

# Resistencia del Invasor al Fusilade en Costa Rica

- Proyecto 736-B2-088 “Estudio y manejo de la resistencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) a herbicidas inhibidores de la ACCasa en Costa Rica. EEAFBM, UCR”.
- Proyecto 736-B4-219 “Bases moleculares de la resistencia de *Rottboellia cochinchinensis* (Invasor) a herbicidas inhibidores de la ACCasa. CIA, EEAFBM, UCR.

**Franklin Herrera, Robin Gómez, Luis Alpizar, Rolbin Castillo, Arturo Brenes, Walter Barrantes, Noylys Duarte, Pilar Castillo, Juan Carlos Alfaro, Gerardo García.**





## Invasor

- ✓ Ampliamente distribuido en Centroamérica y otros países
- ✓ Problemática en cultivos de granos básicos y caña de azúcar, entre otros
- ✓ Cuarentenaria en EUA
- ✓ Ha sido controlado con herbicidas posemergentes inhibidores de la ACCasa.



## Herbicidas inhibidores de la ACCasa registrados en Costa Rica: grupo de los “fops”

### 1. fluazifop-p-butil (frijol)

**Fusilade 12,5 EC.** Flop 12.5 EC. Fantasma 12.5 EC. Trabuco 12.5 EC  
Yerbalade y Frijolade (Nicaragua)

### 2. propaquizafop (frijol)

Agil 10 EC

### 3. haloxifop metil (frijol)

Galant 12 EC y 24 EC

### 4. fenoxaprop-p-etil (arroz)

Furore 4.5 EC. Fenoxaprop-p-etil 4.5 EC. Mapcid 14.5 EC. Mentor 4.5 EC  
Ricestar 6.9 EC. Starice 6.9 EC

### 5. cyhalofop-butil (arroz)

Clincher 18 EC. Claron 18 EC

### 6. quizalofop-p-etil (frijol, piña)

Leopard 1.8 EC y 10 EC. Mostar 10.8 EC. Bioquim star 11 EC. Sonic 9.9 EC.

## Herbicidas inhibidores de la ACCasa registrados en Costa Rica: grupo de los “dims”

1. **cletodim** (frijol, piña y otros)  
Select 12 EC y 24 EC. Cletozell 12 EC.
2. **profoxidim** (arroz)  
Aura 20 EC
3. **setoxidim** (frijol y arroz)  
Nabu 12.5 EC

## RESISTENCIA DE MALEZAS A HERBICIDAS

“Es la capacidad hereditaria de individuos de una población de malezas de sobrevivir a un herbicida que bajo condiciones normales controla la población de esa maleza” (HRAC, WSSA).

<http://www.hracglobal.com/Home.aspx>

<http://www.weedscience.org/summary/home.aspx>

## PORQUÉ OCURRE LA RESISTENCIA DE MALEZAS A HERBICIDAS?

Algún individuo por alguna característica propia y heredable logra sobrevivir y reproducirse cuando recibe el herbicida, mientras que el resto de individuos de su población muere.

Por lo tanto este nuevo biotipo con el tiempo será dominante en el área y no controlado por ese herbicida.

Uso repetido de un mismo herbicida

Uso repetido de herbicidas diferentes pero con el mismo mecanismo de acción

Monocultivos y reducido uso de otras alternativas de control

## ALERTA EN CAMPO CUANDO ...

- ✓ Aparecen plantas que no son controladas por el herbicida en su dosis recomendada y bajo condiciones normales de aplicación.
- ✓ Se presentan pequeños parches no controlados que se hacen más grandes con el tiempo.

