



## **Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar.**

### **INFORME**

## **Acciones Estratégicas Realizadas y en Proceso como Respuesta para Enfrentar el Ataque de Roya en la Zona Sur**

**Ing. Julio César Barrantes Mora.  
Ing. Erick Chavarría Soto.**

**Junio 2008**

# Presentación

El presente documento constituye un resumen de las medidas que se están llevando a cabo para enfrentar el inesperado ataque de roya naranja (*Puccinia kuehnii*) en la Zona Sur. El área de siembra total de la región asciende a las 5.250 ha; lo cual constituye un serio problema para la industria azucarera de la Región y del país. Esta enfermedad se puede considerar seria ya que en el período 2000-2001 prácticamente desbastó la industria azucarera Australiana, causando pérdidas entre el 30 y 40% en su principal variedad en aquel entonces, la Q124 y en la Florida fue reportada recientemente.

Tomando en cuenta lo complejo de la problemática en la región se han formulado una serie de acciones integradas, tendientes a minimizar los posibles efectos a futuro de la enfermedad, las cuales se espera que brinden resultados en el mediano plazo.

La ejecución de esta estrategia ha sido hasta el momento una actividad colectiva en donde se han coordinado acciones en las que han participado DIECA (como representante de LAICA), Coopeagri, La Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur, y empresas privadas como el caso de CAFESA, Bayer, Syngenta, y Geotec.

El objetivo principal de este plan es el de evaluar alternativas de manejo del cultivo en la Zona Sur, tendientes a reducir los efectos negativos del ataque de la roya en la región.

El plan contempla acciones que involucran un diagnóstico inicial del problema, evaluación de medidas emergentes, incorporación de alternativas varietales resistentes a la enfermedad, incremento de material reproductivo de nuevas variedades de caña y un plan de producción y manejo de semilleros.

## **Actores Involucrados en las Acciones**

La estrategia empleada en sus diversos ámbitos ha sido ejecutada a través del aporte de las siguientes personas e instituciones:

- DIECA-LAICA: Ing. Julio César Barrantes Coordinador Regional; Ing. Marco A. Chaves Director Ejecutivo, Ing. Erick Chavarría Coordinador del Programa de Fitopatología y de Reproducción *in vitro*; Ing. Roberto Alfaro e Ing. Randall Ocampo del Programa de Agronomía y los Ing. Roberto Durán y Marvin Oviedo del Programa de Mejoramiento Genético.
- Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur: Con participación de directores en los eventos programados.
- Operaciones Agrícolas de Coopeagri R.L.: A través del Ing. José Pablo Murillo y el Ing. Oldemar Navarro, y su equipo de técnicos ubicados en los diferentes sectores. Se incorporó recientemente la Ingeniera Vanesa Solís de Asistencia Técnica de Coopeagri R.L. en sustitución del Ing. Rolando Benavides quién dejó de laborar para esta organización en diciembre del 2007.
- Almacén de Suministros de Coopeagri: A través de la participación del Ing. Minor Corrales y el Ing. Andrés Herrera.
- Casas Comerciales: Se cuenta con la participación activa de CAFESA, Bayer, Syngenta y Geotec como representantes de casas comerciales, en las investigaciones referentes a combate con fungicidas.

# ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>II</b>
<i>Actores Involucrados en las Acciones .....</i>	<i>ii</i>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>V</b>
<b>ANTECEDENTES Y COMPROBACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD .....	3
IDENTIFICACIÓN DEL PATÓGENO.....	3
<b>ESTIMACIONES DE PÉRDIDAS .....</b>	<b>5</b>
<b>ACCIONES EJECUTADAS EN CAPACITACIÓN Y TRANSFERENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>ACCIONES DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y REPRODUCCIÓN SEMI – COMERCIAL .....</b>	<b>7</b>
REPRODUCCIÓN DE MATERIALES TRADICIONALES .....	7
SELECCIÓN DE MATERIALES GENÉTICOS Y REPRODUCCIÓN SEMI – COMERCIAL.....	8
<i>Selección de Variedades: .....</i>	<i>8</i>
<i>Reproducción Semi – Comercial de Variedades Avanzadas .....</i>	<i>12</i>
<b>INVESTIGACIÓN EN COMBATE QUÍMICO .....</b>	<b>16</b>
OBJETIVO .....	16
METODOLOGÍA EMPLEADA .....	16
RESULTADOS OBTENIDOS .....	18
CONCLUSIONES .....	19
<b>ACTIVIDADES DE TRANSFERENCIA .....</b>	<b>20</b>

# ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1.....	6
REGISTRO DE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA E INFORMACIÓN RELACIONADAS AL TEMA DE MANEJO DE LA ROYA DURANTE EL 2007. ....	6
CUADRO 2.....	7
ENTREGAS ANUALES A LA ZONA SUR EN CANTIDAD DE PLÁNTULAS DE ALMÁCIGO PRODUCIDO POR CULTIVO DE TEJIDOS IN VITRO EN LOS LABORATORIOS DE DIECA. ....	7
CUADRO 3.....	9
RESULTADOS INDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 3 DE 22 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR CON RESPECTO AL TESTIGO SP71-5574 EN CICLO DE CAÑA PLANTA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN. 2007.....	9
CUADRO 4.....	10
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 4 DE 6 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR CON RESPECTO AL TESTIGO SP71-5574 EN CICLO DE PRIMERA SOCA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN, 2007. ....	10
CUADRO 5.....	10
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 4 DE 7 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR CON RESPECTO AL TESTIGO SP71-5574 EN CICLO DE CAÑA PLANTA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN, 2007. ....	10
CUADRO 6.....	11
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 5 DE 4 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR CON RESPECTO AL TESTIGO SP71-5574 EN CICLO DE CAÑA SOCA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN, 2007. ....	11
CUADRO 7.....	11
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 5 DE 6 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR EN CICLO DE CAÑA PLANTA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN, 2007. ....	11
CUADRO 8.....	12
RESULTADOS AGROINDUSTRIALES DE LA EVALUACIÓN EN FASE 5 DE 6 CLONES DE CAÑA DE AZÚCAR CON RESPECTO AL TESTIGO SP71-5574 EN CICLO DE CAÑA PLANTA. FINCA EL PORVENIR, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN, 2007. ....	12
CUADRO 9.....	15
ÁREAS DE SEMILLEROS BÁSICOS DE VARIEDADES PROMISORIAS EN LA FINCA EL OASIS DE COOPEAGRI, LA CENIZA, PÉREZ ZELEDÓN. ....	15
CUADRO 10.....	17
DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS COMO ALTERNATIVAS PARA EL COMBATE QUÍMICO DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN CAÑA DE AZÚCAR DE LA VARIEDAD SP71-5574 EN PÉREZ ZELEDÓN.....	17
CUADRO 11.....	18
CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS FUNGICIDAS EVALUADOS EN LA PRUEBA DE ALTERNATIVAS PARA EL COMBATE QUÍMICO DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN CAÑA DE AZÚCAR DE LA VARIEDAD SP71-5574 EN PÉREZ ZELEDÓN. ....	18
CUADRO 12.....	18
RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE INFECCIÓN INICIAL DEL LOTE DE CAÑA DE LA VARIEDAD SP71-5574 ANTES DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS PARA EL COMBATE QUÍMICO DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN PÉREZ ZELEDÓN. ....	18

