



*Lo esencial es invisible
a los ojos*

*Las malezas tienen
un efecto esencial
invisible a los ojos*

Manejo integrado de malezas en el cultivo de caña de azúcar

Mauricio Quevedo Amaya
Fisiólogo

Programa de agronomía
ymquevedo@cenicana.org.co



¿Qué necesito
controlar?



¿Qué es una maleza ó arvense?

Planta salvaje que crece donde no es deseada,
especialmente entre los cultivos o jardines.

Oxford Advanced Learner's Dictionary

Una planta que crece donde no la
deseamos

*Salisbury 1961 - Definición de
Malherbología*

Las malezas siempre han sido condenadas sin
un juicio justo

King 1951 - Definiciones entusiastas

Las malezas son especies pioneras de una sucesión
secundaria, de los cuales el campo de cultivo es un
caso especial

Bunting 1960 - Definición de ecología



AGROVOC Multilingual Thesaurus

Content language

Spanish ▾



Search

Alphabetical

Hierarchy

- ↳ Hembra
- ↳ Huéspedes
- ↳ Insectívoros
- ↳ Líquenes
- ↳ Macho
- ↳ Microorganismos
- ↳ Monera
- ↳ Organismos acuáticos
- ↳ Organismos beneficiosos
- ↳ Organismos del suelo
- ↳ Organismos endémicos
- ↳ Organismos epónticos
- ↳ Organismos excavadores
- ↳ Organismos heterótrofos
- ↳ Organismos indicadores
- ↳ Organismos modificados genéticamente
- ↳ Organismos nativos
- ↳ Organismos transmitidos por semilla
- ↳ Organismos transmitidos por suelo
- ↳ Parásitos
- ↳ Plagas
 - ↳ Animales nocivos
 - ↳ Especie invasiva
 - ↳ Plagas cuarentenarias
 - ↳ Plagas de animales
 - ↳ Plagas de plantas
 - ↳ Plagas de productos almacenados
 - ↳ Plagas forestales
 - ↳ Plagas migratorias

[Organismos](#) > [Plantas](#) > [Plantas nocivas](#) > [Malezas](#)[Organismos](#) > [Plagas](#) > [Plantas nocivas](#) > [Malezas](#)

PREFERRED TERM

① **Malezas** 

DEFINITION

① A plant that is a pest in a particular circumstance (thrives in places where it is not wanted by people, for example in fields, or in gardens.)
(en)

BROADER CONCEPT

[Plantas nocivas \(es\)](#)

NARROWER CONCEPTS

- [broad leaf weeds \(en\)](#)
- [irrigated area weeds \(en\)](#)
- [Malezas acuáticas \(es\)](#)
- [Malezas anuales \(es\)](#)
- [Malezas herbáceas \(es\)](#)
- [Malezas perennes \(es\)](#)
- [Plantas accidentales \(es\)](#)
- [sedge weed \(en\)](#)

RELATED CONCEPTS

[Plantas parásitas \(es\)](#)

