre julio y agosto del 2007 observaron síntomas y signos de roya naranja en las variedades SP 71-5574, CP 72-2086, Pindar, Q 132, Q 138, SP 71-5574 y SP 79-2233 en Costa Rica. Estos mismos síntomas y signos fueron observados en la variedad CP 72-2086 en septiembre de 2007 en los ingenios Sancarlos y Monte Rosa en Nicaragua (Chavarria *et al.*, 2008). En México, Salvador y Panamá fue observada en el 2008. En México, fue observada afectando las variedades Mex 57-1285, Mex 61-230 y Co 301. En El Salvador se observó sobre la variedad CP 72-2086. En Panamá, fue encontrada en la variedad SP 74-8355 (Flores *et al.*, 2009) y recientemente en Brasil (Barbasso *et al.*, 2010, en impresión). En Cuba Díaz *et al.*, (2010) identificaron síntomas de roya naranja en áreas experimentales de la estación territorial de investigaciones de caña de azúcar de Villa Clara y confirmaron su presencia mediante diagnóstico de laboratorio, detectándola en las variedades comerciales C 1051-73, C 86-12, C 88-380, C 89-147, C 90-317 y CP 52-43.

Los síntomas iniciales de la roya naranja de la caña de azúcar son lesiones minúsculas, elongadas y amarillas, que forman una aureola pálida, verde amarillenta a medida que aumentan de tamaño. A medida que las lesiones crecen, se forma un color que pasa de naranja a naranja marrón. A diferencia de la roya café común, estas lesiones jóvenes nunca llegan a ser marrón oscuro. Grupos de pústulas de roya naranja tienden a aparecer en la superficie de las hojas afectadas; la mayor parte de las pústulas están en la superficie inferior y hay más lesiones en la base de la hoja. En países estacionales la roya naranja es más frecuente bajo condiciones cálidas y húmedas en verano, y menos frecuente con síntomas más suaves en otoño (Ryan y Egan, 1989).

En enero de 2008, Cenicaña envió muestras de hojas con síntomas de roya de diferentes variedades (CC) al Laboratorio de Micología Sistemática del USDA, ARS en Beltsville USA, para análisis de ADN y no se encontró la presencia de *P. kuehnii* en el Valle del Cauca en esas variedades.

### **ESTRATEGIAS DE MANEJO Y PLAN DE ACCIÓN**

Desde que se informó sobre la presencia de la roya naranja en la Florida y Centro América y debido a la aparición de la roya café en las variedades Cenicaña Colombia (CC 93-3895, CC 85-92, CC 84-75 y CC 92-2804) probablemente una nueva variante del patógeno, se empezó a realizar un seguimiento e inspección en diferentes cultivos comerciales de caña de azúcar de ingenios, así como también de proveedores. Durante los años 2006 a 2009 y primer semestre de 2010, se encontró solo la presencia de la roya café en las variedades mencionadas en las evaluaciones visuales y morfológicas.

### **NUEVOS SÍNTOMAS ENCONTRADOS**

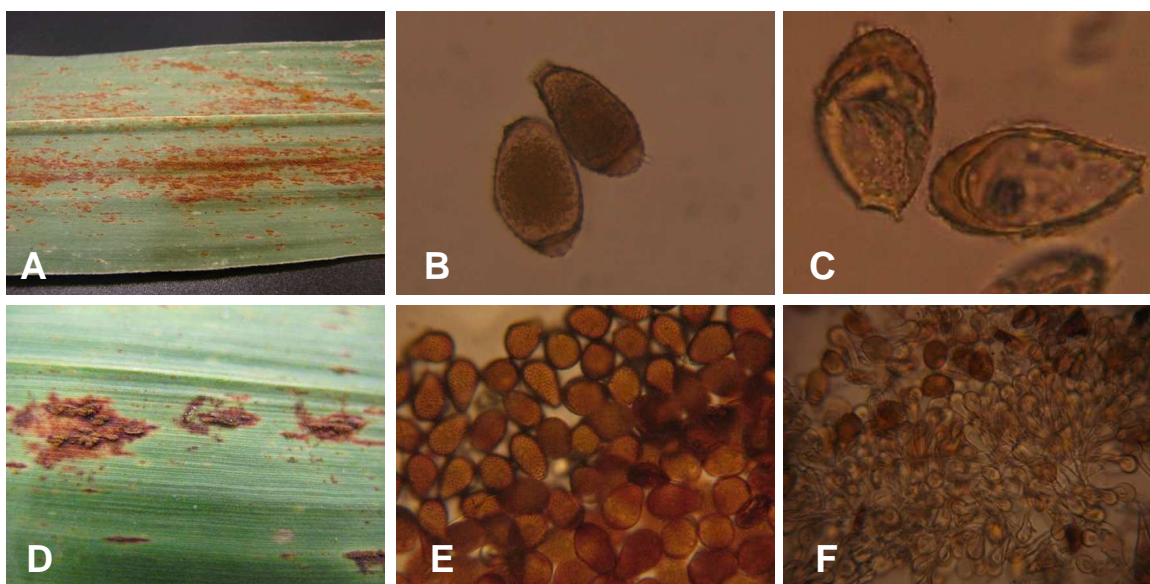
En julio de 2010, en semilleros y en los lotes de las pruebas regionales de la serie 2001 de zona húmeda, localizados lote en comodato en los ingenios Riopaila Castilla (planta Castilla), y en el ingenio Cabaña, hacienda Cabaña 25D respectivamente, se encontraron síntomas similares a roya naranja en la variedad CC 01-1884. Estas muestras fueron analizadas visualmente, morfológicamente en microscopía óptica convencional y electrónica de barrido y comparadas con muestras de la roya café tomadas en la variedad CC 85-92.