CUADRO 13. ....	19
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN DE 11 MEZCLAS DE FUNGICIDAS PARA EL COMBATE DE LA ROYA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN LA VARIEDAD DE CAÑA SP71-5574. FINCA LA PRESA, COOPEAGRI, PÉREZ ZELEDÓN. ....	19
CUADRO 14. ....	20
ACCIONES PROGRAMADAS EN EL PAO 2008 REFERENTES A ENFRENTAR EL PROBLEMA DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ). ....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ....	1
ATAQUES DE ROYA COMÚN ( <i>Puccinea melanocephala</i> ) OBSERVADOS EN PLANTACIONES COMERCIALES DE CAÑA DE LA VARIEDAD SP71-5574 EN LA ZONA SUR. A) PRESENCIA DE ROYA COMÚN EN EL AÑO 2004 CON UN 2% DEL ÁREA FOLIAR AFECTADA. B) PRESENCIA DE ROYA COMÚN EN COMBINACIÓN CON MANCHA DE ANILLO ( <i>Lepthosphaeria sacchari</i> ) CON UN 5% DEL ÁREA AFECTADA POR <i>P. melanocephala</i> . ....	1
FIGURA 2. ....	2
EVOLUCIÓN DE LA ROYA EN UNA PLANTACIÓN COMERCIAL DE LA VARIEDAD SP71-5574 DURANTE EL AÑO 2007 EN LA ZONA SUR: A) JUNIO, B) JULIO, Y C) SEPTIEMBRE DEL 2007. (FOTOGRAFÍAS CORTESÍA DEL ING. GUILLERMO QUIRÓS). ....	2
FIGURA 3. ....	4
LESIONES DE ROYA OBSERVADAS EN LA ZONA SUR EN PLANTACIONES COMERCIALES DE SP71-5574: A) ROYA NARANJA POR EL HAZ, B) ROYA CAFÉ POR EL HAZ, C) ROYA NARANJA POR EL ENVÉS, D) ROYA CAFÉ POR EL ENVÉS. ....	4
FIGURA 4. ....	4
ESPORAS DE ROYA NARANJA (A) Y ROYA CAFÉ (B) OBSERVADAS AL MICROSCOPIO CON UNA AMPLIFICACIÓN DE 1.000 AUMENTOS. ....	4
FIGURA 5. ....	8
EJEMPLO DE LOTES COMERCIALES DE LAS VARIEDADES Q96 Y CP87-1284 Y SU REACCIÓN AL ATAQUE DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN COMPARACIÓN CON LA VARIEDAD SP71-5574 EN LA ZONA SUR. ....	8
FIGURA 6. ....	15
DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE REPRODUCCIÓN DEL 2008 EN LA FINCA EL OASIS DE COOPEAGRI, LA CENIZA, PÉREZ ZELEDÓN. ....	15
FIGURA 7. ....	17
DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS Y TRATAMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN PRELIMINAR DE FUNGICIDAS PARA EL COMBATE QUÍMICO DE LA ROYA NARANJA ( <i>P. KUEHNII</i> ) EN PÉREZ ZELEDÓN. ....	17



## **Antecedentes y Comprobación del Problema**

En años anteriores la presencia de la roya no mostró problema alguno, y fue una enfermedad que presentaba un comportamiento errático de una temporada a otra dentro de la actividad cañera regional. No obstante, durante el año 2007; posterior a la zafra empezó a agudizarse la situación lo que obligó a la parte técnica regional y nacional a evaluar primeramente la situación de campo y empezar a ejecutar acciones referentes a solucionar el problema.

Los ataques observados en años anteriores se dieron principalmente a la roya común o roya café, ocasionada por el hongo *Puccinia melanocephala* (Figura 1), el cual tiene una especial afinidad por la variedad SP71-5574, material predominante en la Zona Sur con alrededor del 97% del área comercial sembrada.



**Figura 1.**

Ataques de roya común (*Puccinia melanocephala*) observados en plantaciones comerciales de caña de la variedad SP71-5574 en la Zona Sur. A) Presencia de roya común en el año 2004 con un 2% del área foliar afectada. B) Presencia de roya común en combinación con mancha de anillo (*Leptospheria sacchari*) con un 5% del área afectada por *P. melanocephala*.

Durante la primera mitad del 2007 las plantaciones de caña en la Zona Sur mostraban normalidad y una condición aceptable en cuanto a la sanidad, hasta que en el mes de julio del 2007 se hizo evidente el problema en las plantaciones de SP71-5574 de la región. Las plantaciones, especialmente las cosechadas a inicios de la zafra 2006 – 2007 comenzaron a mostrar ataques de lo que se suponía hasta ese momento, era un ataque severo de roya común (Figura 2).

Las plantaciones comenzaron a mostrar síntomas de lesiones en la hoja, y gradualmente las plantas comenzaron a mostrar un aspecto de amarillamiento y marchitez generalizada. Las lesiones mostraban una profusa producción de esporas por la parte de abajo de la hoja, la cual se notaba muy elevada, mayor que en temporadas anteriores.



**Figura 2**

Evolución de la roya en una plantación comercial de la variedad SP71-5574 durante el año 2007 en la Zona Sur: A) junio, B) julio, y C) septiembre del 2007. (Fotografías cortesía del Ing. Guillermo Quirós).

Ante el panorama que se estaba presentando y debido a reportes de Estados Unidos, México y Guatemala, de la presencia de una nueva especie de roya en la región, denominada roya naranja (*Puccinia kuehnii*), se empezó a tener sospechas de la posible presencia de la enfermedad en la región, por lo que se procedió a recopilar la información necesaria para realizar la identificación del patógeno

## **Descripción de la Enfermedad**

El síntoma observado en el campo se caracteriza por la formación de lesiones necróticas en la hoja que presentan una tonalidad café clara (tendiendo al naranja) que le confieren a la plantación una apariencia de marchitez o amarillenta, debido a que la lesión está rodeada por una zona o halo clorótico. Las lesiones individuales tienden a ser pequeñas y en forma ovalada de 2 a 6mm de largo por 1 a 3mm de ancho en promedio, sin embargo varias lesiones pueden unirse formando lesiones grandes e irregulares (Figura 3).

Tanto en el caso de la roya naranja como en el de la roya café, la enfermedad es ocasionada por hongos y se transmiten por esporas. Una característica importante de las lesiones es su capacidad de esporulación, la cual es mayor en la roya naranja en comparación con la roya café en las mismas condiciones climáticas. En ambas enfermedades las esporas del hongo se producen por el envés de la hoja, y son diseminadas fácilmente por el viento (Figura 3).

La agresividad de la roya naranja, aunque no ha sido medida, se aprecia mayor que la de la roya café debido al hecho de que las lesiones observadas durante las valoraciones de campo, correspondían principalmente a la roya naranja y no a la roya café comúnmente vista en la región.

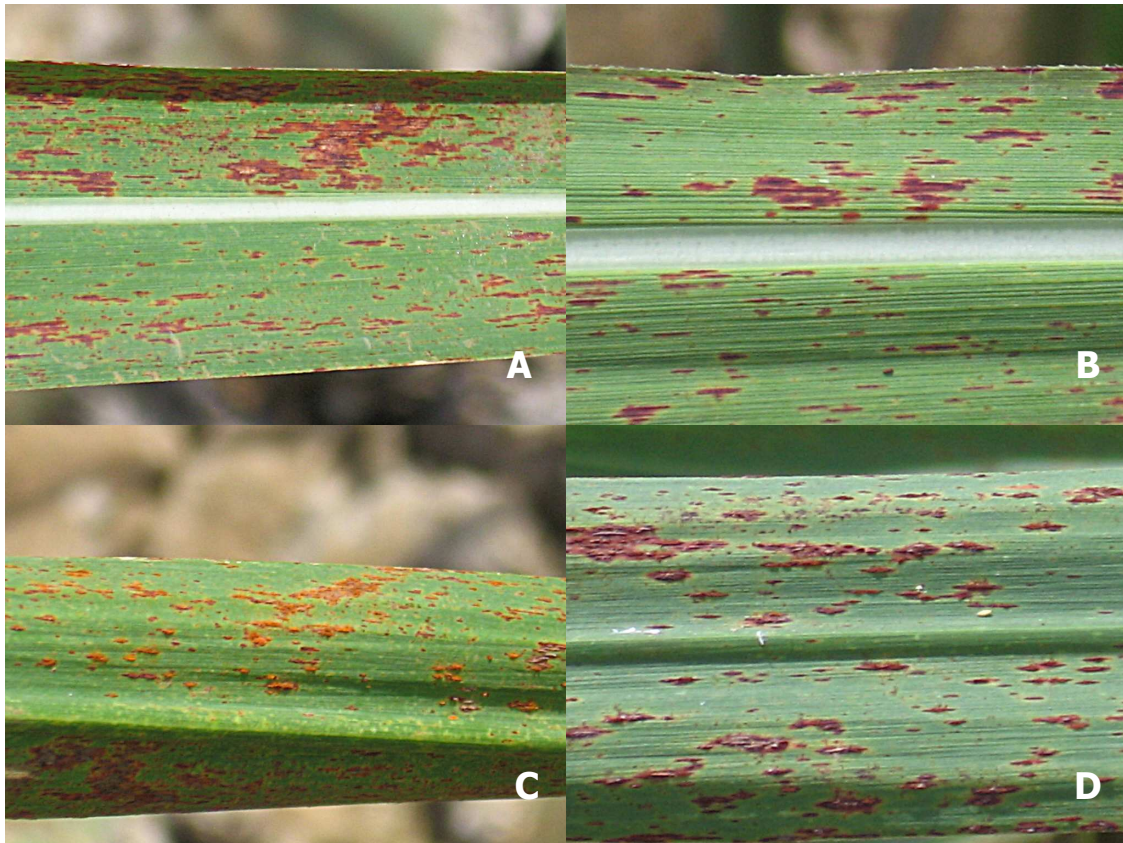
Ambas especies de roya son enfermedades muy conocidas desde la explotación de la caña de azúcar como actividad económica a nivel mundial, no obstante la roya naranja estaba muy restringida a regiones del sudoeste asiático y Oceanía, y de alguna manera que aún se desconoce, para el 2007 apareció en el continente americano.

