

ACTUALIDAD DEL COMPORTAMIENTO DE LA ROYA NARANJA (*Puccinia kuehnii*) EN COSTA RICA.

Erick Chavarría Soto¹

RESUMEN

La roya naranja de la caña de azúcar (*Puccinia kuehnii*) ingresó a Costa Rica en julio del 2007, pero no fue hasta noviembre del mismo año en que se pudo confirmar la presencia de la enfermedad. Afectó principalmente a la SP71–5574 en la Región Sur y a la SP79–2233 en la Región de San Carlos. El impacto económico se sintió más en la Región Sur en la SP71–5574, que ocupaba el 97% del área local, y el 8,75% del total nacional. Actualmente se está observado un comportamiento diferenciado entre regiones con características y variedades muy distintas; donde materiales genéticos que al inicio mostraron resistencia a la enfermedad, en este momento están registrando niveles de severidad que en algunos casos genera alarma. Un ejemplo lo constituye la variedad CP 72-1210 que ha mostrado niveles de severidad entre 2,5 y 11% de área foliar afectada (AFA) en la hoja +3 en la zona de Cañas, Guanacaste; y la Región de Puntarenas. En este caso los ataques se favorecen con el estado de floración de la caña. El caso más relevante lo constituye la variedad H77–4643 en la zona alta (700 – 1.500 msnm) de la Región de Turrialba; que registra niveles de severidad que superan al 30%, y pérdidas estimadas (pendientes de verificar) de 4,66% en el tonelaje mediante la aplicación de modelos matemáticos biométricos. Este porcentaje de pérdidas en la H77-4643 se considera que no es estadísticamente significativo en relación al historial de producción de la zona, y desde el punto de vista económico se considera aceptable.

INTRODUCCIÓN

Con el ingreso de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en julio del 2007, se generó un clima de incertidumbre a nivel nacional acerca de cuál sería el comportamiento de las diferentes variedades en las condiciones de las distintas regiones cañeras del país; y para agosto del 2007 ya se exponía una situación grave en la Región Sur del país con la variedad SP71–5574 (CHAVARRIA, 2008).

Ante la sorpresiva reacción de susceptibilidad de las variedades SP71–5574 y SP79–2233 ante la enfermedad, y los reportes de otros países de reacciones de sensibilidad de la

¹ LIGA AGRÍCOLA INDUSTRIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR (LAICA), Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Santa Gertrudis Sur, Grecia. Tels.: 2494-1129, 2494-2955, 2494-7455. Fax (506) 2494-4451. E – mail: echavarría@laica.co.cr.

variedad CP72–2086; se llevaron a cabo pruebas de para determinar la interacción de la roya naranja con las diferentes variedades comerciales y promisorias. Los primeros resultados se obtuvieron en el 2008 (Cuadro 1) donde ya se comenzaba a evidenciar que algunas variedades podían desarrollar o experimentar problemas con la roya naranja en el ciclo de caña planta.

Cuadro 1

Resultados preliminares del comportamiento en caña planta de 72 variedades comerciales y promisorias provenientes de las diferentes regiones cañeras de Costa Rica, al ataque de la roya naranja en la localidad de La Fortuna, San Pedro, Pérez Zeledón, en el año 2008.

Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3
B59-92	-	H83-7206	-	LAICA 04-33	-	PR80-2038	-
B76-259	-	H87-5794	1	LAICA 04-44	-	Q 96	1
B76-385	-	H93-4398	-	LAICA 04-46	-	Q124	1
B77-95	1	LAICA 00-301	-	LAICA 04-48	-	Q132	-
B80-689	-	LAICA 01-213	-	LAICA 07-801	-	Q135	-
B82-333	-	LAICA 01-604	-	LAICA 07-807	-	Q138	1
BJ82-119	1	LAICA 02-35	-	LAICA 07-808	1	RB72-1012	6
CP72-1210	-	LAICA 02-36	-	LAICA 07-809	-	RB73-9735	-
CP72-2086	1	LAICA 04-03	-	LAICA 07-811	-	RD75-11	-
CP80-1743	-	LAICA 04-04	-	LAICA 07-812	-	SABORIANA	-
CP87-1248	-	LAICA 04-10	-	LAICA 87-601	-	SP70-1284	-
CP89-2143	-	LAICA 04-22	-	LCP85-384	-	SP71-1406	-
H61-1721	-	LAICA 04-244	-	MEX79-431	-	SP71-3149	-
H74-1715	-	LAICA 04-249	-	NA56-42	20	SP71-5574	30
H75-6208	-	LAICA 04-250	-	NA85-1602	-	SP71-6180	1
H77-2545	-	LAICA 04-256	-	NCO310	-	SP79-2233	15
H77-4643	1	LAICA 04-261	15	NCO376	-	SP81-2068	-
H78-7750	-	LAICA 04-265	20	PINDAR	-	SP82-1176	-

Fuente: Chavarría y Barrantes (2009).

Posteriormente en el 2009 se evaluaron los mismos materiales en caña soca, haciendo un seguimiento del progreso de la enfermedad en el tiempo; los resultados fueron muy reveladores y permitieron en ese momento realizar una clasificación de la reacción de las variedades ante la enfermedad. El Cuadro 2 muestra los resultados obtenidos en donde se destacan en color rojo las variedades susceptibles; en amarillo las variedades medianamente susceptibles y en verde las variedades que mostraron resistencia.

Con los resultados obtenidos era claro hacia dónde se debían orientar los esfuerzos, en lo que a sustitución de variedades se refería. De tal manera que la SP71–5574 que ocupaba el 94 y 97% del área en la Región Sur para los años 2000 y 2007 respectivamente (Chaves *et al.*, 2001 y 2007); para el 2010 se estimaba una reducción del 68,2% en la región. Igualmente la variedad SP79–2233 después de que ocupara más de las 2.400 ha a nivel nacional; prácticamente está desapareciendo del panorama azucarero para hoy día.