### **DETECCION DE LA ENFERMEDAD**

Se encontraron diferencias en las lesiones y en la morfología entre muestras de la roya café tomadas en la CC 85-92 y las muestras tomadas en la variedad CC 01-1884. Las lesiones de la roya café generalmente son de color café a café oscuro con áreas oscuras necróticas (Figura 1D), las pústulas al abrirse dejan libres las esporas las cuales también tienen un color café. La nueva lesión encontrada en la variedad CC 01-1884 presenta un color anaranjado que luego pasa a ser entre anaranjado y café, y en ocasiones a anaranjado brillante, las pústulas dejan libres las esporas las cuales son de color anaranjado a anaranjado marrón (Figura 1A y 1I). Sin embargo algunas lesiones viejas de ambas royas pueden ser de color marrón y pueden ser similares.

Para la comparación morfológica se observó al microscopio de luz convencional el tamaño y forma de las estructuras como los parafisos y uredosporas (ancho de la pared, largo y color), disposición de espínulas en la uredospora y se compararon estos datos con los observados por Virtudazo *et al.*, (2001a). Las observaciones visuales en campo y morfológicas al microscopio de luz mostraron claras diferencias: en la roya café se observaron uredosporas con abundantes parafisos (Figura 1F), mientras que las otras muestras analizadas sólo se observaron las uredosporas en ausencia de parafisos. Las uredosporas de la roya naranja presentan un pronunciamiento en la pared característico para el patógeno *P. kuehnii* (Figura 1B y 1C), diferente a las uredosporas de la roya café que tienen una pared de grosor uniforme (Figura 1E). Estas diferencias fueron muy similares a las encontradas por Virtudazo *et al.*,

(2001a). La descripción morfológica a partir de observación al microscopio de luz de uredosporas y parafisos es una técnica sencilla y rápida que permite confirmar la presencia de esta nueva enfermedad en las variedades a evaluar.



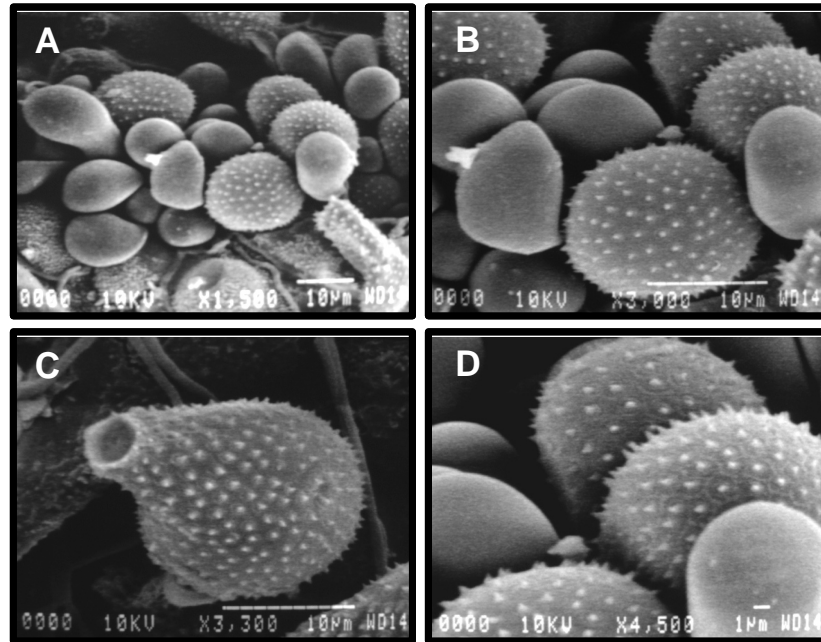
**Figura 1.** Lesiones en las hojas y observaciones de uredosporas al microscopio de luz (A) (B) y (C) Roya naranja en la variedad CC 01-1884 (D) (E) y (F) Roya café en la variedad CC 85-92.