## Caso de resistencia del Invasor a fluazifop

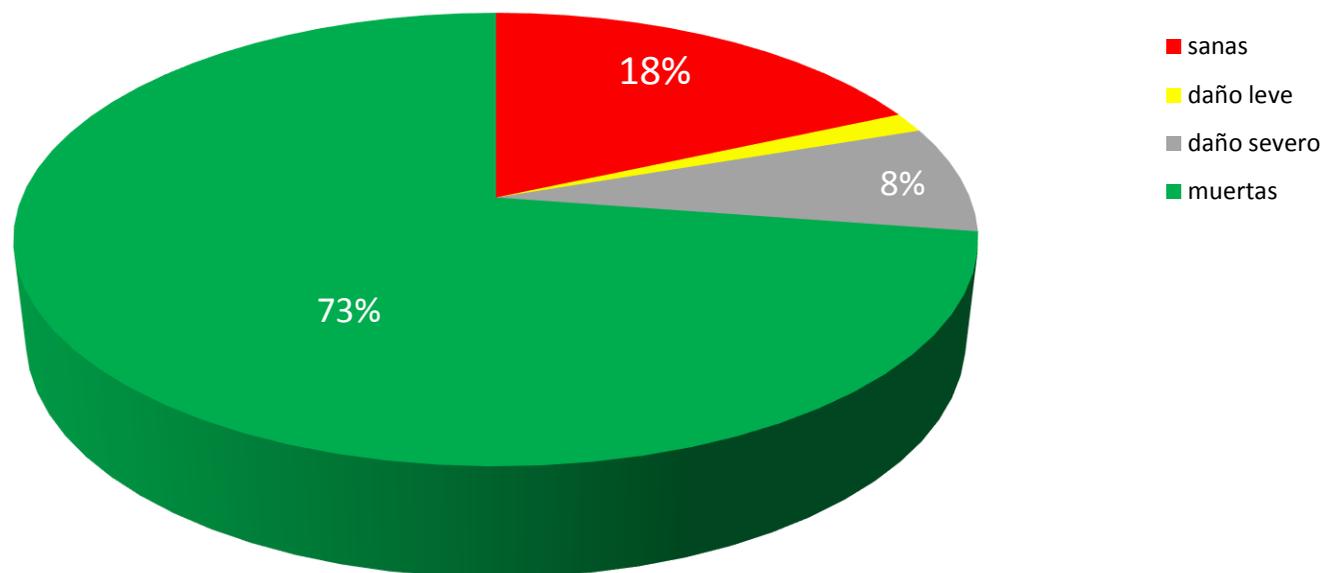
Año 2012

- ✓ Se comunicó de problemas en el control de invasor con Fusilade (fluazifop) en frijol, en la zona de Villa Hermosa de San José de Upala.
- ✓ Se recogió semilla de plantas sobrevivientes
- ✓ Pruebas preliminares con dosis crecientes hicieron suponer la presencia de resistencia al fluazifop en esas poblaciones de invasor.



Biotipo RCCRF1: de izquierda a derecha, testigo, 1, 2 y 4 litros de Fusilade /ha, aplicado en estado de 3 a 4 hojas. EEAFBM 2012.

### Semilla de lote en barbecho



Porcentaje de plantas de Invasor con diferente grado de daño, después de ser aplicadas en dos ocasiones con fluazifop-p-butil a 125 g/ha. EEAFBM, Alajuela. 2012.



**2012-2013**

Se establecieron parcelas en el sitio afectado, con doble aplicación fluazifop-p-butil (Fusilade 1 l/ha), Invasor de 2 a 3 hojas y 20 días después.

**Objetivos:**

- Ver distribución de biotipo resistente en el lote.
- Recoger semilla de plantas sobrevivientes para futuros estudios.



Se encontraron parches de plantas de Invasor que sobrevivieron a doble aplicación del fluazifop.

La mayoría de plantas de invasor fueron susceptibles al fluazifop.



✓ Recolección de semilla de invasor de plantas sobrevivientes a aplicaciones de fluazifop.

✓ 2 biotipos:

- Verde normal (dominante)
- Tallo rojo, más vigorosa y con más raíces aéreas

Años 2013-2014

Respuesta de Invasor R a dosis crecientes de los herbicidas fluazifop-p-butyl, cletodim y cyhalofop butyl.



Aplicación a 3 a 4 hojas.