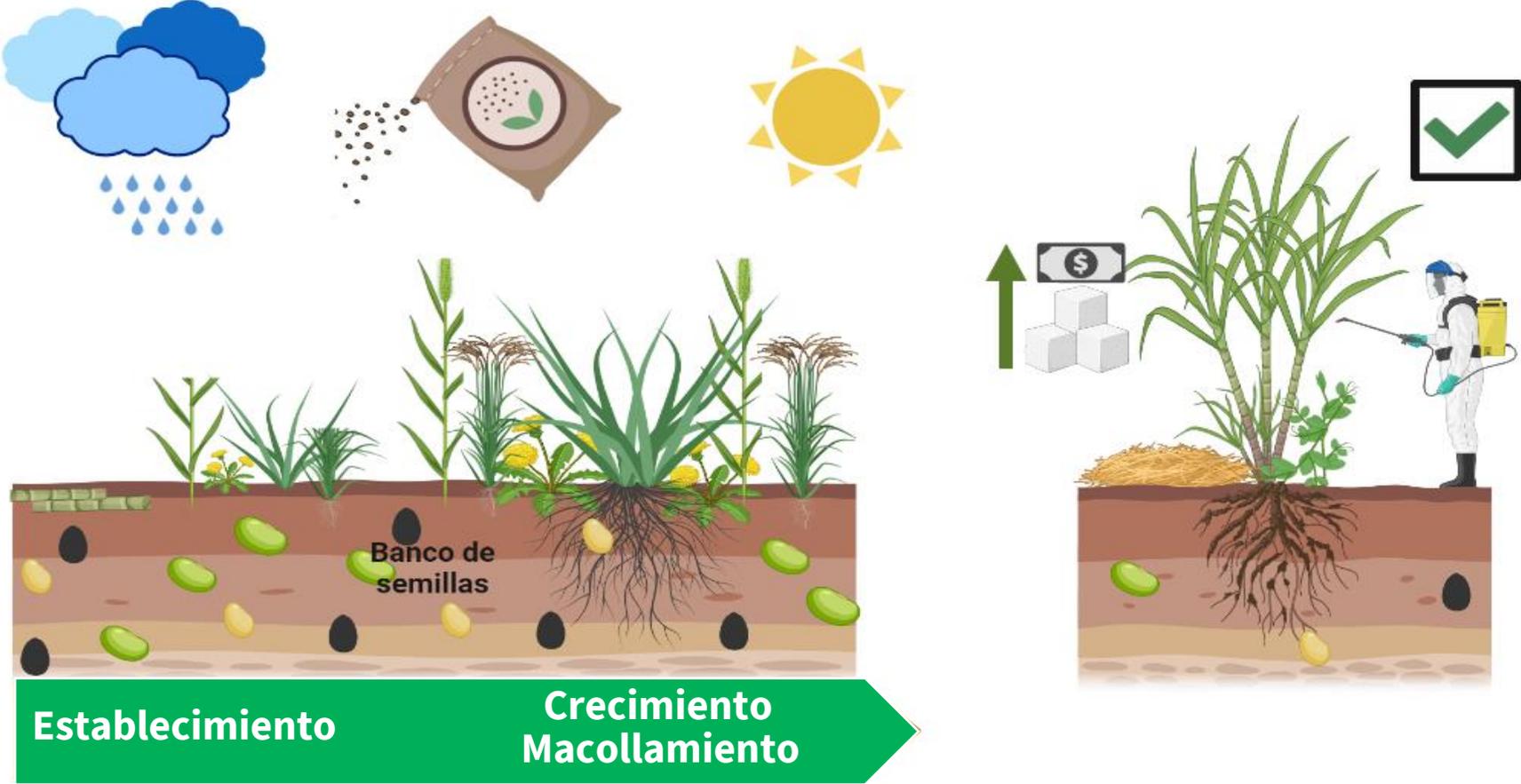
AFFECTS

[Plantas \(es\)](#)

INCLUDES

- [Cirsium arvense \(es\)](#)
- [Convolvulus arvensis \(es\)](#)

Las malezas generan interferencia con el cultivo, causando graves disminuciones de la productividad



Las malezas se clasifican en cuatro grandes grupos

Hoja ancha



Cyperaceas



Gramíneas u Hoja angosta



Commelinaceas

¿Qué voy a controlar?

Ambas son gramíneas o monocotiledóneas



Caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*)

Control con Hexaxinona (Post)



Liendrepuerco (*Echinochloa crus-galli*)

Control con Ametrina (Post)



<https://www.cenicana.org/manual-de-reconocimiento-de-arvenses-en-el-cultivo-de-la-cana-de-azucar/>

¿Por qué es necesario conocer si una planta es anual o perenne?

Ipomoea indica (Burm.) Merr.