### MICROSCOPIA ELECTRÓNICA

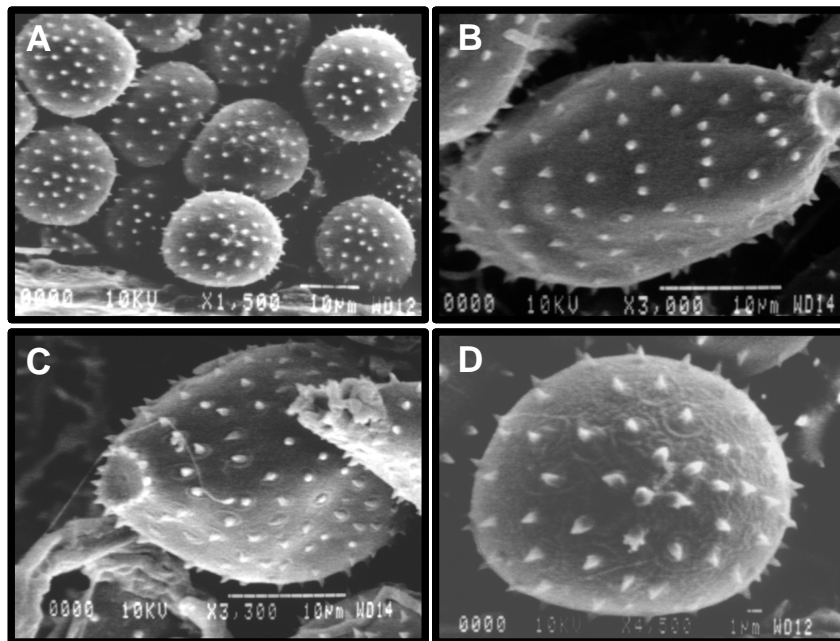
Muestras de cada una de las lesiones fueron llevadas a la Unidad de Virología del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) para ser observadas al microscopio electrónico de barrido (SEM) y confirmar sus diferencias. En este procedimiento se contó con la colaboración del Dr. Cristian Olaya.

Los resultados muestran (Figura 2 y 3) claras diferencias entre las dos especies, tal como lo referencia Virtudazo *et al.*, (2001a). En *Puccinia melanocephala* los parafisos fueron abundantes y las uredosporas con densa equinulación en CC 85-92; las espinas son más cortas pero más abundantes (Figura 2). Mientras que en las lesiones en CC 01-1884 los parafisos están ausentes en el uredinio (pústula) y las uredosporas presentan una moderada equinulación menos densa con espinas un poco más largas, como lo describe Virtudazo *et al.* (2001a) para la especie *P. kuehnii* (Figura 3).

A partir de las imágenes de SEM se determinó el tamaño de las uredosporas mediante el software *ImageJ* (<http://rsd.info.nih.gov/ij>). Las uredosporas de la roya café oscilaron entre 25.6 y 32.4  $\mu\text{m}$  de largo por 16.8 y 19.7  $\mu\text{m}$  de diámetro; mientras que las uredosporas de roya naranja fueron más grandes presentando medidas entre 27.3 y 39.2  $\mu\text{m}$  de largo por 16.7 y 21.2  $\mu\text{m}$  de diámetro, resultados semejantes a los obtenidos por Ryan y Egan (1989) y Virtudazo *et al.* (2001a) para los dos patógenos *P. melanocephala* y *P. kuehnii* respectivamente.



**Figura 2.** Fotografías en SEM (*Scanning Electron Microscope*) de lesiones de roya café en la variedad CC 85-92 (A) (B) y (D). Uredinio mostrando abundantes parafisos entre las uredosporas (C) Uredospora.



**Figura 3.** Fotografías en SEM de lesiones de roya naranja en la variedad CC 01-1884 (A) Uredinio en ausencia de parafisos entre las uredosporas (B) (C) y (D) Uredospora.

### DIAGNÓSTICO MOLECULAR

Se empleó la metodología propuesta por Virtudazo *et al.*, (2001b) en la cual se amplifican secuencias conservadas del ADN ribosomal de roya (ADNr) a partir

de extracto crudo de esporas. La amplificación de ADN se realizó mediante PCR convencional, citados por algunos autores en roya de la caña de azúcar: NL1/NL4 (Virtudazo *et al.*, 2001b) y PK2-1F / PK2-1B, PK1-1F / PK1-1B (Virtudazo *et al.*, 2001c).

Los resultados del diagnóstico molecular no han amplificado los resultados esperados, no siendo posible todavía diferenciar molecularmente los dos patógenos. Adicionalmente se realizaron pruebas de PCR partiendo de la extracción del ADN genómico de hojas de caña con lesiones de roya, hasta el momento no se han encontrado resultados semejantes a los citados por Virtudazo *et al.*, (2001b) y Virtudazo *et al.*, (2001c).

Como estrategia en el diagnóstico de las dos especies se planea optimizar la metodología de PCR en tiempo real empleando iniciadores y sondas específicas con LNA (*Locked nucleic acids*) para *P. melanocephala* y *P. kuehnii* generadas a partir de secuencias ITS1, ITS2 y 5.8s del ADNr Glynn *et al.*, (2010); esta metodología permitirá diferenciar molecularmente de manera específica las dos especies de roya en caña. De igual manera se estandarizará la técnica PIRA-PCR (Primer Introduced Restriction Análisis-PCR) que permite detectar un SNP (Single Nucleotide Polymorphism) en *P. kuehnii* asociado con la distribución geográfica (Glynn *et al.*, 2010). Estos iniciadores específicos y las sondas citadas ya fueron solicitados a las casas comerciales IDT® (Integrated DNA Technologies) y Exiqon®.