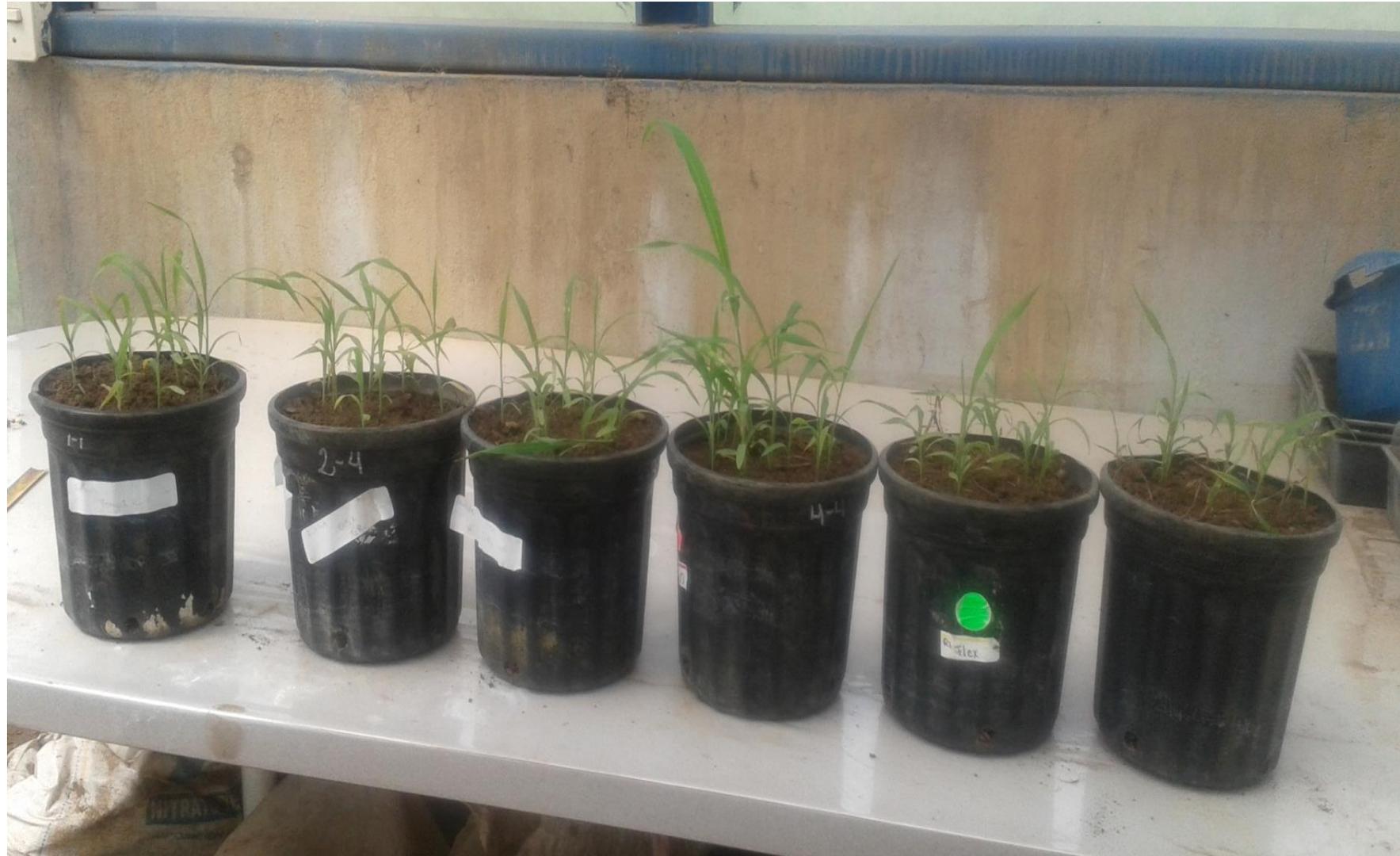
- ✓ **cletodim (Select)** utilizado en frijol.
- ✓ **cyhalofop butyl (Clincher)** utilizado en arroz.

En la zona ocurre rotación frijol con arroz.

**Objetivos**

- Verificar resistencia a fluazifop
- Evaluar posible resistencia cruzada a otros “fops y dims”
- Estimar  $GR_{50}$  e IR para el biotipo de Invasor RCCRF1.