## **Identificación del Patógeno**

La identificación y diferenciación entre la roya naranja (*P. kuehni*) y la roya café (*P. melanocephala*) se realizó mediante observación de la morfología de las esporas por microscopía de luz.

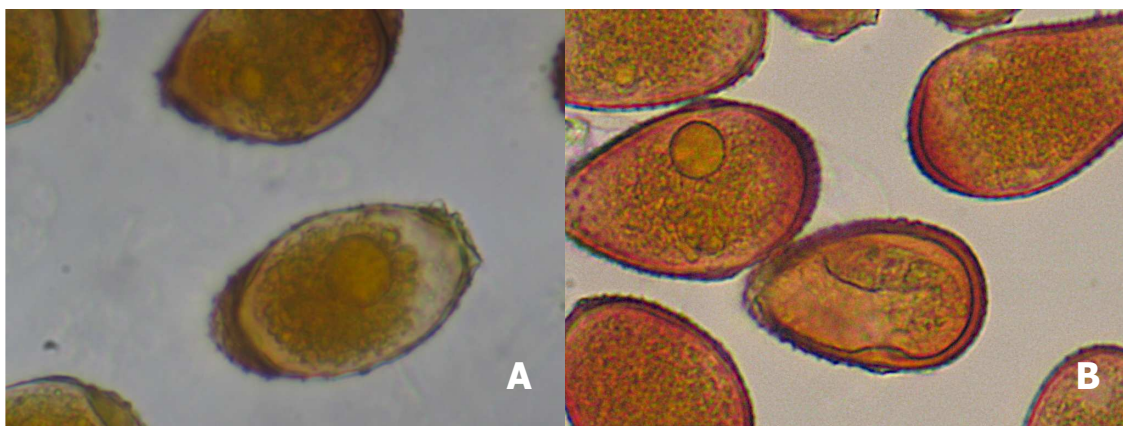
Las esporas de la roya naranja difieren de la de la roya café principalmente en la conformación de la pared, ya que las paredes de las esporas de la roya naranja se caracterizan por presentar un engrosamiento muy evidente hacia el extremo superior (Figura 4), ubicado de manera opuesta al punto en el que la espóra se adhiere a la hifa del hongo (conidióforo).

Todavía se tiene pendiente la confirmación del patógeno de la roya naranja mediante técnicas de análisis de ADN, la cual se llevará a cabo en Beltsville, Maryland, Estados Unidos; con la colaboración del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos a través de su Servicio de Investigación Agrícola, dependencia que administra la Estación de Campo de Canal Point en Florida, la cual mantiene un convenio con LAICA a través del cual se han importado variedades desde este importante centro de investigación.



**Figura 3.**

Lesiones de roya observadas en la Zona Sur en plantaciones comerciales de SP71-5574: A) roya naranja por el haz, B) roya café por el haz, C) roya naranja por el envés, D) roya café por el envés.



**Figura 4.**

Esporas de roya naranja (A) y roya café (B) observadas al microscopio con una amplificación de 1.000 aumentos.

## ***Estimaciones de Pérdidas***

---

Durante las primeras observaciones realizadas en plantaciones de la región se logró percibir una notable diferenciación en el manejo de las plantaciones, igual que un estado muy heterogéneo de las plantaciones. En la mayoría de los casos se logró determinar que las plantaciones más afectadas se encontraban bajo un régimen deficiente de manejo del cultivo, así mismo en muchos casos el abuso de algunos productos químicos para el combate de las malas hierbas en la plantación, acarrearán un deterioro de la misma la cual era atribuida al efecto de la roya. Ante esta situación se temió que aislar el efecto del ataque de la enfermedad sería difícil.

No obstante y conjuntamente con el Programa de Asistencia Técnica de Coopeagri se les está llevando un seguimiento a una muestra de siete unidades productivas respecto al manejo empleado en el periodo 2007 – 2008, midiendo de manera visual los niveles de ataque de roya, para poder estimar de manera preliminar el efecto de esta enfermedad en los rendimientos. Esta investigación está en una fase inconclusa aún debido a que la zafra no ha concluido por lo que no se tiene la información completa.

La muestra se seleccionó tratando de que las unidades productivas sean lo más homogéneas posibles, y que las plantaciones hayan tenido un manejo adecuado y constante en el tiempo. Lo que se pretende es conformar una matriz con los productores seleccionados previamente para analizar los rendimientos agroindustriales al finalizar la zafra 2007 – 2008, y compararlos en el tiempo para determinar tendencias que puedan atribuirse al ataque de la roya.

## ***Acciones Ejecutadas en Capacitación y Transferencia***

---

Como parte integral de para brindar respuestas al problema, se realizaron acciones conjuntas entre la parte técnica de DIECA tanto Regional como de los Programas Nacionales, así como de los técnicos de Coopeagri R.L. (Operaciones Agrícolas y Suministros), y la Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur.

Entre Julio y Diciembre del 2007 se realizaron 10 charlas informativas, 3 giras de campo y un seminario con una participación total de 958 personas, y que se detallan en el Cuadro 1.

El objetivo de estas acciones fue dar a conocer en primera instancia el origen y la magnitud de la incidencia de la enfermedad, para posteriormente empezar a divulgar las primeras acciones para afrontar el problema.

Durante esta primera etapa informativa, se trató de dejar muy claro que el problema existente en la región se deriva de la susceptibilidad de la variedad SP 71-5574 a la roya naranja (*P. kuehni*), la cual ha mostrado cierta tendencia histórica al ataque de la roya café (*P. melanocephala*). Esta reacción de la SP71-5574 al ataque de la roya naranja, nunca se ha determinado debido a que la enfermedad es nueva en el país.

También se explicó claramente que, de manera preliminar, el efecto de la roya naranja es más drástico en condiciones estresantes de producción, y que el mal manejo puede agudizar el problema, por lo que la atención del cultivo se vuelve una tarea más crítica.

Se trató también de dejar bien establecido que la sustitución de la SP 71-5574 por otras alternativas, se vuelve una acción fundamental para evitar los estragos del ataque de la roya naranja y de cualquier otro problema de plagas o enfermedades. Pero para ello es necesario que el productor sea más receptivo en cuanto a la adopción de otras variedades.

### Cuadro 1.

Registro de actividades de capacitación, transferencia de tecnología e información relacionadas al tema de manejo de la roya durante el 2007.

FECHA	ACTIVIDAD	LOCALIDAD	TEMA	ASISTENCIA
13/08/2007	CHARLA	PALMARES, DANIEL FLORES	INCIDENCIA ROYA EN PLANTACIONES REGIÓN SUR	75
13/08/2007	CHARLA	PALMARES, DANIEL FLORES	ALTERNATIVAS VARIETALES REGIÓN SUR	75
20/11/2007	CHARLA	PALMARES, DANIEL FLORES	ESTRATEGIA DE ESTABLECIMIENTO SEMILLEROS	90
07/12/2007	CHARLA	PEÑAS BLANCAS	ALTERNATIVAS VARIETALES REGIÓN SUR	120
07/12/2007	CHARLA	PEÑAS BLANCAS	SITUACIÓN DE LA ROYA Y ACCIONES A SEGUIR EN LA REGIÓN	120
13/12/2007	CHARLA	LA CENIZA	DIAGNOSTICO ROYA Y ESTRATEGIA A SEGUIR	105
13/12/2007	CHARLA	LA CENIZA	MANEJO DE SEMILLEROS	105
13/12/2007	CHARLA	LA CENIZA	DEMOSTRACIÓN DE OPCIONES VARIETALES REGION SUR	105
03/08/2007	INFORME J.D. CÁMARA CAÑEROS	SAN ISIDRO	INCIDENCIA DE LA ROYA EN LA CAÑA	7
16/08/2007	INFORME J.D. CONSEJO ADMINISTRACIÓN COOPEAGRI	SAN ISIDRO	INCIDENCIA DE LA ROYA EN LA CAÑA	15
12/07/2007	GIRA DE CAMPO	PÉREZ ZELEDÓN	EVALUACIÓN INCIDENCIA ROYA EN CAÑA	9
13/07/2007	GIRA DE CAMPO	PÉREZ ZELEDÓN	EVALUACIÓN INCIDENCIA ROYA EN CAÑA	7
14/08/2007	GIRA DE CAMPO	LA FORTUNA, SAN PEDRO	ROYA, MANEJO, VARIEDADES,	50
13/08/2007	SEMINALIO ROYA EN CAÑA REGIÓN SUR	PALMARES, DANIEL FLORES	ROYA, MANEJO, VARIEDADES, HERBICIDAS	75
<b>TOTAL</b>				<b>958</b>

Otro aspecto importante al que se hizo referencia en las actividades de capacitación, es el hecho de que la Zona Sur presenta condiciones ideales para el establecimiento y diseminación de la enfermedad. Los periodos alternos de lluvia con días secos y la presencia de rocío durante las noches y parte de la mañana, son una condición muy favorable para la infección, producción de esporas y diseminación de la enfermedad.