## **INSPECCIÓN DE CAMPO DE LA ENFERMEDAD**

### **Prueba regional serie 2001 zona húmeda**

Se realizaron visitas a las pruebas regionales en plantilla de la serie 2001 de zona húmeda localizadas en los ingenios Incauca, hacienda Cachimbalito 24, de 11 meses de edad (a Julio 2010); Riopaila Castilla (planta Castilla), hacienda Reporter 190, (14 meses); Riopaila Castilla (planta Riopaila), hacienda Valparaíso 140 (12 meses); Sancarlos, hacienda Argelia 422 A (11.8 meses) y Risaralda Santa Lucia 12Z, 1ª. soca, de 4 meses de edad. En todos los sitios se evaluó la tercera hoja en tallos de cada variedad; en cada hoja se determinó el tipo de pústula o reacción (R) (escala de 1-9, donde 1 es reacción de resistencia y 9 de susceptibilidad) y se estimó el porcentaje de incidencia (I) del daño (0-100) de acuerdo con las pautas definidas por Purdy y Dean (1980). Cada parcela fue evaluada y muestras de hojas fueron llevadas al laboratorio para evaluación y confirmación morfológica.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados encontrados en las inspecciones realizadas en las pruebas regionales realizadas entre el 19 y 23 de Julio de 2010. En la evaluación en Incauca, hacienda Cachimbalito, se observó una baja incidencia (R=5, I=2) de la roya naranja en la variedad CC 01-1884 en la tercera hoja con cuello visible; en la variedad CC 01-1866 se presentó la enfermedad en baja incidencia en las hojas bajas. En la CC 85-92 solo se observó roya café en una incidencia de 1 % con reacción 5. En el Ingenio La Cabaña, hacienda La Cabaña 25D, solo se evaluó la variedad CC 01-1884,

mostrando en esta prueba una alta incidencia de roya naranja del 15 % y una reacción de 7, estas fueron las primeras muestras observadas al microscopio.

**Cuadro 1.** Evaluación de la roya naranja de las pruebas regionales de la serie 2001 para zona húmeda. R=Reacción, I=Incidencia.

Variedad	Incauca				Cabaña				Riopaila				Sancarlos				Castilla				Risaralda							
	RC <sup>1/</sup>		RN <sup>2/</sup>		RC		RN		RC		RN		RC		RN		RC		RN		RC		RN					
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I				
CC 01-1817	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC 01-1866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	0	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
CC 01-1884	0	0	5	2	0	0	7	15	0	0	5	1	0	0	5	15	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	0	0
CC 01-1922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC 01-1940	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CC 85-92	5	3	0	0	5	6	0	0	5	7	0	0	5	10	0	0	5	5	0	0	5	2	0	0	5	2	0	0

**RC1/**: Roya Café, evaluación entre los 4 y 6 meses de edad

**RN2/**: Roya Naranja, evaluación realizada el 21 de julio de 2010, a una edad de 11-14 meses.

En Riopaila, hacienda Valparaíso 140, la incidencia de la enfermedad fue menor y solo se presentó en la variedad CC 01-1884 en baja incidencia 1-2 % y reacción 5. No se observó en las demás variedades. La CC 85-92 solo presento roya café (R=5 I=1). En el Ingenio Sancarlos, hacienda Argelia 422<sup>a</sup>, se observó la enfermedad en las variedades CC 01-1884 y CC 01-1866 con reacción 5 en ambos casos e incidencias del 15 y 5 %, respectivamente; en la CC 85-92 solo se observó la presencia de roya café en baja incidencia. En Castilla, hacienda Reporter 190 se presentó alta incidencia de la roya naranja en la variedad CC 01-1884 (R=7, I=15), muy semejante a lo observado en el Ingenio La Cabaña; la CC 01-1866, presentó baja incidencia (R=5, I=2). En el resto de variedades no se observó la enfermedad. La CC 85-92 solo presentó baja incidencia de roya café (R=5, I=2). En el Ingenio Risaralda, hacienda Santa Lucia 12Z solo se encontró roya café en la variedad CC 85-92 en baja incidencia (R=5, I=2).

En todas las pruebas regionales se comprobó la presencia de la enfermedad mediante evaluación morfológica. Una vez se cosechen estos experimentos se debe hacer el seguimiento en soca con el fin de evaluar la incidencia de la roya naranja, especialmente en las variedades que la presentaron en plantilla. Las variedades CC 01-1884 y CC 01-1866 se eliminaron de las diferentes pruebas regionales.

### **Evaluación de semilleros de variedades CC en lote comodato**

Hasta el momento se han evaluado 54 parcelas de semilleros de variedades seleccionadas para pruebas regionales para zona de piedemonte y zona semiseca, localizados en el lote de comodato en Riopaila Castilla (planta Castilla), a los 7 y 12 meses de edad y en 1<sup>a</sup> y 2<sup>a</sup> soca (Cuadro 2). En todos los sitios se evaluó la tercera hoja en tallos de cada variedad; en cada hoja se determinó el tipo de pústula o reacción (escala de 1-9, donde 1 es reacción de resistencia y 9 de susceptibilidad) y se estimó el porcentaje de incidencia del

daño (0-100) de acuerdo con las pautas definidas por Purdy y Dean (1980). Cada parcela fue evaluada y muestras de hojas fueron llevadas al laboratorio para evaluación y confirmación morfológica.