Cuadro 2

Roya naranja (*Puccinia kuehnii*): Determinación de la reacción de las variedades comerciales y promisorias de Costa Rica.

Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3	Variedad	Severidad AFA (%) Hoja +3
B59-92	-	H83-7206	-	LAICA 04-33	-	PR80-2038	-
B76-259	-	H87-5794	-	LAICA 04-44	-	Q 96	1,61
B76-385	0,40	H93-4398	-	LAICA 04-46	1,65	Q124	-
B77-95	0,46	LAICA 00-301	0,05	LAICA 04-48	3,10	Q132	-
B80-689	-	LAICA 01-213	-	LAICA 07-801	-	Q135	-
B82-333	-	LAICA 01-604	3,30	LAICA 07-807	-	Q138	1,22
BJ82-119	0,13	LAICA 02-35	-	LAICA 07-808	-	RB72-1012	16,93
CP72-1210	0,52	LAICA 02-36	7,62	LAICA 07-809	-	RB73-9735	18,10
CP72-2086	1,37	LAICA 04-03	-	LAICA 07-811	-	RD75-11	-
CP80-1743	0,75	LAICA 04-04	-	LAICA 07-812	1,14	SABORIANA	-
CP87-1248	-	LAICA 04-10	0,48	LAICA 87-601	-	SP70-1284	-
CP89-2143	-	LAICA 04-22	-	LCP85-384	-	SP71-1406	-
H61-1721	-	LAICA 04-244	-	MEX79-431	-	SP71-3149	3,98
H74-1715	2,75	LAICA 04-249	-	NA56-42	5,04	SP71-5574	31,43
H75-6208	-	LAICA 04-250	-	NA85-1602	-	SP71-6180	3,29
H77-2545	-	LAICA 04-256	-	NCO310	-	SP79-2233	22,35
H77-4643	0,76	LAICA 04-261	2,66	NCO376	-	SP81-2068	0,20
H78-7750	-	LAICA 04-265	16,01	PINDAR	1,09	SP82-1176	0,90

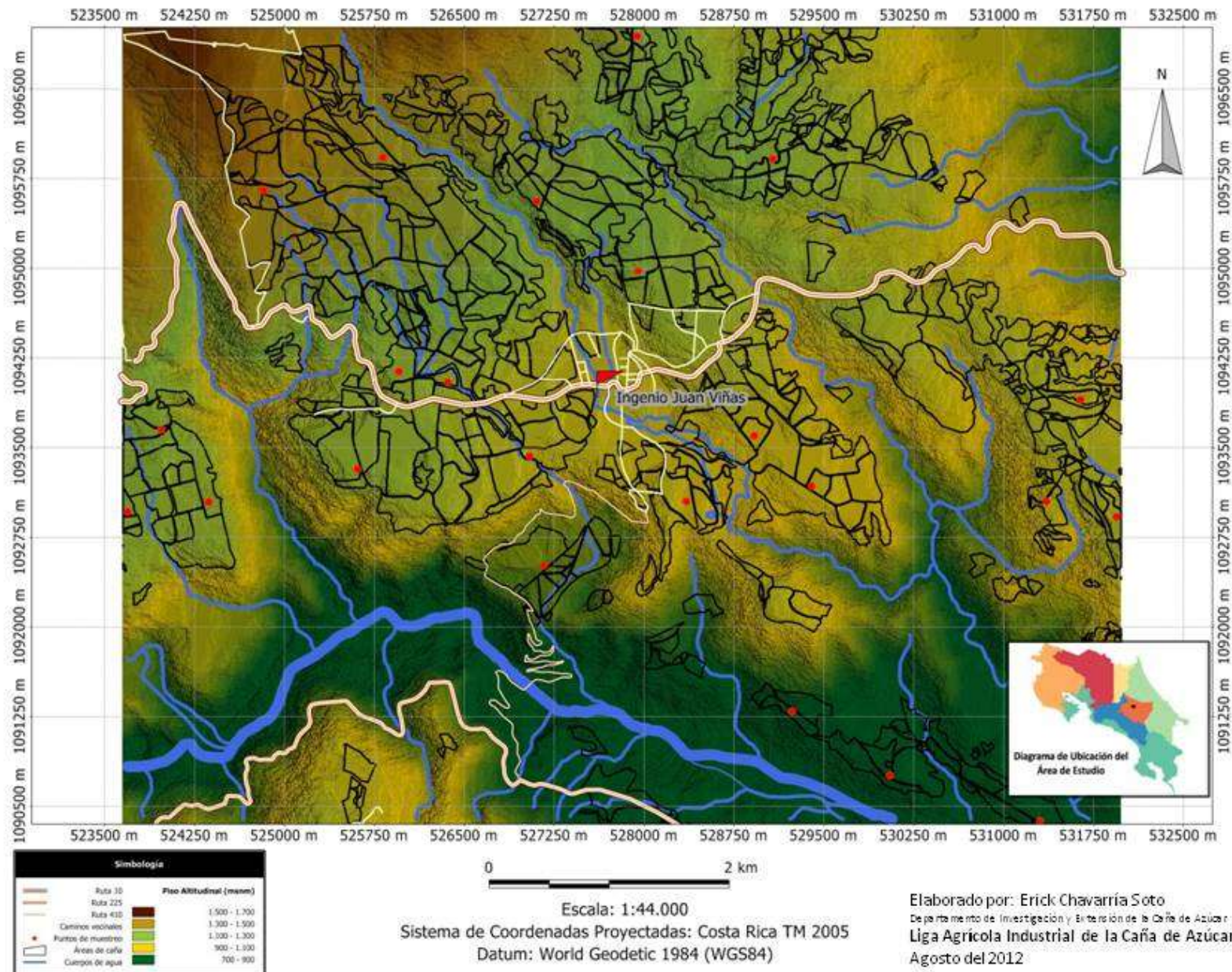
Fuente: Chavarría (2010).