## Fluazifop-p-butil (Fusilade) en invasor de Upala-R



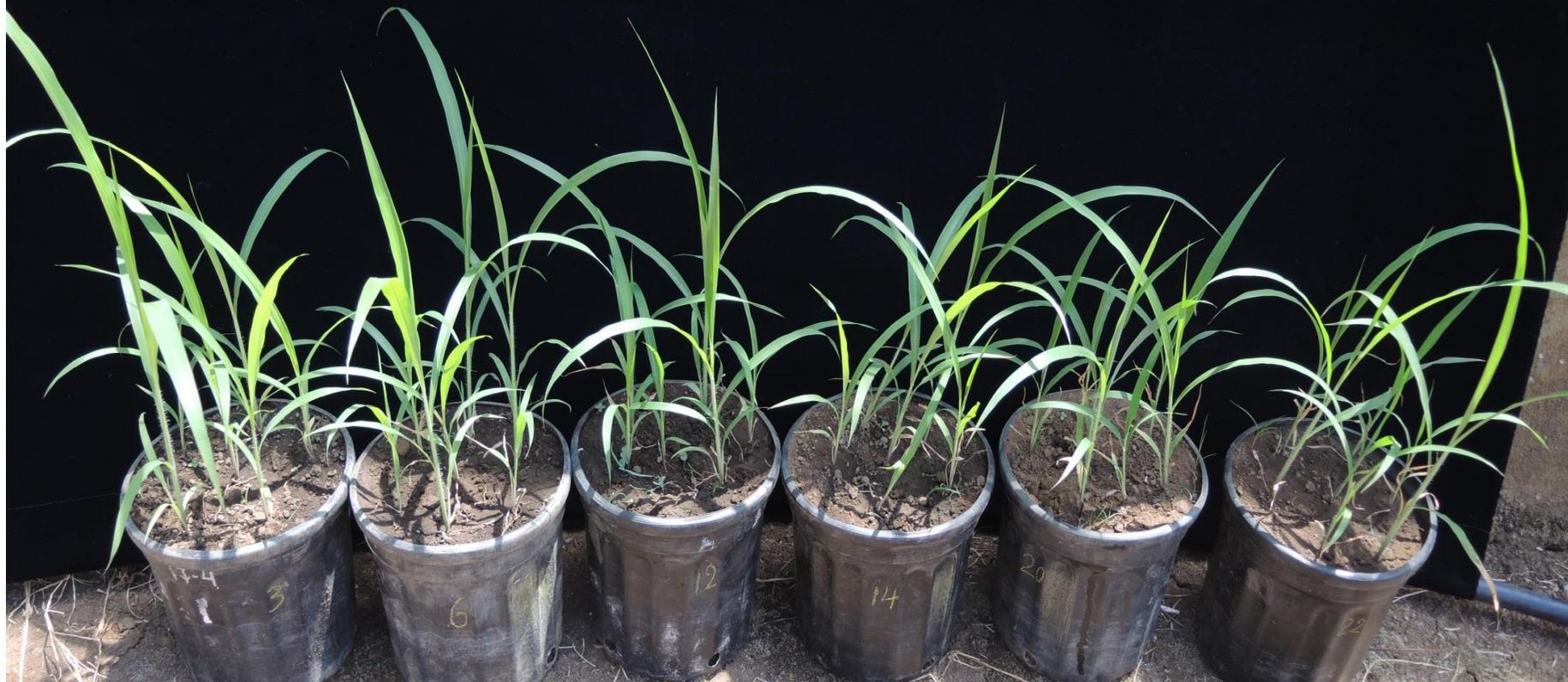
De izquierda a derecha: Testigo, fluazifop-p-butil 125, 250, 500 750 y 1000 g/ha

# Cyhalofop butil (Clincher) en Invasor-R Upala



De izquierda a derecha: Testigo, cyhalofop butil 135, 270, 540, 1080 y 2160 g/ha

Cyhalofop butil en Invasor-R de Upala (2015)  
Semilla procedente de plantas que habían sobrevivido a 8 l de Fusilade/ha  
aplicados en campo en Upala



De izquierda a derecha: Testigo, cyhalofop butil 270, 540, 1080, 2160 y 4320 g/ha

**Soportaron 24 veces la dosis comercial sin ser afectados**

## Cyhalofop butil (Clincher) en Invasor de la EEAFBM, FBS (2015)



De izquierda a derecha: Testigo, cyhalofop butil 270, 540, 1080, 2160 y 4320 g/ha



- Invasor-R (Upala) fue resistente a Fusilade y Clincher
- Pero susceptible al cletodim (Select)