**Cuadro 2.** Evaluación de la roya café y roya naranja en semilleros localizados en el lote de comodato, en Riopaila Castilla (planta Castilla). R=Reacción, I=Incidencia.

Parcela	Variedad	Área (ha)	Edad (meses)	Número de corte	Roya		
					Reacción	Incidencia (%)	Tipo de roya
1	CC 01-746	0.015	7	1a Soca	5	1	Roya Naranja (RN)
2	CC 91-1590	0.030	7	1a Soca	0	0	
3	RB 73-2223	0.030	7	1a Soca	5	4	RN
4	CCSP 89-43	0.030	7	1a Soca	5	5	Roya Café (RC)
5	CC 99-2461	0.030	7	1a Soca	0	0	
6	CC 93-7711	0.015	7	1a Soca	4	2	RC
7	CC 00-3079	0.015	7	1a Soca	0	0	
8	CC 95-5992	0.015	7	1a Soca	4	5	RC
9	CC 84-56	0.015	7	1a Soca	5	5	RC
10	CC 91-1606	0.015	7	1a Soca	0	0	
11	PR 67-1070	0.015	7	1a Soca	5	10	RC
12	CC 00-3867	0.015	7	1a Soca	0	0	
13	CO 421	0.015	7	1a Soca	0	0	
14	CC 04-707	0.015	7	1a Soca	5	1	RN
15	CC 85-92	0.015	7	1a Soca	5	8	RC
16	CC 00-3771	0.015	7	1a Soca	0	0	
17	CC 00-3403	0.015	7	1a Soca	0	0	
18	CC 00-3885	0.015	7	1a Soca	0	0	
19	PR 75-2002	0.015	7	1a Soca	0	0	
20	CC 00-3614	0.015	7	1a Soca	0	0	
21	CC 00-3755	0.015	7	1a Soca	0	0	
22	CC 00-3870	0.015	7	1a Soca	0	0	
23	CC 04-627	0.015	7	1a Soca	0	0	
24	CC 04-656	0.015	7	1a Soca	0	0	
25	CC 04-599	0.015	7	1a Soca	5	1	RN
26	CC 04-849	0.015	7	1a Soca	0	0	
27	CC 98-997	0.015	7	1a Soca	5	1	RN
28	CC 01-183	0.015	7	1a Soca	5	1	RN
29	CC 01-336	0.015	7	1a Soca	0	0	
30	CC 01-399	0.015	7	1a Soca	5	2	RN
31	CC 98-426	0.015	7	1a Soca	5	7	RN
32	CC 01-86	0.015	7	1a Soca	5	12	RN

*Continúa*

**Cuadro 2.** Continuación

Parcela	Variedad	Área (ha)	Edad (meses)	Número de corte	Roya		
					Reacción	Incidencia (%)	Tipo de Roya
33	CC 04-667	0.015	7	1a Soca	0	0	
34	CC 04-884	0.015	7	1a Soca	0	0	
35	CC 85-92	0.015	7	1a Soca	5	6	RC
36	CC 98-615	0.015	7	1a Soca	0	0	
37	CC 99-2455	0.015	7	1a Soca	0	0	
38	CC 99-2493	0.015	7	1a Soca	0	0	
39	CC 84-75	0.030	7	1a Soca	5	5	RC
40	CC 98-1124	0.015	7	1a Soca	0	0	
41	CC 01-385	0.015	7	1a Soca	0	0	
42	CC 00-3012	0.015	7	1a Soca	0	0	
43	CC 00-3257	0.015	7	1a Soca	0	0	
44	SP 71-6949	0.030	7	1a Soca	5	5	RC
ZSS 45	CC 01-746	0.06	12	2a Soca	5	2	RN
46	CC 00-3068	0.06	12	2a Soca	5	10	RN
47	CC 96-6839	0.06	12	2a Soca	5/5	5/2	RN Y RC
48	CC 01-1789	0.06	12	2a Soca	5/5	5/7	RN Y RC
49	CC 97-7565	0.06	12	2a Soca	5	12	RN
50	CC 00-2924	0.06	12	2a Soca	0	0	
51	CC 97-7170	0.06	12	2a Soca	5/5	1/7	RN Y RC
52	CC 01-1484	0.06	12	2a Soca	5	3	RN
53	CC 01-1236	0.06	12	2a Soca	0	0	
54	CC 00-3079	0.06	12	2a Soca	0	0	