Actualmente el principal objeto de interés es el comportamiento que está teniendo la enfermedad en algunas regiones, con respecto a algunas variedades que han cambiado o están en proceso de cambio de la reacción hacia la enfermedad. El primer caso de inconsistencia con las evaluaciones realizadas se presentó con la variedad B89–1351; que aunque no formó parte de las evaluaciones del 2008 y 2009, se tenía categorizada como resistente a la enfermedad, por lo que se utilizó como alternativa para el remplazo de la SP71–5574 en la Región Sur. Sin embargo en agosto del 2011 se comenzaron a observar brotes severos de roya naranja en plantaciones de semilleros y comerciales de la B89–1351, lo que sumado a otras características poco deseables de la variedad, hicieron que no se tomara más en cuenta como material alternativo como una medida de prevención (Chavarría y Barrantes, 2011).

El segundo caso de importancia en donde hasta la fecha se han determinado niveles importantes de severidad de roya naranja es la zona alta de la Región de Turrialba; una zona de terrenos ondulados donde el área cañera se distribuye en los rangos de piso altitudinal descritos en el Cuadro 3. Predominantemente (84,5% del área) se siembra con la variedad H77–4643 en ciclos de cosecha de 18 a 24 meses. La precipitación total de la zona supera fácilmente los 2.800 mm anuales sin una estación seca bien definida; las temperaturas oscilan entre los 14,9 y 29,3°C con una temperatura media de 22,3°C.

Figura 1

Delimitación del Área de Estudio de la Distribución de la Roya Naranja de la Caña de Azúcar (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Alta de la Región Turrialba. Cantones de Jiménez y Alvarado, provincia de Cartago. Costa Rica.



Cuadro 3

Distribución altitudinal del área cañera de la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica.

Rangos de Altitud (msnm)	Área (ha)	Porcentaje (%)
700–900	114,5	6,5
900–1.100	87,0	4,9
1.100–1.300	1.076,4	61,0
1.300–1.500	459,8	26,0
1.500–1.700	28,2	1,6
Total	1.765,8	100,0

Fuente: Chavarría 2012.

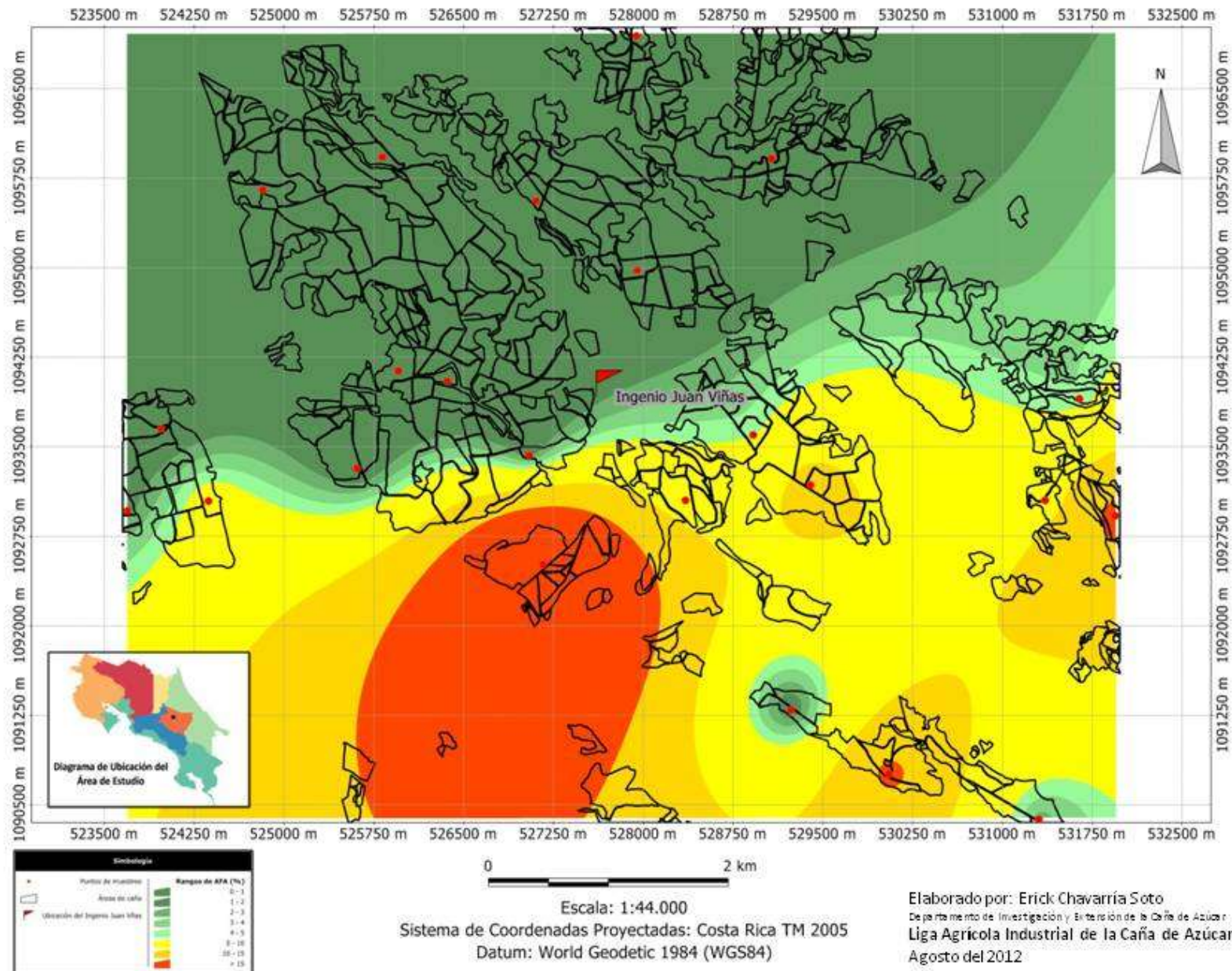
La roya naranja en la zona alta de Turrialba apareció ocasionando ataques de consideración en el año 2010 en la variedad H77–4643, la cual y de acuerdo a los datos del Cuadro 2 presentaba resistencia a la enfermedad. Durante las evaluaciones del 2008 y 2009 la H77–4643 presentó síntomas que eran inferiores al 1% del área foliar afectada (AFA) (Chavarría, 2010).