**Cómo explicar esto si los tres herbicidas tienen el mismo mecanismo de acción ?**

## Estudio molecular con los biotipos de Invasor R (Upala) y susceptible (FB)

- **El invasor R-Upala presentó una mutación en la ACCasa, conocida como sustitución Trp-2027-Cys** que **conferiere resistencia al grupo de los FOPs**, al cual pertenecen los herbicidas fluazifop-p-butil (Fusilade) y cyhalofop butil (Clincher), **pero no confiere resistencia al grupo de los DIMs** al cual pertenece el cletodim (Select)\*

\*Castillo M.; Brenes A.; Herrera ,F.; Gómez L. (2016) **Molecular basis for resistance to fluazifop-P-butyl in itchgrass (*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W.D. Clayton) from Costa Rica. Planta Daninha (Brasil) v 34:1 143-150.**

***Problema es que en campo en 2015 vimos plantas de Invasor tratadas con Select que sobrevivieron y produjeron semilla***

Parcelas de Invasor con diferentes dosis de fluazifop y cletodim. 2016.



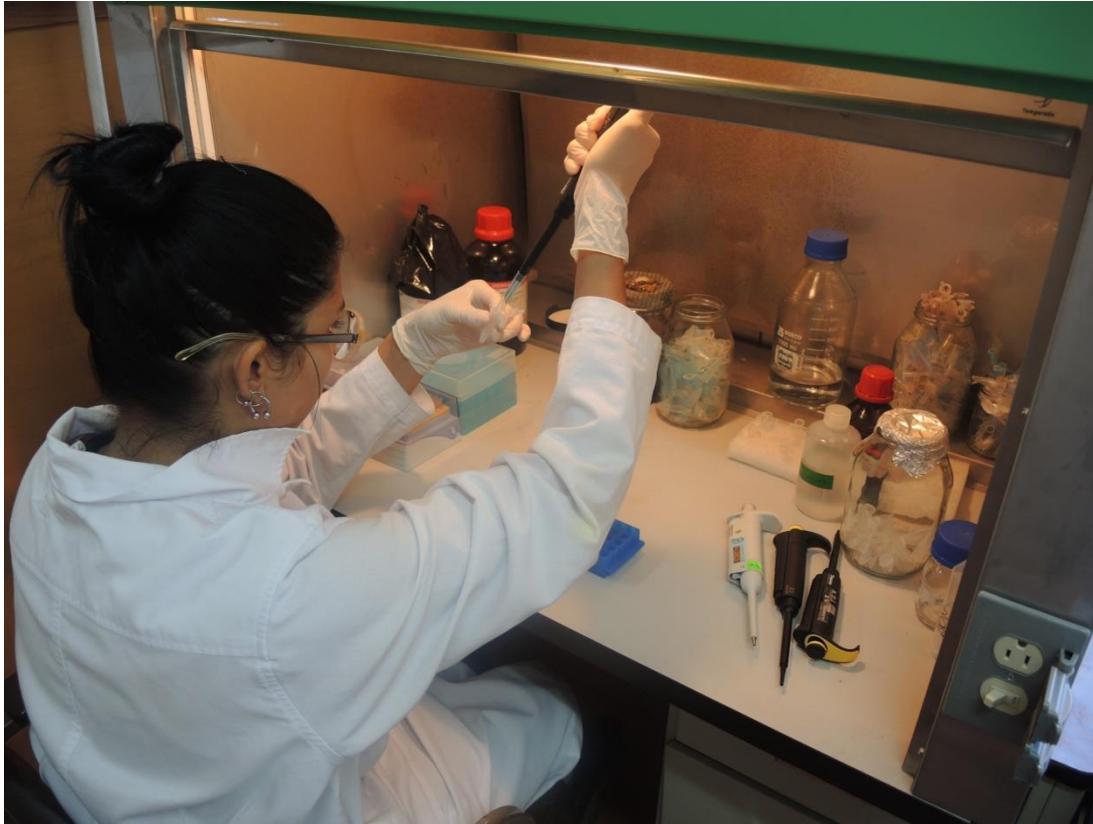
- ✓ Recolección de semillas de plantas sobrevivientes
- ✓ Pruebas posteriores confirmaron resistencia a cletodim (Select)
- ✓ Mutación encontrada **Gly 2096 A** que le confiere resistencia a cletodim



## Distribución de Invasor-resistente a fop en la zona de Upala



Fincas con reporte de *Rottboellia cochinchinensis* resistente a Fusilade en la zona de Upala.