Los resultados de las evaluaciones han mostrado que 12 variedades fueron positivas solo para roya naranja, tres variedades presentaron las dos enfermedades y ocho presentaron solo roya café. Las variedades CC 01-746 (2 veces), RB 73-2223, CC 04-707, CC 04-599, CC 98-997, CC 01-183, CC 01-399, CC 01-86, CC 97-7565, CC 98-426, CC 01-1484 y CC 00-3068 mostraron roya naranja con incidencias entre el 1 y 12 % con reacción 5 (Cuadro 2). Las variedades CC 96-6839, CC 01-1789 y CC 97-7170 presentaron las dos especies de roya cuando se realizaron las evaluaciones morfológicas (Figura 1, Cuadro 2). Las variedades CCSP 89-43, CC 93-7711, CC 95-5992, CC 84-56, PR 67-1070, CC 85-92 (2 Veces), CC 84-75 y SP 71-6949 presentaron roya café con incidencias entre el 5 y 10 % y con reacción entre 4 y 5 (Cuadro 2). Todas las muestras positivas fueron confirmadas mediante evaluación morfológica. Quedan pendientes por evaluar 90 parcelas de semilleros establecidos en el lote de comodato.

### **Evaluación de Banco de Germoplasma**

Cenicaña tiene en su banco de germoplasma más de 1400 variedades tanto importadas de varios sitios del mundo como producidas en Colombia, las cuales están sembradas en la estación experimental de San Antonio de los

Caballeros, estas variedades serán evaluadas cuando cumplan 4 meses de edad, para determinar cuales tienen la nueva enfermedad. En todas las parcelas se evaluará la tercera hoja en tallos de cada variedad; en cada hoja se determinará el tipo de pústula o reacción (escala de 1-9, donde 1 es reacción de resistencia y 9 de susceptibilidad) y se estimará el porcentaje de incidencia del daño (0-100) de acuerdo con las pautas definidas por Purdy y Dean (1980). Cada parcela se evaluará y muestras de hojas se llevarán al laboratorio de fitopatología para confirmación morfológica.

## **EVALUACIÓN EN VARIEDADES COMERCIALES Y PROMISORIAS**

### **Incidencia de la roya en variedades CC (2007-2010)**

Teniendo en cuenta la presencia de roya café en variedades CC, tales como CC 85-92, CC 84-75, CC 92-2804, CC 93-3895 se realizaron seguimiento e inspecciones a lotes afectados de ingenios y proveedores desde el año 2007 hasta el momento.

Respondiendo a las solicitudes de los ingenios y proveedores durante el 2007 se visitaron 25 suertes de los ingenios Manuelita, Risaralda, Sicarare, Providencia, Incauca, María Luisa y Mayagüez y se realizó la evaluación de la roya café en esos sitios. La enfermedad en la CC 93-3895 presentó reacción 5 con incidencias entre 5 y 15 %. La mayor incidencia se observó en las suertes Santa Anita 31A y 27 B de ingenio Manuelita que fue del 15 % atribuido principalmente a las condiciones climatológicas de los sitios. La CC 85-92 se evaluó en la hacienda El Edén proveedor de Providencia con edades de 4, 7, 8, 9, 10, y 11 meses presentando incidencias del 1 al 2 % con reacción 3 o 4. Igualmente se evaluaron las suerte Novillera 12A de 11 meses y Novillera 12 de 3.5 meses en el ingenio Incauca, Remolinos (8 meses) del ingenio María Luisa y Zipango proveedor del ingenio Riopaila (4 meses) con incidencias no mayores del 1 % y reacción entre 3 y 4.

En el 2008 se evaluaron cultivos de 29 haciendas de los ingenios Cabaña, Castilla, Incauca, Sancarlos, Providencia, Mayagüez, Carmelita, Riopaila y proveedores y se determinó la incidencia de la roya café en campos entre los 2 y 12 meses de edad de diferentes variedades para uso comercial o semillero. En general, la incidencia de la roya en la CC 85-92 no fue mayor al 8% con reacción 5 en edades de 4 a 6 meses; en edades menores o mayores, la incidencia fue menor. En la CC 84-75, la mayor incidencia fue de 10% con reacción 5 a la edad de 4.6 meses en el Ingenio Riopaila. La mayor incidencia de roya café en la CC 93-3895 fue en el ingenio Sancarlos con 15 % y reacción 5. La mayor reacción e incidencia de roya se observó en MZC 74-275 con 20% y reacción 6. En ese año, previendo la presencia de roya naranja en Centro América, se enviaron once muestras de hoja con síntomas de roya al USDA-USA de las variedades MZC 74-275, CC 94-5827, CC 93-3895, CC 85-92, CC 84-75 y CC 94-5446, tomadas en los ingenios Castilla, Sancarlos, Providencia y Sicarare para ser analizadas molecularmente para la presencia de la roya naranja. Los resultados mostraron la presencia solo de roya café y ausencia de la roya naranja.

Durante el 2009 se realizaron visitas a 21 haciendas de los ingenios Castilla, Sancarlos, Manuelita, Providencia, Riopaila, Risaralda y proveedores con siembras de las variedades CC 85-92, CC 84-75 y CC 93-3895. En cada suerte se evaluó la reacción e incidencia de la roya café en 20 hojas tomadas al azar. Se evaluaron suertes entre los 2 y 11 meses de edad de diferentes zonas para uso comercial o semillero. En general la incidencia de la roya en la CC 85-92 estuvo por debajo del 2 % con reacción tipo 4 a edades de 2 a 8 meses. En la CC 84-75 la mayor incidencia fue de 2%, con grado 5 de reacción a edades de 3 a 5 meses. La mayor incidencia en la CC 93-3895 fue de reacción tipo 5 e incidencia del 8 % a edades entre 4 y 6 meses.