Según los datos de Chavarría (2012); para finales del año 2011 e inicios del 2012 se realizaron evaluaciones en estaciones de muestreo en la zona alta de la Región de Turrialba para determinar la distribución espacial de la enfermedad, con el objeto de definir zonas de exclusión en las que la H77–4643 se mostrara con menor afección. La Figura 2 corresponde una muestra de los resultados de la distribución de la enfermedad; indica que la roya naranja se distribuye irregularmente en toda la zona, siendo más afectadas las áreas que se encuentran por debajo de los 900 msnm.

Con el objetivo de corroborar el comportamiento obtenido por la roya naranja durante el periodo comprendido entre noviembre del 2011 y enero del 2012; se llevaron a cabo nuevas evaluaciones en estaciones de muestreo en la zona alta de la Región de Turrialba, aplicando la metodología de Chavarría (2012). Adicionalmente, para estimar el posible daño de la enfermedad, se realizaron mediciones biométricas en un lote de primera soca de la variedad H77–4643 de 4 meses de edad con niveles altos de afección, el cual se dividió en dos secciones de las cuales a una se le realizaron 4 aplicaciones de una mezcla de ciproconazol (50 g i.a./ha) + azoxistrobina (100 g i.a./ha producto comercial) + azufre (1,6 kg i.a./ha de producto comercial) a intervalos de 45 días. En ambas secciones se definieron 10 puntos de muestreo de 1 m lineal de surco en los que se realizaron conteos de tallos, y mediciones de grosor y altura.

Figura 2

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehni*) en la Zona Alta de la Región de Turrialba. 24 de enero del 2012.



RESULTADOS

Las condiciones prevalecientes durante el 2012 estimularon que la enfermedad apareciera casi con 1 mes de anticipación con respecto al 2011. También favoreció un incremento en la severidad en relación al periodo anterior de evaluación; la Figura 3 es un ejemplo del comportamiento de la enfermedad en el tiempo para el periodo 2011 – 2012; si se compara con la Figura 4, que también ejemplifica el patrón observado en el periodo 2012 – 2013 se podrá notar que la roya naranja se no sólo se manifestó con anticipación sino que con mayor severidad que el periodo anterior.

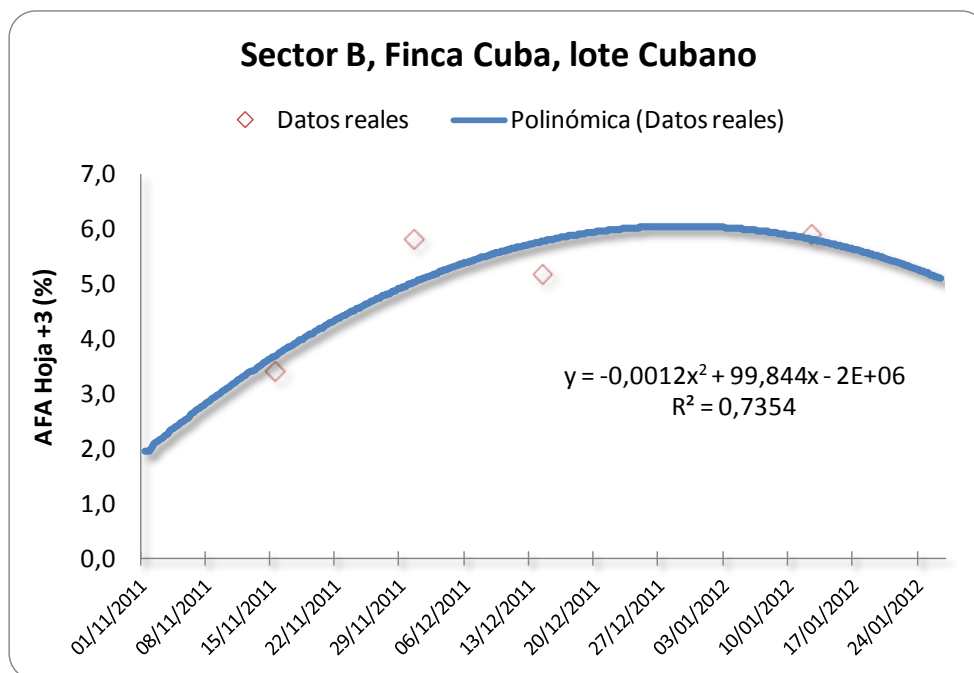


Figura 3

Comportamiento de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica. Periodo 2011–2012. Fuente: Chavarría, 2012.