Extracción de ADN, amplificación y medición de temperatura y fluorescencia al romper enlaces donde están las mutaciones.

Se generan patrones para Invasor R a fusilade y Susceptible.

Se comparan las muestras analizadas con los patrones originales.

En el 2016 se desarrolló en la EEFBM técnica HRM para diferenciar biotipos R y S de Invasor.





- 2017 se visitaron 107 fincas con frijol en los cantones de Upala y Guatuso.

- **75 con Invasor**
- 32 limpias (sin invasor)





2017 se hacen muestreos en toda la zona frijolera de Upala y Guatuso, para extraer ADN y hacer análisis HRM para conformar un mapa de distribución de Invasor resistente en la zona. Cada muestra es debidamente georeferenciada.

## OTROS TRABAJOS SOBRE BIOLOGÍA Y MANEJO DE INVASOR RESISTENTE

- Estudios comparativos de tasa de crecimiento y habilidad competitiva entre Invasor R y S
- Eficacia de la pendimetalina
- Otros herbicidas posemergentes



Estudio de crecimiento, producción de semilla, biomasa, ciclo y otros con 4 poblaciones de invasor 2-R y 2-S.

## Pendimetalina (Prowl 50 EC) en Invasor R (Upala).

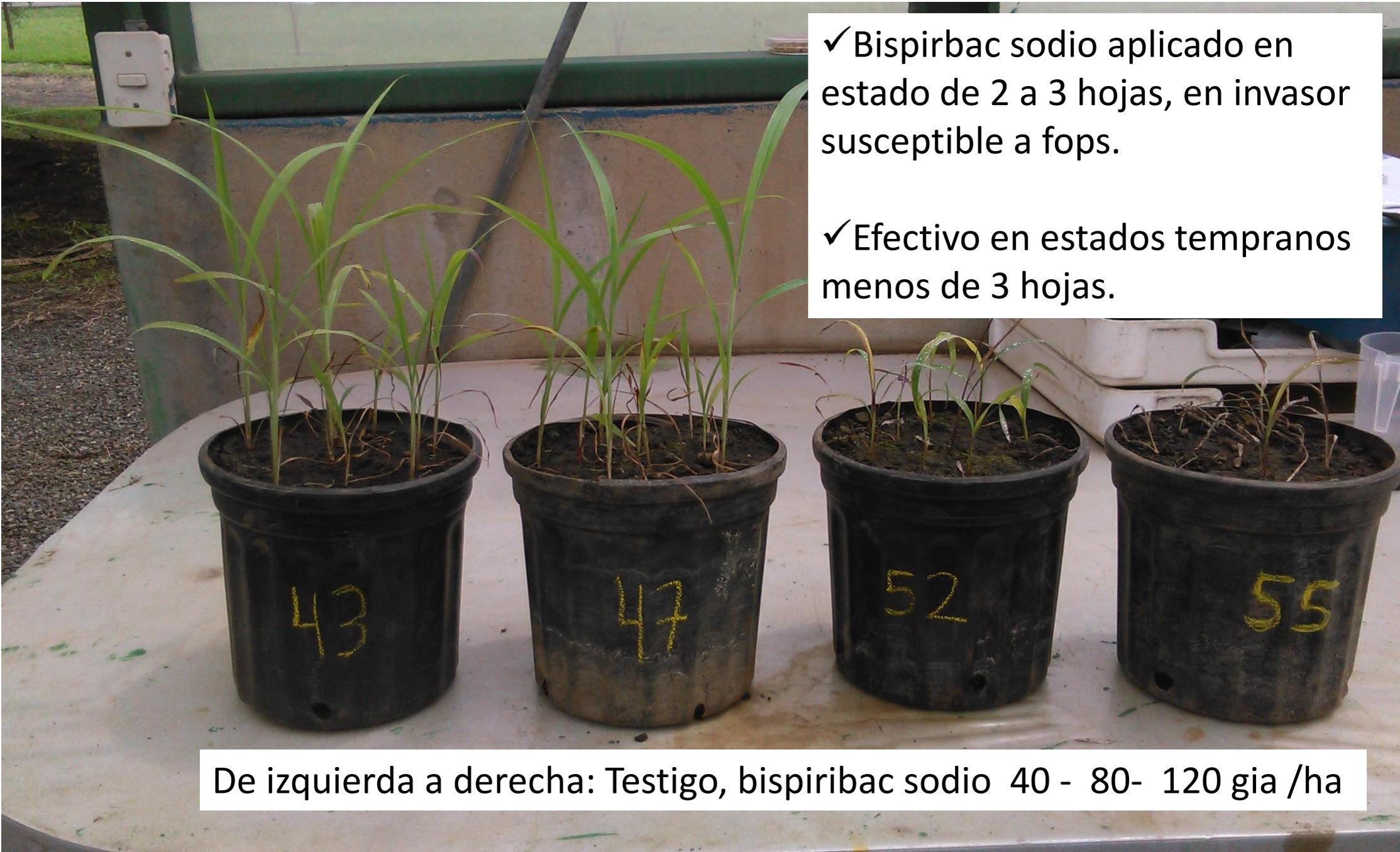


De izquierda a derecha: Testigo, pendimetalina 1- 1,5- 2,5 kg ia/ha

- Bispirbac sodio (Nominee) aplicado en estado de 2 a 3 hojas en biotipo de invasor resistente a fops.
- Herbicida inhibidor de la ALS, utilizado en arroz.

De izquierda a derecha: Testigo, bispiribac sodio 40 - 80- 120 g/ha

- ✓ Bispirbac sodio aplicado en estado de 2 a 3 hojas, en invasor susceptible a fops.
- ✓ Efectivo en estados tempranos menos de 3 hojas.



De izquierda a derecha: Testigo, bispiribac sodio 40 - 80- 120 g/ha

- ✓ Nicosulfuron (Accent) aplicado en estado de 2 a 3 hojas en invasor de Upala resistente a fops.