Ciclo: Anual

Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton



Ciclo: Anual

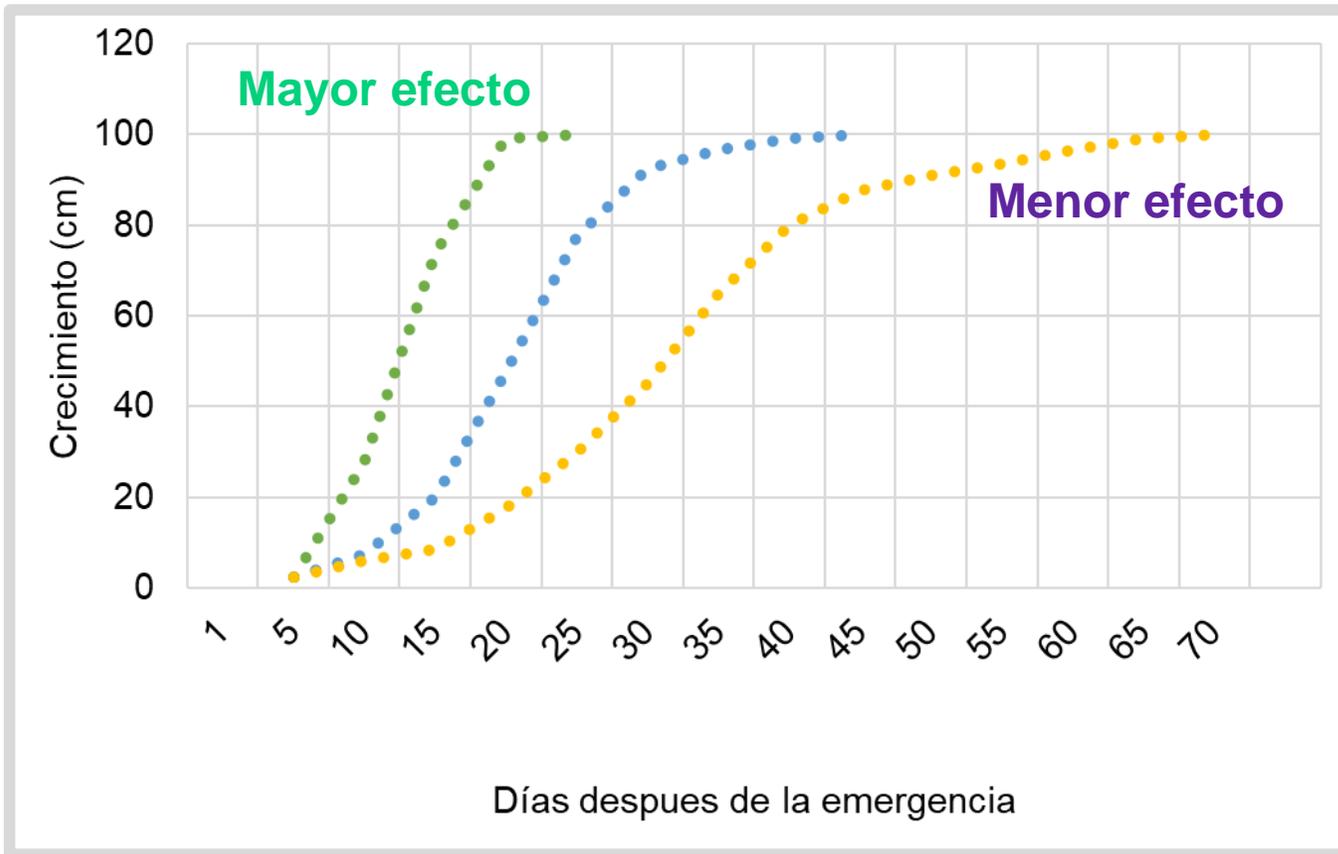
Cyperus rotundus L.



Ciclo: Perenne



Las malezas difieren en su tasa de crecimiento



¿Dónde las
voy a
controlar?