En el primer semestre del 2010 se han evaluado 30 haciendas de los ingenios Incauca, Riopaila, Castilla, Manuelita, Mayagüez, La Cabaña, Sancarlos, Pichichí, Providencia y proveedores sembrados con las variedades CC 85-92, CC 84-75, CC 01-1228, CC 93-3826, CC 01-1940, CC 92-2804, CC 01-678 y CC 93-4418 y semilleros de variedades de la serie 92, 94, 00, 01, 03, 04, 05 y 06. En cada suerte se evaluó principalmente la reacción e incidencia de la roya café. Se evaluaron suertes entre los 3 y 7 meses de edad.

En promedio la incidencia de la roya café en la CC 85-92 ha sido del 10 % con reacción tipo 5, aunque en algunos lotes estas incidencias han sobrepasado a más del 15 % con reacción igual o superior a 5. En la CC 84-75 la mayor incidencia fue de 10 % con grado 5 de reacción. En la CC 92-2804 la roya se presentó con reacción tipo 5 e incidencia del 10 %. La variedad CC 01-1228 ha presentado baja incidencia de roya en semilleros y lotes comerciales (R=5, I=4). Las variedades CC 06-783 y CC 00-4292 presentaron susceptibilidad a la roya café e igualmente CC 94-5827 (R=7, I=20). De todos los lotes donde se encontraba roya café se llevaron muestras al laboratorio de Fitopatología de CENICAÑA para determinar la especie de roya en el microscopio de luz, los resultados hasta el momento han mostrado la presencia sólo de la roya café (*Puccinia melanocephala*) en todas las evaluaciones realizadas. Las variedades CC 93-3826, CC 93-4418, CC 93-4181 y CC 01-1940 no han presentado ningún tipo de roya en las evaluaciones hasta ahora realizadas.

Debido a la presencia de la roya naranja se deben programar inspecciones en los diferentes ingenios y proveedores, especialmente de las variedades promisorias, tales como CC 92-2804, CC 93-4418, CC 93-4181, CC 93-3826, CC 93-3895, CC 97-7170, CC 00-3079, CC 01-1228, CC 01-678, CC 01-1940, entre otras.

### **EFFECTO DE ENFERMEDAD EN LA PRODUCCIÓN**

Para determinar el efecto de la enfermedad en la producción se deben hacer comparaciones entre parcelas sin la enfermedad y parcelas enfermas, para ello se debe aplicar un fungicida que sea efectivo para controlar el problema. Ovalle *et al.*, (2009) aplicó en intervalos de 10 días para controlar la roya un fungicida cuyo ingrediente activo es el Cyproconazole el cual ha sido efectivo

para el control de la enfermedad. Estas aplicaciones deben hacerse hasta lo 5 a 6 meses, dependiendo de la incidencia de la enfermedad.

En todos los sitios se evaluará mensualmente la tercera hoja en tallos de la(s) variedad(es) susceptible(s); en cada hoja se determinará el tipo de pústula o reacción (escala de 1-9, donde 1 es reacción de resistencia y 9 de susceptibilidad) y se estimará el porcentaje de incidencia del daño (0-100) de acuerdo con las pautas definidas por Purdy y Dean (1980). Después de los 10 meses de realizarán evaluaciones de diámetro, número de tallos en 1 metro, y altura hasta cosecha. Cada tratamiento se llevara a cosecha donde se evaluarán rendimiento y producción para determinar si se encuentra algún efecto debido a la enfermedad.

## **MANEJO DE LA ENFERMEDAD**

### **Fertilización, Control químico y Prácticas culturales**

Se realizarán experimentos teniendo en cuenta prácticas en fertilización con base en productos nitrogenados, época de aplicación y dosis, igualmente se probarán diferentes productos fungicidas para el control de royas de acuerdo con lo que haya en el mercado. Estos experimentos serán con diseño de bloques al azar de seis surcos de 100 m por repetición y tres repeticiones; las aplicaciones se harán mensualmente y hasta que la incidencia en campo en el testigo sea baja. Se realizarán evaluaciones de reacción e incidencia de la enfermedad (Purdy y Dean, 1980). Después de los 10 meses de realizarán evaluaciones de diámetro, número de tallos en 1 metro, y altura hasta cosecha. Cada tratamiento se llevará a cosecha donde se evaluarán rendimiento y producción para determinar si se encuentra algún efecto debido a la enfermedad.