## Acciones de Mejoramiento Genético y Reproducción Semi – Comercial

### Reproducción de Materiales Tradicionales

Desde hace 7 años en la región se han establecido **semilleros básicos** de plántulas de reproducción *in vitro* de las variedades SP 71-5574 y la variedad Q96 (Cuadro 2). Dichas reproducciones se han realizado tradicionalmente y estratégicamente en la Finca La Presa de Coopeagri, ubicada en Peñas Blancas de Pérez Zeledón, la cual que posee la posibilidad de riego indispensable para el manejo de semilleros de caña en la región.

**Cuadro 2.**

Entregas anuales a la Zona Sur en cantidad de plántulas de almácigo producido por cultivo de tejidos *in vitro* en los laboratorios de DIECA.

AÑO	Cantidad Plantas por Variedad			Total Anual
	Q96	SP 71-5574	SP 79-2233	
2000		3.900	2.125	6.025
2001		2.494		2.494
2003		23.424		23.424
2004		3.412		3.412
2005	14.079	20.319		34.398
2006		8.238		8.238
2007		2.200		2.200
<b>TOTAL</b>	<b>14.079</b>	<b>63.987</b>	<b>2.125</b>	<b>80.191</b>

La reproducción de **semilleros comerciales** se hace en fincas pertenecientes a Coopeagri y ubicadas estratégicamente. Este esquema de producción de semilla ha permitido que se disponga para las siembras del 2008 8.000 t de semilla por parte de Coopeagri, derivadas de reproducción *in vitro* y/o tratamiento hidrotérmico; desglosadas en 7.200 de la variedad SP 71-5574 y 800 t de Q 96.

DIECA en coordinación con el Área de Operaciones Agrícolas de Coopeagri, introduce una cantidad adecuada de plántulas derivadas de la reproducción *in vitro* para tener un flujo continuo en el esquema de producción de semilla en la Región que abarca tanto de semilleros básicos como comerciales, tratando de ajustarse a la demanda de los productores y del ingenio. El objetivo es mantener la metodología implementada en un programa permanente de producción de semilla de calidad, el cual requiere ajustes mayores en consecuencia de la problemática surgida. Estos ajustes se están realizando en coordinación estrecha con Coopeagri, para incrementar la cantidad de material reproductivo necesario para la introducción de alternativas varietales adicionales a la SP 71-5574.

Para el 2008 se está trabajando en la reproducción *in vitro* de las variedades **Q96** y **CP 87-1284**, las cuales se tienen previstas para establecer semilleros básicos a mediados de año. Estas dos alternativas han estado en la actividad azucarera de la Zona Sur durante algún tiempo, sin embargo su expansión ha sido muy limitada debido a la preferencia que existe hacia la SP 71-5574. No obstante, la problemática con el ataque de la roya naranja las convierte en dos alternativas viables en el mediano plazo, ya que la **Q96** presenta niveles de **tolerancia** a la enfermedad mayores y la **CP 87-1284** muestra completa **resistencia** a la enfermedad.



**Figura 5.**

Ejemplo de lotes comerciales de las variedades Q96 y CP87-1284 y su reacción al ataque de la roya naranja (*P. kuehni*) en comparación con la variedad SP71-5574 en la Zona Sur.

## **Selección de Materiales Genéticos y Reproducción Semi – Comercial**

La introducción y evaluación de variedades se hace bajo un proceso continuo y planificado bajo un enfoque de fases de selección. El objetivo primordial es la búsqueda de clones que vengán a sustituir los tradicionales pero con condiciones de productividad, tanto agronómicas como industriales, iguales o superiores a los materiales que se siembran tradicionalmente en la Región.

Durante el proceso de evaluación se hacen las estimaciones relativas al comportamiento en condiciones naturales de los diferentes clones con respecto a la roya y otras enfermedades.

### **Selección de Variedades:**

#### **Periodo 2006**

- **Fase 1:** Se establecieron dos viveros primarios. El primero en la Finca La Presa, Coopeagri de los cruces 05-05 y 16-05. El otro se estableció en la Finca El Porvenir, Coopeagri de los cruces 05-05 y 03-05. Se seleccionará en Abril de 2008.
- **Fase 3:** Se estableció una Fase con 22 clones de la sigla LAICA 06, cuyos resultados industriales obtenidos en el año 2007 se muestran en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.**

Resultados industriales de la evaluación en fase 3 de 22 clones de caña de azúcar con respecto al testigo SP 71-5574 en ciclo de caña planta. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón. 2007.

VARIEDAD	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA	kg azúcar/tm 96°POL
LAICA 06-812	22,82	21,56	94,48	13,39	154,17
LAICA 06-814	22,21	20,87	93,97	14,04	146,24
LAICA 06-803	21,97	20,03	91,17	12,24	145,41
LAICA 06-802	22,16	20,46	92,33	13,44	144,63
LAICA 06-813	22,28	20,21	90,71	12,80	144,20
LAICA 06-805	22,58	20,43	90,48	13,69	142,12
LAICA 06-804	21,56	19,55	90,68	12,81	139,43
LAICA 06-822	21,83	20,46	93,72	15,23	138,47
SP 715574 (t)	21,06	19,36	91,93	12,98	138,31
LAICA 06-821	22,64	20,44	90,28	14,84	137,55
LAICA 06-818	22,07	19,70	89,26	13,46	137,04
LAICA 06-819*	21,63	19,41	89,74	13,22	136,25
LAICA 06-811	21,92	19,83	90,47	14,37	135,35
LAICA 06-809	20,72	18,88	91,12	12,88	134,70
LAICA 06-815	21,15	19,22	90,87	13,60	134,30
LAICA 06-806	22,01	19,39	88,10	13,76	132,94
LAICA 06-820	22,78	19,43	85,29	13,27	132,89
LAICA 06-801*	21,93	19,53	89,06	14,23	132,85
LAICA 06-807	21,82	19,66	90,10	14,77	132,44
LAICA 06-810	21,58	19,60	90,82	15,28	130,60
LAICA 06-817*	20,75	18,80	90,60	14,22	128,95
LAICA 06-808	20,54	18,37	89,44	13,80	126,71
LAICA 06-816	20,85	17,21	82,54	15,44	108,89

\* Seleccionados para Fase 4 en el 2007.

Se observa que ocho clones de la sigla LAICA 06 superan al testigo tradicional SP 71-5574 lo cual hace tener esperanzas que en el mediano plazo se pueda contar con algunos materiales de estos en fases adelantadas debido a sus buenos comportamientos.

Para el 2007 se seleccionaron los clones LAICA 06-817, LAICA 06-801 y LAICA 06-819, que a pesar de estar por debajo del testigo, mostraron un buen comportamiento agronómico, ya que el resto de los clones mostraron tendencias al volcamiento. Adicionalmente se presume que los tres clones seleccionados podrían tener hábitos de madurez más tardíos que los restantes, comportamiento que será verificado en las fases posteriores.

Todos estos materiales se evaluarán nuevamente durante la 1ª soca en el 2008, con el fin de observar las características agronómicas de los mismos y la concentración de sacarosa.

- **Fase 4:** En ese mismo año 2006 se estableció una Fase 4 compuesta por 8 variedades, en el siguiente cuadro se muestra los resultados industriales obtenidos en el 2007, destacándose que se seleccionaron 4 variedades para Fase 5 en el 2007 (LAICA 05-805, LAICA 05-802, LAICA 05-808 y LAICA 05-811).