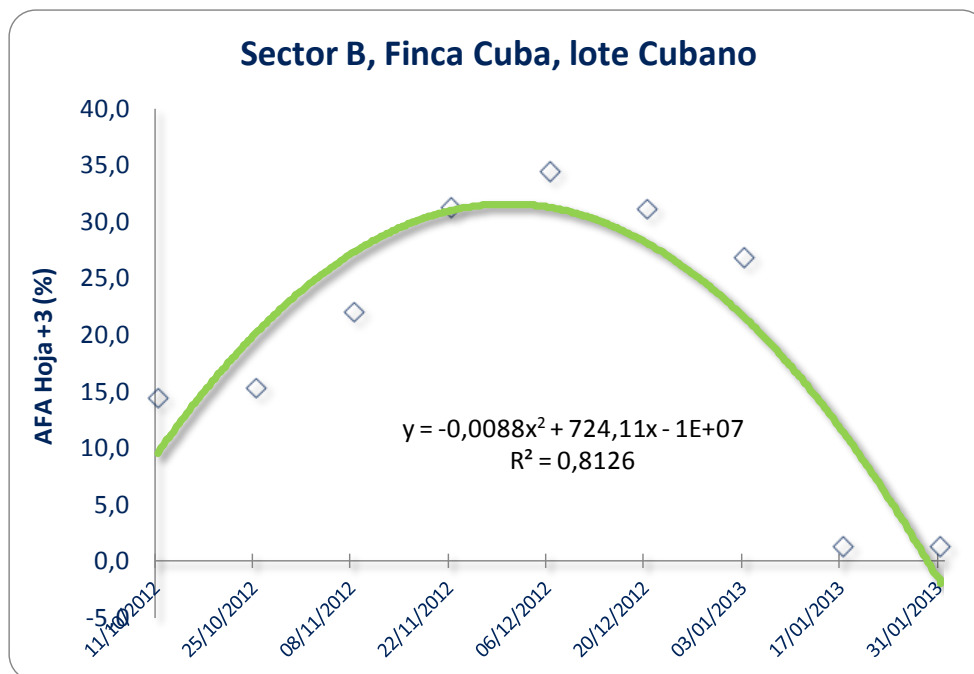


Figura 4

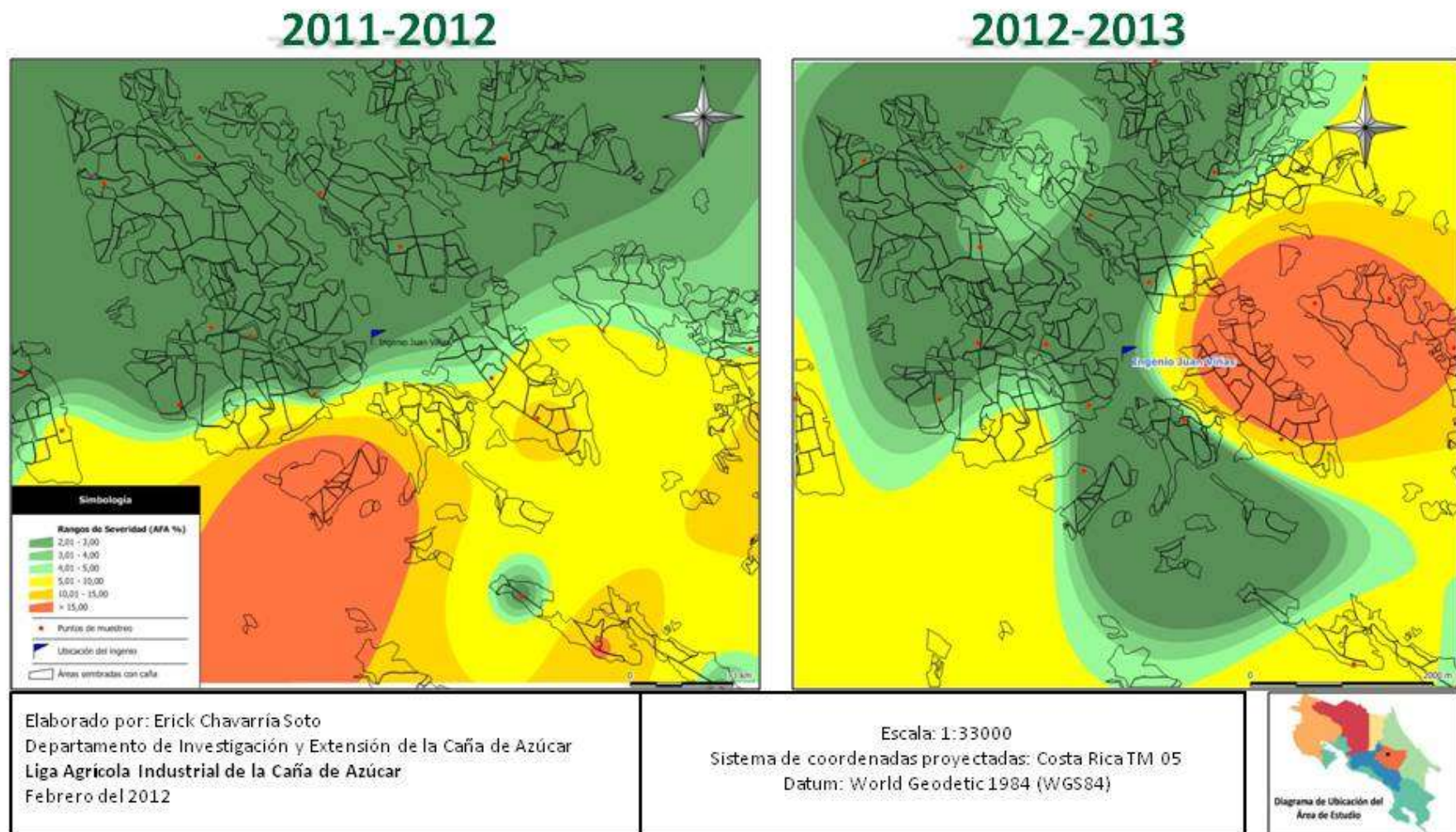
Comportamiento de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica. Periodo 2012–2013.