### **Resistencia a roya naranja en diferentes estados de selección**

Para la realización de la prueba de resistencia, se sembrarán con 3-4 meses de anticipación las plántulas en bolsas o macetas plásticas, en condiciones de invernadero semilla vegetativa de variedades susceptibles a roya naranja. La inoculación se hará naturalmente con roya naranja en condiciones de terrazas, colocando entre ellas las plantas susceptibles a la enfermedad y con presencia de las pústulas características (p.e. CC 01-1884). Las plantas enfermas liberarán naturalmente las esporas que al caer infectan aquellas plántulas que sean susceptibles a la enfermedad. Se colocarán entre 10 y 20 plantas enfermas por terraza, para una mejor carga de inóculo. Las plántulas fuente de inóculo permanecerán en medio de los cruzamientos para posteriormente descartarlas.

Las plántulas inoculadas se dejarán en condiciones de terraza por dos a tres meses para luego realizar la evaluación respectiva, se descartarán todas las plántulas que tengan alta incidencia de roya naranja. Se realizarán las evaluaciones rutinarias en los estados I, II, III, pruebas regionales y semilleros.

### **Capacitación de técnicos y personal de campo de ingenios y fincas de proveedores**

Se impartirá capacitación a ingenieros agrónomos, personal de campo y proveedores de caña con el fin que conozcan la afección. Esta capacitación se hará mediante conferencias explicativas en foros, reuniones de los Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT), charlas y salidas de campo.

Se distribuirá en todas las fincas un afiche ilustrativo de la enfermedad, una tarjeta de bolsillo y folleto divulgativo donde se explicará todo con respecto a la enfermedad, su distribución, importancia y manejo.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Barbasso D., Jordao H., Maccheroni W., Boldini J.y Sanguine A. 2010. First report of *Puccinia kuehnii* causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil. Plant Disease. In Press.

Comstock, J. C., Sood, S.G. and Glynn, N. C. First Report of *Puccinia kuehnii*, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane, in the United States and Western Hemisphere. 2008. Plant Disease 92(1):175

Chavarría, E., Subirós, F., Vega, J., Ralda, G., Glynn, N.C., Comstock, J.C. and Castlebury L.A. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Costa Rica and Nicaragua. 2009. Plant Disease 93(4):425.

Díaz O. A., Barroso F. J., Díaz F. Martín E. L., Pérez L., Alfonso I., Pérez J. y Barroso J. 2010. Presencia de la roya naranja *Puccinia kuehnii* (Kruger) Butler en áreas experimentales de caña de azúcar de la región Central de Cuba. Fitosanidad 14(2):83-89.

Flores, R. C., Loyo, J. R., Ojeda, R. A., Rangel, O.C.A., Cerón, F.A., Márquez, W., Guerra-Moreno, A.S., Hernandez-Ibarra, H.M., González, R.E., Castlebury, L.A., Dixon, L.J., Glynn, N.C., Comstock, J.C., Flynn, J. and Amador, J. First Report of Orange Rust of Sugarcane Caused by *Puccinia kuehnii* in Mexico. 2009. El Salvador, and Panama. Plant Disease 93(12):1347.

Glynn, N.C., Dixon, L.J., Castlebury, L.A., Szabo, L.J., Comstock, J.C. 2010. PCR assays for the sugarcane rust pathogens *Puccinia kuehnii* and *P. melanocephala* and detection of a SNP associated with geographic distribution in *P. kuehnii*. Plant Pathology. 59:703-711.

Magarey, R.; Staier, T.; Bull, J.; Croft, B. and Willcox, T. 2005. The Australian sugarcane orange rust epiphytotic. ISSCT. Proceedings. XXV congress. Guatemala. pp. 648-653.

- Ovalle, W., Comstock, J.C., Glynn, N.C., and Castlebury, 2008. L.A. First Report of *Puccinia kuehnii*, Causal Agent of Orange Rust of Sugarcane, in Guatemala. *Plant Disease* 92(6):973.
- Ovalle W., Orozco H., Quemé J., Melgar M. y García S. 2009. La roya naranja en Guatemala y estrategias para su manejo. [www.SugarJournal.com](http://www.SugarJournal.com)
- Purdy, L.H. y Dean J.L. 1980. Un sistema para registrar los datos sobre las interacciones entre la roya de la caña de azúcar y el hospedero. p.177-180. En: Seminario Interamericano de la Caña de Azúcar, 1. Enfermedades de la caña de azúcar. Memorias. Miami, 8-10 octubre, 1980. Vanguard, Miami.
- Ryan C.C. y Egan B.T. 1989. Roya. Capítulo XIII Diseases of Sugarcane. 387p.
- Virtudazo, E. V., Nojima, H. y Kakishima, M. 2001a. Taxonomy of *Puccinia* species causing rust diseases on sugarcane. *Mycoscience* 42: 167-175.
- Virtudazo, E. V., Nakamura, H. y Kakishima, M. 2001b. Phylogenetic Análisis of Sugarcane rust based on sequences of ITS, 5.8 S rDNA and D1/D2 Regions of LSU rDNA. *Journal General Plant Pathology* 67: 28 - 36.
- Virtudazo, E. V., Nakamura, H. y Kakishima, M. 2001c. Ribosomal DNA-ITS sequence polymorphism in the sugarcane rust, *Puccinia kuehnii*. *Mycoscience* 42: 447-453.