**Cuadro 4.**

Resultados agroindustriales de la evaluación en fase 4 de 6 clones de caña de azúcar con respecto al testigo SP 71-5574 en ciclo de primera soca. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón, 2007.

TRATAMIENTO	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA	kg azúcar/tm 96°POL
RB 75-126	23,25	21,22	91,27	12,50	153,06
LAICA 03-807	22,34	20,81	93,15	12,58	151,16
LAICA 04-812	22,44	20,91	93,18	15,09	141,72
LAICA 04-805	22,49	20,27	90,13	13,60	141,18
SP 715574 (t)	24,01	21,03	87,59	14,53	140,73
LAICA 04-809	23,01	19,79	86,01	13,54	134,92
LAICA 04-814	21,36	19,17	89,75	14,55	129,70

**Cuadro 5.**

Resultados agroindustriales de la evaluación en fase 4 de 7 clones de caña de azúcar con respecto al testigo SP 71-5574 en ciclo de caña planta. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón, 2007.

TRATAMIENTO	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA	kg azúcar/tm 96°POL
SP 715574 (t)	23,20	20,85	89,87	13,22	146,46
LAICA 05-811*	20,89	19,46	93,15	11,61	145,02
LAICA 05-805*	21,94	19,24	87,69	12,38	136,64
LAICA 05-801	20,65	18,66	90,36	13,23	131,37
LAICA 05-809	20,96	18,54	88,45	12,69	131,12
LAICA 05-802*	20,75	17,88	86,17	13,37	122,58
LAICA 05-810	20,69	18,24	88,16	14,84	121,37
LAICA 05-808*	21,34	17,03	79,80	15,00	107,14

\*Seleccionadas y en reproducción en el 2007 (Fase 5).

- **Fase 5:** En la Fase 5 de 2006 se establecieron 6 variedades, cuyos rendimientos industriales se muestran seguidamente en los cuadros Cuadro 6 y Cuadro 7, siendo seleccionadas las variedades RB 75-126, LAICA 04-809, LAICA 04-805 y LAICA 04-814.

**Cuadro 6.**

Resultados agroindustriales de la evaluación en fase 5 de 4 clones de caña de azúcar con respecto al testigo SP 71-5574 en ciclo de caña soca. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón, 2007.

TRATAMIENTO	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA	kg azúcar/tm 96°POL
LAICA 03-805	23,62	21,79	92,25	13,79	152,50
B 89-1351	23,23	21,30	91,69	12,97	152,03
PZ 04	21,88	19,67	89,90	14,47	133,49
PR 79-3009	21,60	18,97	87,82	13,26	131,66
SP 71-5574 (t)	22,12	20,38	92,13	13,88	142,2

**Cuadro 7.**

Resultados agroindustriales de la evaluación en fase 5 de 6 clones de caña de azúcar en ciclo de caña planta. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón, 2007.

TRATAMIENTO	BRIX	POL	PUREZA	FIBRA	kg azúcar/tm 96°POL
LAICA 94-812	21,45	19,69	91,79	14,33	135,45
RB 75-126	21,36	19,05	89,19	13,34	132,90
LAICA 04-810	20,80	18,63	89,57	13,46	129,80
LAICA 04-809	20,03	17,89	89,32	13,83	123,22
LAICA 04-805	20,36	17,45	85,71	14,08	117,00
LAICA 04-814	19,40	15,38	79,28	14,76	97,06

### **Periodo 2007**

Para el periodo 2007 se establecieron una serie de evaluaciones de materiales genéticos que le dan continuidad a los procesos de selección en la Zona Sur, siempre con el objetivo de identificar alternativas que se adapten, incluyendo como criterio la reacción a la roya. Los ensayos en sus diferentes fases se describen a continuación:

- **Fase 1:** Vivero Primario en la Finca La Jungla en la Fortuna de San Pedro, de los cruces: 08-06, 34-06. Este se seleccionará en abril de 2009.
- **Fase 3:** Variedades Extranjeras compuestas por 48 clones en donde predominan materiales de la sigla CP, MEX, PR, CG. NG, CGM y CR. Además se estableció otra Fase 3 de 11 Variedades Nacionales de la sigla LAICA 07. Todos estos materiales se evaluarán y seleccionarán en el año 2008 y se seguirá valorando el comportamiento durante la 1ª soca en el 2009.
- **Fase 4:** Compuesta por tres variedades LAICA (LAICA 06-817, LAICA 06-801 y LAICA 06-819). Dichos materiales se evaluarán y seleccionarán en el año 2008 y se seguirá valorando el comportamiento durante la 1ª soca en el 2009.

- **Fase 5:** Compuesta por cuatro variedades LAICA (LAICA 05-805, LAICA 05-802, LAICA 05-808 Y LAICA 05-811). Estos materiales se evaluarán y seleccionarán en el año 2008 y se seguirá valorando el comportamiento durante la 1ª soca en el 2009.
- **Fase 6:** Ensayo de Competición Varietal de 9 Variedades (LAICA 04-814, RB 75-126, LAICA 04-805, PZ 04, LAICA 04-809, B 89-1351, LAICA 03-805, PR 79-3009 y SP 71-5574). Estos materiales se evaluarán y seleccionarán en un período que va desde el año 2008 al 2011.

**Curva de Madurez:** Se estableció una Curva de Madurez de los 9 materiales que se están evaluando en la Fase 6 (LAICA 04-814, RB 75-126, LAICA 04-805, PZ 04, LAICA 04-809, B 89-1351, LAICA 03-805, PR 79-3009 y SP 71-5574). Estos materiales se evaluarán mensualmente de Enero a Mayo de 2008 para obtener la Curva en Caña Planta y se repetirá el proceso en el año 2009 para obtener la curva de los materiales en Caña Soca.

## **Reproducción Semi – Comercial de Variedades Avanzadas**

### **Periodo 2006**

#### **Coopeagri:**

Aprovechando el excelente resultado agroindustrial ofrecido por varios materiales que estaban en evaluación en fase 5 del año 2006, se procedió a establecer **áreas de reproducción de variedades promisorias** avanzadas en el proceso de selección. Los clones seleccionados presentaron resistencia a la roya durante el año 2007, en las condiciones del Lote 21 de la Finca El Porvenir, en la Fortuna de San Pedro, la cual está ubicada bajo condiciones que favorecen el ataque de la roya naranja en la variedad SP 71-5574. Los resultados industriales de la evaluación se muestran en el Cuadro 8.

**Cuadro 8.**

Resultados agroindustriales de la evaluación en fase 5 de 6 clones de caña de azúcar con respecto al testigo SP 71-5574 en ciclo de caña planta. Finca El Porvenir, Coopeagri, Pérez Zeledón, 2007.

<b>VARIEDAD</b>	<b>BRIX</b>	<b>POL</b>	<b>PUREZA</b>	<b>FIBRA</b>	<b>kg azúcar/tm 96°POL</b>
<b>LAICA 03-804</b>	<b>24,05</b>	<b>20,51</b>	<b>85,3</b>	<b>14,97</b>	<b>133,77</b>
<b>LAICA 03-807</b>	<b>22,55</b>	<b>20,92</b>	<b>92,8</b>	<b>15,3</b>	<b>140,66</b>
<b>PR 79-309*</b>	<b>22,7</b>	<b>20,53</b>	<b>90,4</b>	<b>13,28</b>	<b>144,4</b>
<b>LAICA 03-805*</b>	<b>23,2</b>	<b>21,16</b>	<b>91,2</b>	<b>14,49</b>	<b>144,48</b>
<b>SP 71-5574 (t)</b>	<b>24,05</b>	<b>21,66</b>	<b>90,1</b>	<b>14,26</b>	<b>147,99</b>
<b>B 89-1351*</b>	<b>24,1</b>	<b>21,32</b>	<b>88,5</b>	<b>12,38</b>	<b>152,04</b>
<b>PZ 04*</b>	<b>24,15</b>	<b>22,28</b>	<b>92,3</b>	<b>13,76</b>	<b>156,06</b>

\* Reproducción Semi-comercial de estas Variedades, en Abril de 2006.

En abril del 2006 se sembró en el lote 21 de la Finca El Porvenir un área total de 1.942 m<sup>2</sup> con las 4 variedades siguientes:

- **B 89-1351:** 12 surcos de 50 metros de largo (900 m<sup>2</sup>).
- **LAICA 03-805:** 5 Surcos de 50 metros de largo (375 m<sup>2</sup>).
- **PZ 04:** 7 surcos de 35 metros de largo (367 m<sup>2</sup>).
- **PR 79-3009:** 4 Surcos de 50 metros de Largo (300 m<sup>2</sup>).