Además de anticiparse temporalmente en la manifestación y de incrementar la severidad de los síntomas en general; la roya naranja mostró una tendencia a desplazarse a áreas que se encuentran por arriba de los 900 msnm. La Figura 5 ilustra mediante el análisis espacial la distribución de la enfermedad según rango de severidad. Puede notarse el desplazamiento del sector de mayor severidad hacia el Noreste de la zona alta; lo que corresponde a áreas que se encuentran en un rango que va de los 1.000 a los 1.250 msnm. Es oportuno aclarar que esta situación no significa que las áreas que se encuentran a menos de 900 msnm estén eximidas del ataque de la enfermedad o que no presenten altos niveles de severidad; sino que hay una aparente evolución en cuanto a las capacidades de adaptación de la enfermedad, favorecida probablemente por variables o factores climáticos que le favorecen para manifestarse con éxito en sectores que no mostraban típicamente niveles tan elevados de severidad.

Una característica del ataque de la roya naranja reproducible en ambas temporadas de evaluación en esta zona es que, para el caso de la H77–4643, los síntomas tienden a disminuir en severidad hasta el punto de casi desaparecer cuando la edad de los lotes se acerca a los 12 meses, ya sea en caña planta o en soca.

Figura 5

Distribución Espacial del Porcentaje del Área Foliar Afectada (AFA) en la Hoja +3 de la Caña de Azúcar (var. H77-4643) Afectada con Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona de Juan Viñas, Región de Turrialba. 31 de enero del 2013.



La estimación de pérdidas mediante la proyección a partir de variables biométricas reveló resultados interesantes, los cuales deben ser verificados mediante mediciones reales. Se determinó que la enfermedad no afecta el grosor de los tallos en la H77–4643; y el efecto sobre la densidad de tallos por metro lineal de surco no es determinante. No obstante, la altura de los tallos si se ve afectada casi que de manera directamente proporcional a la severidad de los síntomas. La Figura 6 revela el comportamiento de la enfermedad en la sección aplicada con fungicida y la no aplicada, evidenciando diferencias amplias en lo que a la severidad se refiere. Por otro lado, la Figura 7 muestra el comportamiento de la altura de los tallos para las secciones respectivas; donde se observa que la diferencia en altura se va ampliando en el tiempo entre las dos secciones. Ambas fueron analizadas para la obtención de un modelo matemático que represente los comportamientos para poder proyectar y predecir las posibles diferencias en producción.

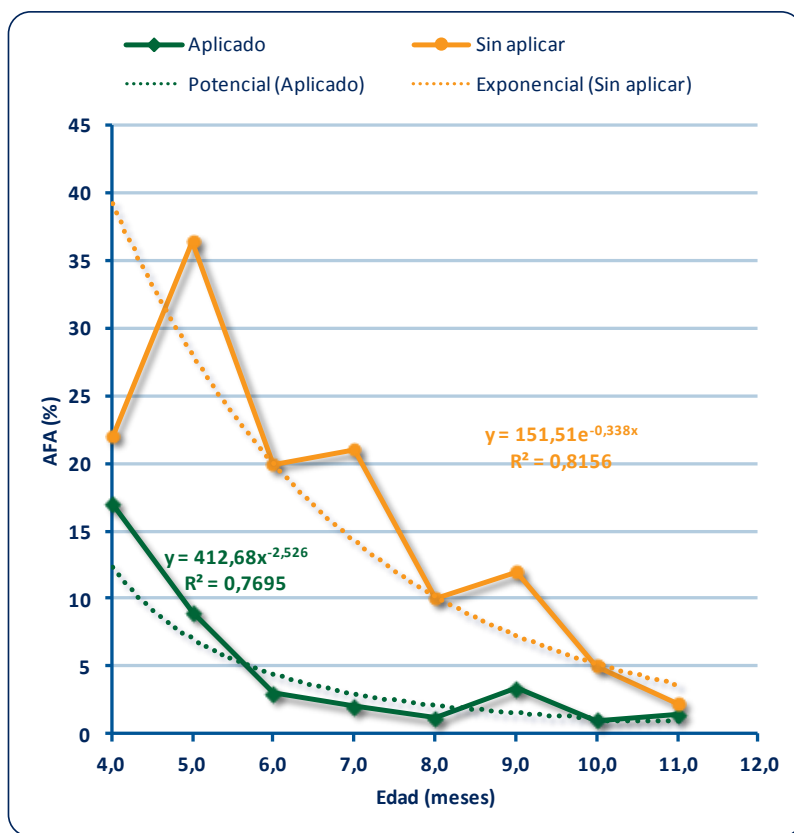


Figura 6

Comportamiento de la severidad de la roya naranja en la variedad H77–4643 en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica.