- ✓ Herbicida inhibidor de la ALS utilizado en posemergencia en maíz.



De izquierda a derecha: Testigo, nicosulfuron 75, 100, y 125 g/ha

## CONCLUSIONES

1. Se corroboró resistencia al fluazifop (Fusilade) en Invasor de Upala.
2. Se confirmó resistencia cruzada del Invasor-R Upala al herbicida cyhalofop butil (utilizado en arroz)
3. Se confirmó resistencia del Invasor-R Upala al cletodim (Select) utilizado en frijol.
4. Existen al menos dos biotipos de Invasor en Upala, uno con mutación **Trp-2027-Cys** (resistente a los herbicidas “fops” y otro con mutación **Gly 2096 A** resistente a “dims” (cletodim-Select).

5. Pendimetalina en preemergencia de 1,5 a 2,5 kg puede ser una alternativa para el manejo del invasor resistente en frijol, arroz y maíz. (Atención a cuidados en arroz y maíz).

6. Nicosulfuron (Accent) en dosis de 75 g/ha en posemergencia temprana (2 a 3 hojas) puede ser una alternativa para manejar biotipos resistentes a fops en el cultivo de maíz.

7. Bispiribac (Nominee) para arroz tuvo efecto sobre Invasor-R en estados de desarrollo muy tempranos.

# QUÉ HACER?

1. No utilizar herbicidas inhibidores de la ACCasa en las áreas afectadas.
2. Evitar la dispersión de semillas de este biotipo a otras áreas.
3. Evitar que plantas resistentes produzcan semilla.
4. Mapeo y ubicación de áreas afectadas para focalizar trabajos específicos en ellas.

## QUÉ HACER?

5. Estrategias para reducir el banco de semillas del biotipo resistente, como:  
provocar germinación y eliminar plántulas, barbechos, coberturas...
6. Evitar enterrar las semillas (mínima labranza).
7. Utilizar otras alternativas de control.
8. Rotación de cultivos que utilicen otros herbicidas.

[franklin.herrera@ucr.ac.cr](mailto:franklin.herrera@ucr.ac.cr)

Telf 2511 7769

MUCHAS GRACIAS