Se hace hincapié en que estos materiales en reproducción muestran resistencia al ataque de la roya naranja, y se establecieron en calidad de semilleros primarios para incrementar el material reproductivo, siguiendo el esquema de producción de semilla de calidad, que involucra la aplicación del tratamiento por hidro termoterapia. Queda pendiente para una segunda etapa el establecimiento de semilleros básicos de almácigo *in vitro*.

### **Cámara de Productores de Caña de la Zona Sur:**

Paralelamente se estableció una parcela de reproducción semi – comercial 4 clones en la finca de la Cámara de Cañeros en la Ceniza de Pérez Zeledón; sembrados en mayo de 2006, y desglosada de la siguiente manera:

- **B 89-1351:** 215 m<sup>2</sup>
- **PZ 04:** 240 m<sup>2</sup>
- **PR 79-3009:** 198 m<sup>2</sup>
- **LAICA 03-804:** 150 m<sup>2</sup>

En el 2007 no fue posible reproducir el material como se tenía programado, debido a que accidentalmente fue quemada. En el año 2008 se tiene previsto la reproducción de al menos 3 materiales de los anteriores; en la misma Finca.

#### ***Periodo 2007***

**1ª Reproducción Semi - comercial:** Este año se procedió a establecer áreas de reproducción de variedades avanzadas, ubicadas en el lote 1 de la Finca La Jungla de Coopeagri R.L., en la Fortuna de San Pedro. La siembra se realizó el 8 de Mayo del 2007, y constan las siguientes variedades:

- **B 89-1351:** 25 surcos de 75 m (2.812 m<sup>2</sup>)
- **LAICA 03-805:** 6 surcos de 125 m (1.125 m<sup>2</sup>)
- **PZ 04:** 2 surcos de 140m (420 m<sup>2</sup>)
- **PR 79-3009:** 2 surcos de 140 m (420 m<sup>2</sup>)

En total se tiene un área de reproducción de **4.777 m<sup>2</sup>** en la Finca la Jungla con estos cuatro materiales, los cuales se estima darán una producción de semilla para febrero de 2008 de **28.75 tm**, como se detalla a continuación:

- **B 89-1351:** 17 tm
- **LAICA 03-805:** 6,75 tm
- **PZ 04:** 2,5 tm
- **PR79-3009:** 2,5 tm

Con este material se proyecta establecer un área de reproducción derivada de **2,2 ha**. Parte de esta semilla se está utilizando en las siembras de febrero de 2008 en la Finca La Jungla.

**2ª Reproducción Semi – comercial:** A raíz de la presencia de la roya naranja en las plantaciones de caña en la Región Sur se decidió darle un manejo especial, principalmente nutricional, a las parcelas que se cosecharon en abril de 2007, con el fin de acelerar el proceso de reproducción de semilla y con esto obtener más material de siembra en noviembre de 2007, el cual se utilizó para establecer semilleros semi –comerciales en la Finca El Oasis, en La Ceniza de Pérez Zeledón; aprovechando la infraestructura y disponibilidad de riego por goteo. Se reprodujeron las variedades. El área total de semillero básico es de 0,66 ha distribuida de la siguiente manera:

- **B 89-1351:** 0,3 ha.
- **LAICA 03-805:** 0,4 ha
- **PR 79-3009:** 0,18 ha

Se estima que la producción total del semillero básico del Oasis para agosto del 2008 alcanzará las 53 t, desglosada de la siguiente manera:

- **B 89-1351:** 18 tm
- **LAICA 03-805:** 24 tm
- **PR 79-3009:** 11 tm

Con esta cantidad de semilla se calcula que se puede establecer un área de reproducción derivada de 4 ha.

### **Periodo 2008**

**1ª Reproducción Semi – comercial:** Aprovechando las ventajas del sistema de riego por goteo establecido por Coopeagri en la Finca El Oasis, se decidió la reproducción de semilla durante la época seca (febrero del 2008) y así obtener material de siembra en septiembre de este mismo año. Las variedades que se sembraron son las mismas de las siembras mencionadas anteriormente, y que cumplen la expectativa de presentar resistencia a la roya naranja. Adicionalmente, se estableció una parcela de observación de las variedades LAICA 04-805 y LAICA 05-802, las cuales muestran un comportamiento agronómico sobresaliente por lo que existe la posibilidad de utilizar estas parcelas como material reproductivo de estas otras variedades. La semilla provino del semillero de la 1ª Reproducción Semi – Comercial hecha en mayo del 2007 en Finca la Jungla. Se detallan las áreas sembradas de cada una de los materiales mencionados, que en total suman un área de 1,05 ha:

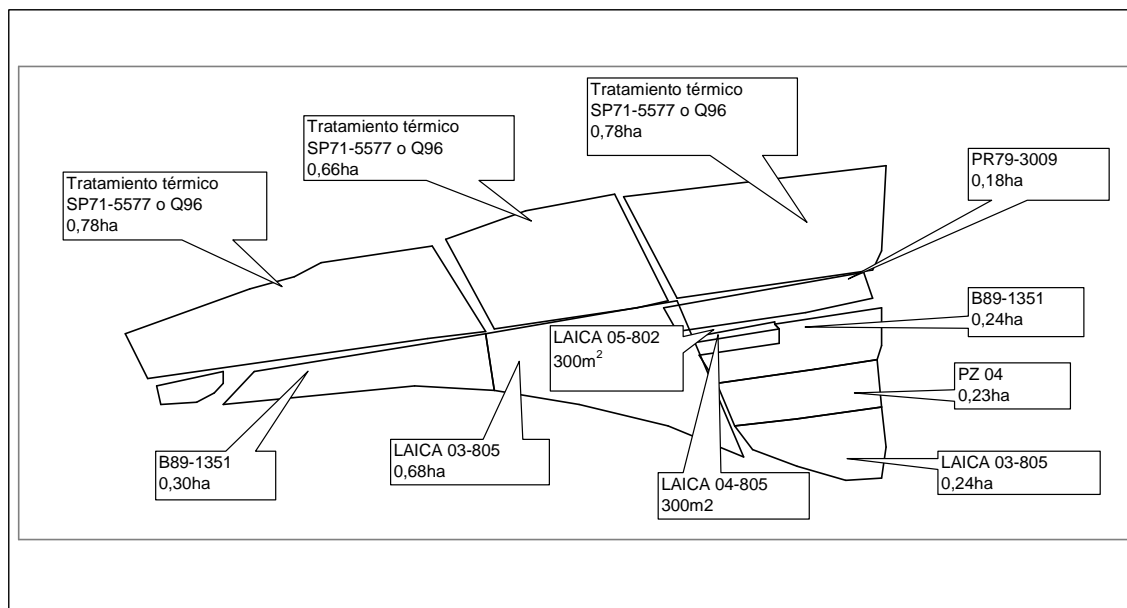
- **B 89-1351:** 0,24 ha
- **LAICA 03-805:** 0,52 ha
- **PZ 04:** 0,23 ha
- **LAICA 05-802:** 0,03 ha
- **LAICA 04-805:** 0,03 ha

Se estima para agosto del 2008 una producción de semilla de 65 t:

- **B 89-1351:** 15 tm
- **LAICA 03-805:** 32 tm
- **PZ 04:** 14 tm
- **LAICA 05-802:** 2 tm
- **LAICA 04-805:** 2 tm

Con esta semilla se está proyectando establecer un área de reproducción derivada de 5 ha de semilleros en septiembre del 2008.

La Figura 6 muestra el plano de campo con sus respectivas medidas y la distribución de los lotes donde se están reproduciendo las variedades mencionadas en Finca La Jungla. Incluyen las reproducciones hechas en noviembre del 2007 y las de febrero del 2008.



**Figura 6.**

Distribución de las áreas de reproducción del 2008 en la Finca el Oasis de Coopeagri, La Ceniza, Pérez Zeledón.

El siguiente Cuadro 8 resume las áreas y variedades en Finca el Oasis de Coopeagri, establecidas entre noviembre 2007 y febrero de 2008 para un total de 1,93ha.

**Cuadro 9.**

Áreas de semilleros básicos de variedades promisorias en la Finca El Oasis de Coopeagri, La Ceniza, Pérez Zeledón.