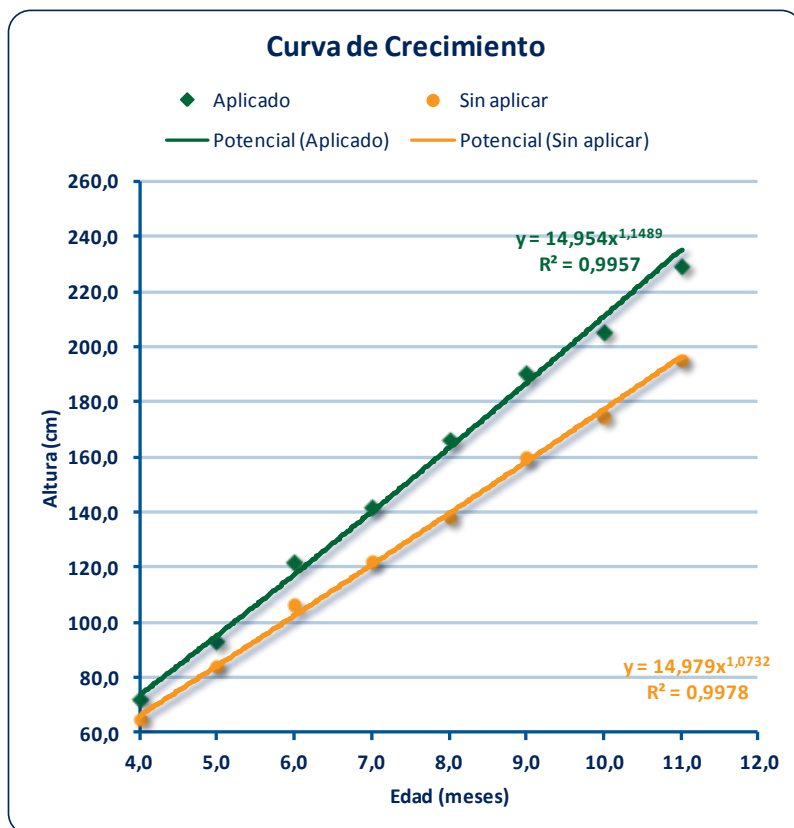


Figura 7

Comportamiento de la altura de los tallos (cm) en la caña de azúcar de la variedad H77–4643 expuesta a la roya naranja en comparación a plantas tratadas con fungicida para la determinación del efecto de la enfermedad en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica.

Aplicando el modelo matemático obtenido y mostrado en la Figura 7, podemos conseguir las tendencias ilustradas en la Figura 8; las cuales muestran que durante para el final del ciclo del lote evaluado se puede esperar que la diferencia en la altura se amplíe; esta ampliación se deberá, presuntamente, a la diferencia en la ganancia en altura entre la sección tratada con fungicida y la no tratada. Con este modelo que estima que la pérdida por efecto de la enfermedad es de 10,0 t/ha de caña, lo que implica 4,58% de diferencia.

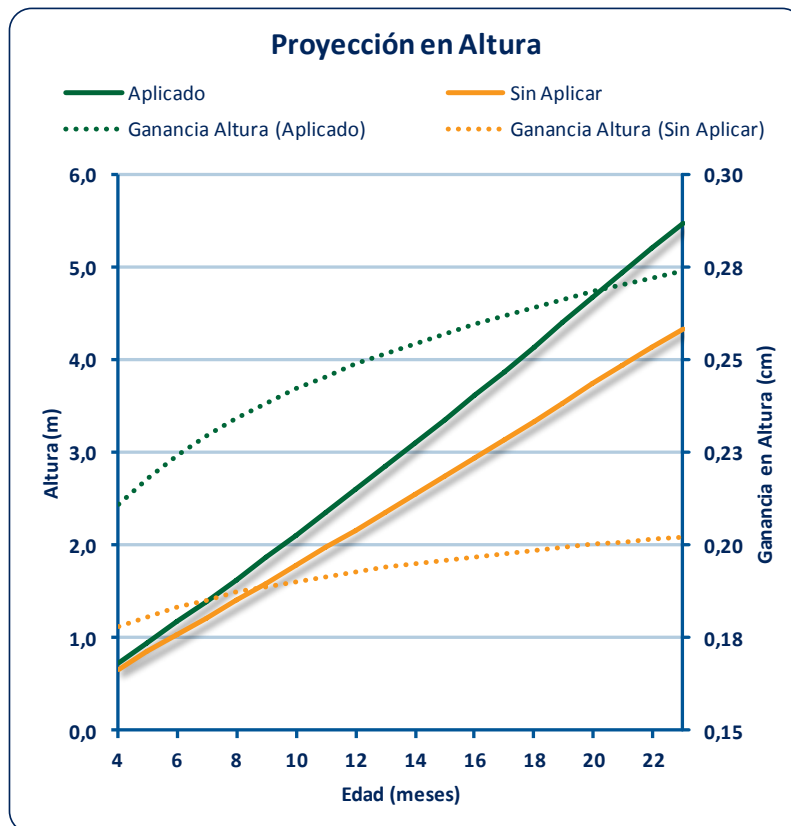


Figura 8

Proyección del desarrollo de los tallos de caña de azúcar de la variedad H77–4346 bajo la influencia de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica.

De acuerdo a la proyección utilizando los modelos de la Figura 7, al final del ciclo los tallos de la sección tratada con fungicida tendrán en promedio una longitud mayor de 1,16 m que los de la sección no tratada; debido a que los tallos de la sección tratada tuvieron una ganancia promedio en altura mayor que la sección más afectada por la roya naranja. Un tallo de la H77–4643 en esta zona tiene una altura promedio de 4,32 m de longitud y un peso promedio de 1,80 kg en condiciones normales, lo que resulta en una relación peso/longitud de 416 g/m. Utilizando esta información y los parámetros estimados del Cuadro 4, se puede proyectar una pérdida de productividad promedio de 10,2 t/ha, que equivale a una diferencia del 4,66% entre la sección tratada y la no aplicada con fungicida.

Cuadro 4

Parámetros para la estimación de pérdidas por el ataque de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la zona alta de la Región de Turrialba, Costa Rica.

Variable	Parámetros	
	Con fungicida	Sin fungicida
Longitud tallos (m)	5,48	4,33
Ganancia longitud (m/mes)	0,25	0,19
Tallos/m	14,4	13,8
Pérdida g/tallo		109,0
Pérdida tonelaje		10,2
Porcentaje pérdida		4,66

El historial de producción del lote utilizado para estimar las pérdidas muestra diferencias porcentuales que van desde 2,07 hasta el 14,6% en las últimas ocho zafras; con un promedio de 6,10% dentro de un intervalo de confianza al 95% de probabilidad que va desde 1,06 hasta 11,1%. La probabilidad de obtener una variación en la cosecha como la proyectada de 4,66% es prácticamente del 100%. Este resultado sugiere que una variación o caída del 4,66% en la productividad puede darse también por cualquier otro factor aleatorio que afecte el desarrollo del cultivo, y que no necesariamente tiene que ser la enfermedad.