Variedad	Área (ha)	Épocas de siembra	
		Noviembre 2007	Febrero 2008
<b>B 89-1351</b>	<b>0.54</b>	<b>0.3</b>	<b>0.24</b>
<b>LAICA 03-805</b>	<b>0.92</b>	<b>0.4</b>	<b>0.52</b>
<b>PZ 04</b>	<b>0.23</b>		<b>0.23</b>
<b>PR 79-3009</b>	<b>0.18</b>	<b>0.18</b>	
<b>LAICA 05-802</b>	<b>0.03</b>		<b>0.03</b>
<b>LAICA 04-805</b>	<b>0.03</b>		<b>0.03</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.93</b>	<b>0.88</b>	<b>1.05</b>

En resumen se estima que para agosto del 2008 se tendrá disponibilidad de semilla básica de variedades nuevas un total de 118 tm, derivadas solo de las siembras de Finca El Oasis:

- **LAICA 03-805:** 56 tm
- **B 89-1351:** 33 tm
- **PR 79-3009:** 11 tm
- **PZ04:** 14 tm
- **LAICA 05-802:** 2 tm
- **LAICA 04-805:** 2 tm

# ***Investigación en Combate Químico***

---

## ***Objetivo***

Con el objetivo de procurar respuestas rápidas en el corto plazo para mitigar el posible efecto negativo de la roya naranja sobre las plantaciones de la variedad SP 71-5574 en la Zona Sur, se dispuso realizar una prueba de funguicidas con el fin de evaluar en forma preliminar alternativas para el combate químico de la roya en el cultivo de la caña de azúcar.

A pesar de que en caña de azúcar no se acostumbra la utilización de agroquímicos para el combate de enfermedades, se aprovechó la preocupación e inquietud de Coopeagri con respecto al uso de esta alternativa para enfrentar el ataque observado en la región. De igual manera se tomó ventaja de la iniciativa de participación de algunas casas comerciales interesadas en que se les realizara una evaluación de sus productos para el combate de enfermedades de origen fungoso.

Ante esta situación, con los funcionarios de Coopeagri, DIECA y representantes de CAFESA, Syngenta, Bayer y Geotec, se coordinó este trabajo de investigación.

## ***Metodología Empleada***

La prueba se estableció en la Finca La Presa de Coopeagri, ubicada en Peñas Blancas, Pérez Zeledón; en un lote de semilla de SP 71-5574 de 5 meses de edad.

Antes de realizar el marcaje de las parcelas, la distribución y aplicación de los tratamientos, se llevó a cabo una estimación visual del grado de infección inicial de roya en las hojas +1, +2, y +3 en 30 puntos de muestreo a lo largo del lote seleccionado.

Se marcaron las parcelas las cuales constaban de cuatro surcos de 25 m de largo y se distribuyeron a lo ancho del lote dejando dos surcos de separación entre parcelas. Por ser una evaluación preliminar, el ensayo no contaba con un diseño estadístico por lo que las parcelas se ubicaron de manera adyacente entre sí.

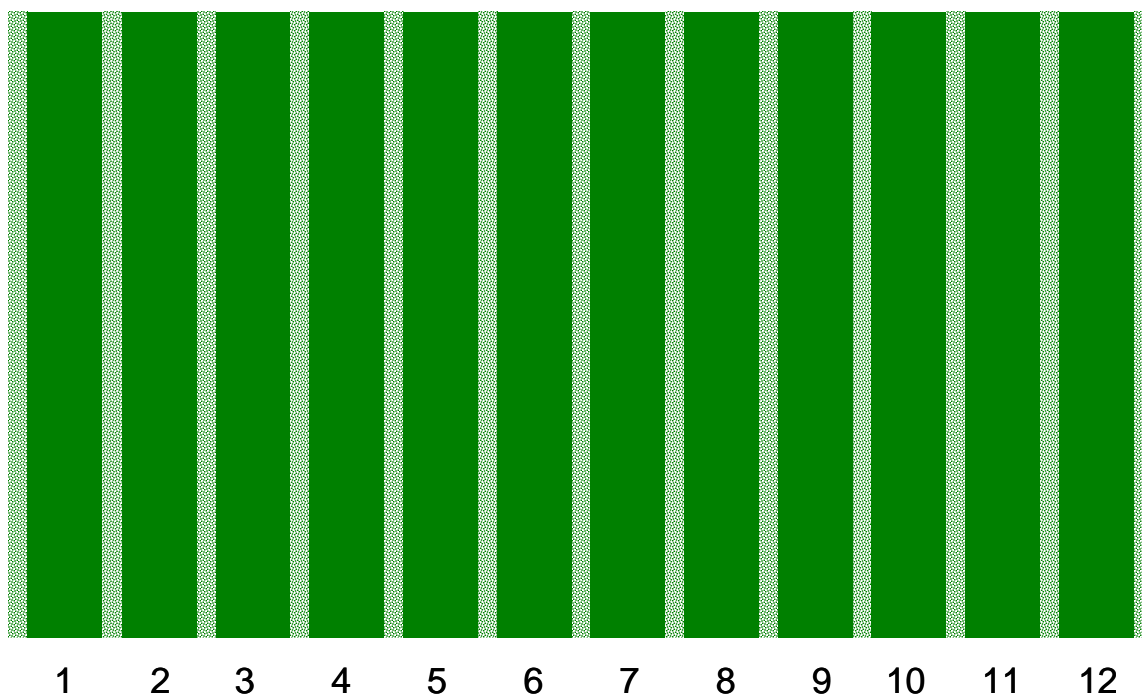
Los tratamientos (que se detallan en el Cuadro 10) en total fueron doce, se aleatorizaron y se dispusieron en el área de prueba numerando las parcelas en el orden correspondiente según como lo ilustra la Figura 7. Los tratamientos se aplicaron con un volumen total de mezcla de 1.000 L/ha. Para evitar problemas de subjetividad o sesgos durante las evaluaciones, se solicitó que los involucrados en la prueba no conocieran la identidad de los tratamientos por lo que se utilizó la numeración de las parcelas como guía.

Se evaluó el efecto de los tratamientos sobre la enfermedad a los 15 días después de la aplicación, utilizando como variable la estimación visual del área foliar afectada (%) en las hojas +1, +2, y +3 de 10 tallos por punto de muestreo. Cada parcela fue evaluada en cuatro puntos de muestreo; para ello se definieron cuatro grupos con dos evaluadores por grupo, donde cada grupo se encargó de evaluar las doce parcelas una por una; esto con el fin de obtener cuatro evaluaciones por parcela. A los datos obtenidos se les aplicó una prueba de t para determinar diferencias estadísticas.

### Cuadro 10.

Descripción de los tratamientos evaluados como alternativas para el combate químico de la roya naranja (*P. kuehni*) en caña de azúcar de la variedad SP71-5574 en Pérez Zeledón.

Parcela	Descripción de los Tratamientos
1	Tilt 1 L/ha
2	Caporal 0,7 L/ha + Flint 200 g/ha
3	Atemi 0,75 L/ha
4	Amistar 300 g/ha
5	Bayleton 1 kg/ha
6	Testigo (sin aplicar)
7	Atemi 0,5 L/ha
8	Mancozeb 1,5 kg/ha
9	Amistar 200 g/ha
10	Bayleton 0,7 kg/ha
11	Caporal 1 kg/ha + Flint 200 g/ha
12	Tilt 0,75 L/ha



**Figura 7.**

Distribución de las parcelas y tratamientos para la evaluación preliminar de funguicidas para el combate químico de la roya naranja (*P. kuehni*) en Pérez Zeledón.

### Cuadro 11.

Características básicas de los fungicidas evaluados en la prueba de alternativas para el combate químico de la roya naranja (*P. kuehni*) en caña de azúcar de la variedad SP 71-5574 en Pérez Zeledón.

Nombre Comercial	Nombre Genérico	Grupo	Acción	Mecanismo de Acción
Dithane M45	mancozeb	ditiocarbamato	de contacto	interfieren con grupos SH
Amistar 50WG	azoxistrobina	estrobilurina	sistémica	inhibidores de la respiración
Flint 50WG	trifloxistrobina	estrobilurina	sistémica	inhibidores de la respiración
Atemi 10SL	ciproconazol	triazol	sistémica	inhibidores de la biosíntesis del ergosterol
Tilt 25EC	propiconazol	triazol	sistémica	inhibidores de la síntesis del ergosterol
Bayleton	triadimefon	triazol	sistémica	inhibidores de la biosíntesis del ergosterol
Caporal 25DC	triadimenol	triazol	sistémica	inhibidores de la biosíntesis del ergosterol

### Resultados obtenidos

En el Cuadro 12 se muestran los resultados del grado de infección inicial en el lote, el cual constituía el adecuado para realizar la prueba de fungicidas debido a que había buena presencia y condiciones para el desarrollo de la enfermedad

### Cuadro 12.

Resultado de la estimación del nivel de infección inicial del lote de caña de la variedad SP 71-5574 antes de la aplicación de los tratamientos para el combate químico de la roya naranja (*P. kuehni*) en Pérez Zeledón.

	Área Foliar Afectada (%)		
	+1	+2	+3
Infección inicial en el lote	3,7	11,1	21,4

A las dos semanas de aplicados los tratamientos la evaluación grupal obtuvo los resultados que se resumen en el Cuadro 13, donde se puede apreciar que todos los tratamientos aplicados con fungicidas a las dosis más altas tuvieron un efecto de reducción del daño, medido en porcentaje de área foliar afectada (AFA), con respecto al testigo sin aplicar; con la excepción de dos tratamientos que obtuvieron valores de AFA a los del testigo.

Mientras que se destacan los tratamientos de las parcelas 2 y 3 con el mejor efecto instantáneo en el combate de la enfermedad; los tratamientos a menores concentraciones obtuvieron valores mayores de AFA a los de sus homólogos a mayor concentración; esto debido probablemente al volumen tan alto de aplicación lo que puede provocar un efecto de baja eficacia por dilución del producto en la mezcla. El volumen tan elevado se debió más que todo a la edad del cultivo, el cual ya tenía un tamaño considerable que necesitaba de una gran cantidad de mezcla para procurar una cobertura satisfactoria del follaje.

En general los niveles de AFA obtenidos después de la aplicación no difieren en gran medida de los niveles iniciales del ensayo, con la excepción de los tratamientos de las parcelas 2 y 3, que muestran un nivel de daño menor que el encontrado originalmente en el lote.

Aunque las evaluaciones no se realizaron más allá de las dos semanas, a las ocho semanas después de la aplicación se pudo percibir (aunque no se midió) que el tratamiento de la parcela 2 mantuvo un efecto residual evidente con respecto a los demás tratamientos.

### Cuadro 13.

Resultado de la evaluación de 11 mezclas de fungicidas para el combate de la roya (*P. kuehni*) en la variedad de caña SP 71-5574. Finca La Presa, Coopeagri, Pérez Zeledón.

Parcela	Descripción de los Tratamientos	Área Foliar Afectada (%)		
		+1	+2	+3
1	Tilt 1 L/ha	5,3 ab	11,3 abc	20,6 ab
2	Caporal 0,7 L/ha + Flint 200 g/ha	2,1 d	5,3 e	11,9 e
3	Atemi 0,75 L/ha	3,1 dc	7,8 de	15,6 de
4	Amistar 300 g/ha	4,4 abc	8,8 cd	16,7 bdc
5	Bayleton 1 kg/ha	4,6 abc	10,9 abc	20,7 ab
6	Testigo	6,2 a	11,7 ab	20,3 abc
7	Atemi 0,5 L/ha	5,9 ab	11,9 a	21,1 a
8	Mancozeb 1,5 kg/ha	4,3 bc	8,8 cd	16,3 cd
9	Amistar 200 g/ha	4,2 bc	9,0 bcd	15,1 de
10	Bayleton 0,7 kg/ha	5,2 ab	10,2 abcd	18,0 abcd
11	Caporal 1 kg/ha + Flint 200 g/ha	5,5 ab	11,0 abc	19,8 abc
12	Tilt 0,75 L/ha	5,8 ab	11,8 ab	22,2 a

Valores con la misma letra no difieren estadísticamente al 0,01.

Los valores destacados en las celdas sombreadas muestran diferencias estadísticamente significativas al 0,01 con respecto a los valores de AFA previos a la aplicación de los tratamientos.

## Conclusiones

Los fungicidas de la familia de los triazoles muestran un mejor desempeño para el combate de la enfermedad.

El volumen de aplicación es muy elevado lo que podría afectar a algunos productos por el "efecto de dilución" del ingrediente activo. Esta situación debe corregirse ajustando la dosis de los productos.

El volumen de aplicación es poco práctico lo que podría hacer la alternativa del combate químico poco viable en caso de ser implementada por los productores.

El desempeño positivo de los productos estimula la evaluación durante periodos críticos del cultivo, así como repetir la experiencia realizando varias evaluaciones en el tiempo, ya que aunque la caña produce tejido nuevo muy rápidamente, se pudo percibir un efecto residual en uno de los tratamientos que merece tener en cuenta.

## Actividades de Transferencia

El Cuadro 14 presenta las actividades de capacitación y transferencia que se tienen previstas realizar en la Zona Sur, con el objetivo de informar y educar a los productores en procura de motivarlos a que estén preparados en caso de que el año 2008 se presente con ataques severos de la roya en la región.

**Cuadro 14.**

Acciones Programadas en el PAO 2008 referentes a enfrentar el problema de la roya naranja (*P. kuehni*).

Código	Título	Localidad	Ciclo	Fecha
CT 2000 RS 08	PARTICIPACION EN COMISION DE MANEJO DE LA ENFERMEDAD DE ROYA	PEREZ ZELEDON		PERIODO-08
CT 100 RS 08	PRESENTACION INFORMES PERIODICOS A JUNTA DIRECTIVA CAMARA DE CAÑEROS	SAN ISIDRO-GENERAL		PERIODO-08
CT 400 RS 08	SEMINARIO EVALUACION POST ZAFRA EN REGION SUR	SAN ISIDRO-GENERAL		PERIODO 08
CT 900 RS 08	MENSAJES RADIALES, TELEVISIVOS Y ESCRITOS.	PEREZ ZELEDON		PERIODO-08
CT	DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO REGIONAL	PÉREZ ZELEDÓN		PERIODO 08
CT 700 RS 08	DÍA DE CAMPO	PÉREZ ZELEDÓN		DIC.08
CT 800 RS 08	GIRA DE CAMPO CON TECNICOS DE COOPEAGRI R.L.	PÉREZ ZELEDÓN		PERIODO 08
CT 800 RS 08	GIRA INTERLOCAL CON JUNTA DIRECTIVA CAMARA DE CAÑEROS	PÉREZ ZELEDÓN		PERIODO 08
CT 800 RS 08	GIRA DE CAMPO CON TECNICOS Y PRODUCTORES LÍDERES: VISITA ENSAYOS DE INVESTIGACION	PEREZ ZELEDON		ago-08
CT 5000 RS 08	CHARLA SOBRE CAMPAÑA MANEJO ENFERMEDAD DE ROYA	PÉREZ ZELEDÓN		PERIODO 08
CT 400 RS 08	CURSO DE TRANSFERENCIA A PRODUCTORES	LA CENIZA-SAN ISIDRO		PERIODO 08
ID 100 RS 08	PUBLICACION BOLETIN SOBRE USO DE SEMILLA DE CALIDAD	PEREZ ZELEDON		PERIODO-08
<b>PROGRAMA DE AGRONOMÍA</b>				
SM 0300 RS 08	REPRODUCCION DE SEMILLA MEJORADA DE VARIEDADES PROMISORIAS (PR 79-3009, LAICA 03-805, B 89-1351)	PEREZ ZELEDON-COOPEAGRI	CAÑA PLANTA	PERIODO-08
SM 0300 RS 08	SEMILLERO BÁSICO I	PEREZ ZELEDON-COOPEAGRI	CAÑA PLANTA	PERIODO-08
SM 0300 RS 08	SEMILLERO BÁSICO II	PEREZ ZELEDON-COOPEAGRI	CAÑA PLANTA	PERIODO-08
SM 0600 RS 08	MUESTREOS RAQUITISMO DE LAS SOCAS EN SEMILLEROS BÁSICOS	PEREZ ZELEDON-COOPEAGRI		PERIODO-08
EF 100 RS 08	EVALUACIÓN FITOPATOLÓGICA DE PRGRAMA DE SEMILLA	PÉREZ ZELEDÓN-BUENOS AIRES		PERIODO 08
EF 500 RS 8	EVALUACIÓN DEL CONTROL QUÍMICO DE LA ROYA USANDO 6 FUNGICIDAS A DOS DOSIS	PEÑAS BLANCAS-GENERAL VIEJO		PERIODO 08