CONCLUSIONES

La H77-4643 es una variedad que provoca dependencia debido a su alto rendimiento en condiciones de la zona alta de la Región de Turrialba. Esta variedad se podría seguir aprovechando hasta que la situación con la enfermedad sea económicamente insostenible. Mientras tanto es imperativo identificar opciones que la complementen. La condición que se observó en los sectores por encima de los 900 msnm ya deben de generar prevención y buscar limitar un poco el área de H77-4643 en aquellos lotes o áreas que van generando un historial negativo.

Es altamente recomendable no sembrar la H77-4643 en zonas de menos de 900 msnm donde el ciclo sea de 12 meses debido a que; según la evolución de la enfermedad en el tiempo, la caña de menos de 12 meses es la que muestra los ataques más severos en estos sectores.

Los efectos en la producción aparentan ser mínimos de acuerdo a los resultados preliminares. Estos resultados deberán confirmarse con la información real de la producción en las secciones evaluadas. Es de esperar una diferencia apreciable debido a

que el modelo de proyección tiene sus limitaciones ya que no toma en cuenta el aporte de los tallos de segunda generación en ciclos de más de 12 meses, los cuales contribuyen de manera importante en la producción.

Los monitoreos en otras regiones, aparte de la zona alta de la Región de Turrialba, no evidencian ataques masivos importantes de la enfermedad. Sin embargo se han observado niveles de consideración en la variedad CP72–1210 en la zona de Cañas, Guanacaste, y en la Región de Puntarenas; donde los niveles de severidad han estado dentro del rango que va de 2,5% hasta 11% del área foliar afectada en la hoja +3. Estos rangos no se consideran de preocupación debido a que son niveles muy bajos en periodos relativamente cortos de tiempo; además los ataques con niveles mayores de severidad se han detectado cuando la variedad ha iniciado el proceso o durante la floración. Es preciso enfatizar en que la CP72–1210 es una variedad que en las condiciones de Costa Rica florea 100%, esta etapa de su ciclo de desarrollo la predispone al ataque de enfermedades foliares, especialmente la roya naranja.

LAICA 04–809, LAICA 01–213

La roya naranja se ha convertido en una enfermedad mayor en Costa Rica y de tipo endémico, por lo que es muy normal que la población del hongo *Puccinia kuehnii* evolucione y se adapte a las diversas condiciones de producción del país. La diversidad en las condiciones edafoclimáticas y varietales en las diferentes regiones a nivel nacional contribuyó a que el ataque de la roya naranja no fuera una epidemia en todo el país; sin embargo no se debe olvidar la capacidad adaptativa de estos organismos que aprovechan su facultad de producir numerosas generaciones en periodos cortos de tiempo, lo que aumenta la probabilidad de generar cepas mejor adaptadas a las condiciones y capaces de producir infecciones en variedades de caña con reacciones intermedias de resistencia.

LITERATURA CITADA

1. CHAVARRÍA, E. 2008. Roya de la caña de azúcar: características y particularidades de la enfermedad. *In*: Seminario Presencia de la Roya Naranja (*Puccinia kuehnii*) en las Plantaciones de Caña de Azúcar en Costa Rica. Marzo 2012. Hotel Villa Tournón, San Francisco de Goicoechea. San José. Costa Rica. Memoria CD – ROM. Consultado 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=3&c=443&s=2524>
2. CHAVARRÍA, E. 2010. Estado actual de las enfermedades de la caña de azúcar en Costa Rica: Un repaso de los principales problemas de los últimos 10 años. *In*: IV Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar

(LAICA). 22 al 24 de septiembre del 2010. Salón de Juntas de CoopeVictoria, Grecia. Alajuela, Costa Rica. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=2524>

3. CHAVARRÍA, E. 2012. Distribución de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en plantaciones de caña de azúcar de la zona alta de la Región Turrialba. In: V Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). 5 al 7 de septiembre del 2012. Salón de Juntas de CoopeVictoria, Grecia. Alajuela, Costa Rica. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=2524>
4. CHAVARRÍA, E.; BARRANTES, J. C. 2009. Situación de la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en Costa Rica. 2007 – 2009. In: Memorias XVII Congreso Nacional Azucarero de ATACORI (CD-ROM). 2 – 3 Septiembre del 2009. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Moravia, San José. Costa Rica.
5. CHAVARRÍA, E.; BARRANTES, J. C. 2011. Situación de la variedad B89–1351 respecto a la roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Región Sur. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 12 p. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=2524>
6. CHAVES, M.; RODRÍGUEZ, M; ANGULO, A.; VILLALOBOS, C. L.; BOLAÑOS, J.; BARRANTES, J. C.; ARAYA, A.; CALDERÓN, G. 2001. Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica. Año 2000. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 45 p. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=5&c=443&s=1753>
7. CHAVES, M.; RODRÍGUEZ, M; ANGULO, A.; VILLALOBOS, C. L.; BOLAÑOS, J.; BARRANTES, J. C.; ARAYA, A.; CALDERÓN, G. 2008. Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2007. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 146 p. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=5&c=443&s=1753>
8. CHAVES, M.; RODRÍGUEZ, M; ANGULO, A.; VILLALOBOS, C. L.; BOLAÑOS, J.; BARRANTES, J. C.; ARAYA, A.; CALDERÓN, G. 2011. Censo de

variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2010. Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 156 p. Consultado el 29 de julio del 2013. Disponible en: <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=1&c=443&s=1753>