El tamaño de las malezas importa

Más fáciles de controlar



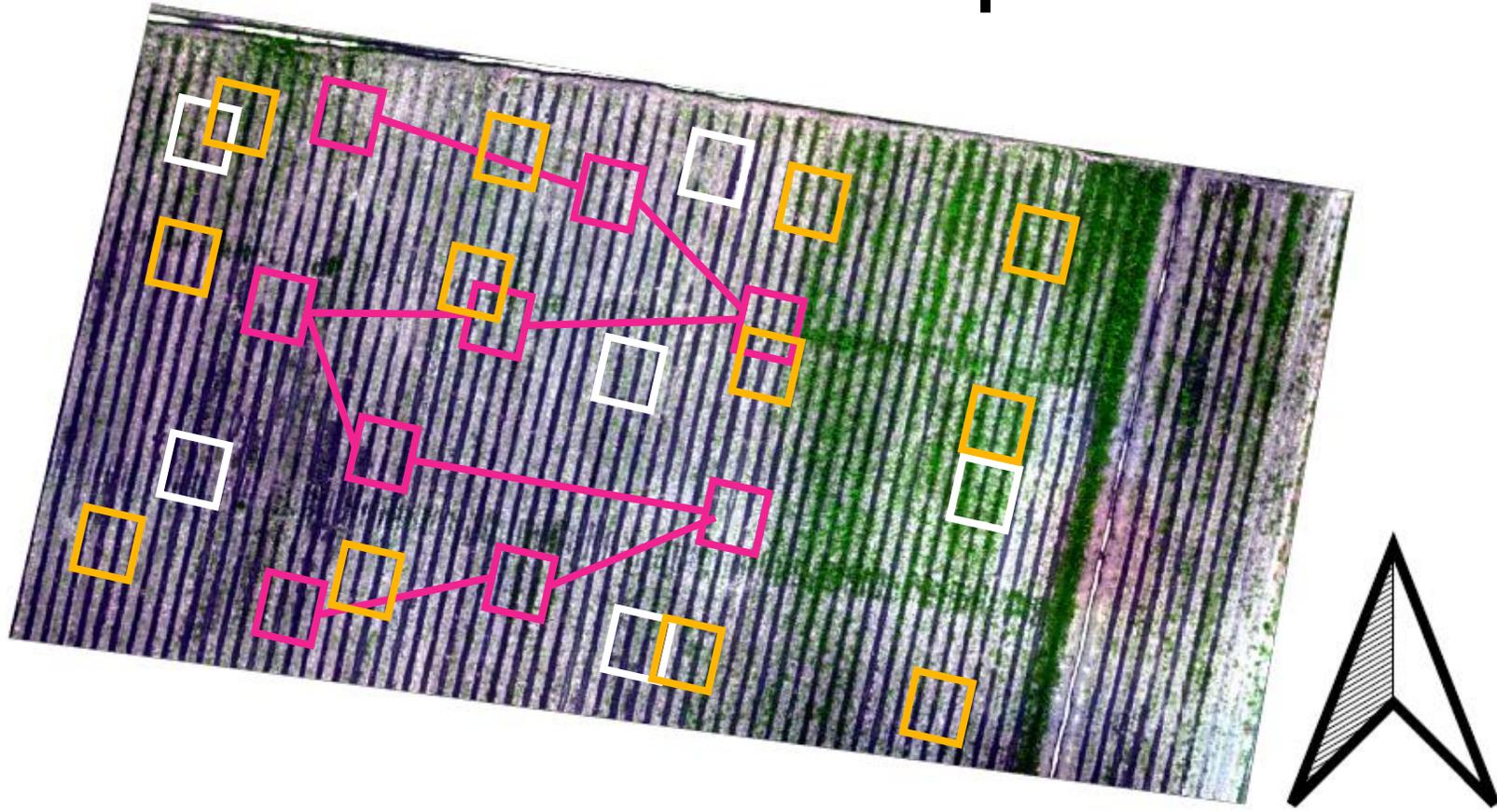
Poca cantidad de proteína blanco
Alta translocación
Poco efecto competitivo

Mucho más difícil de controlar



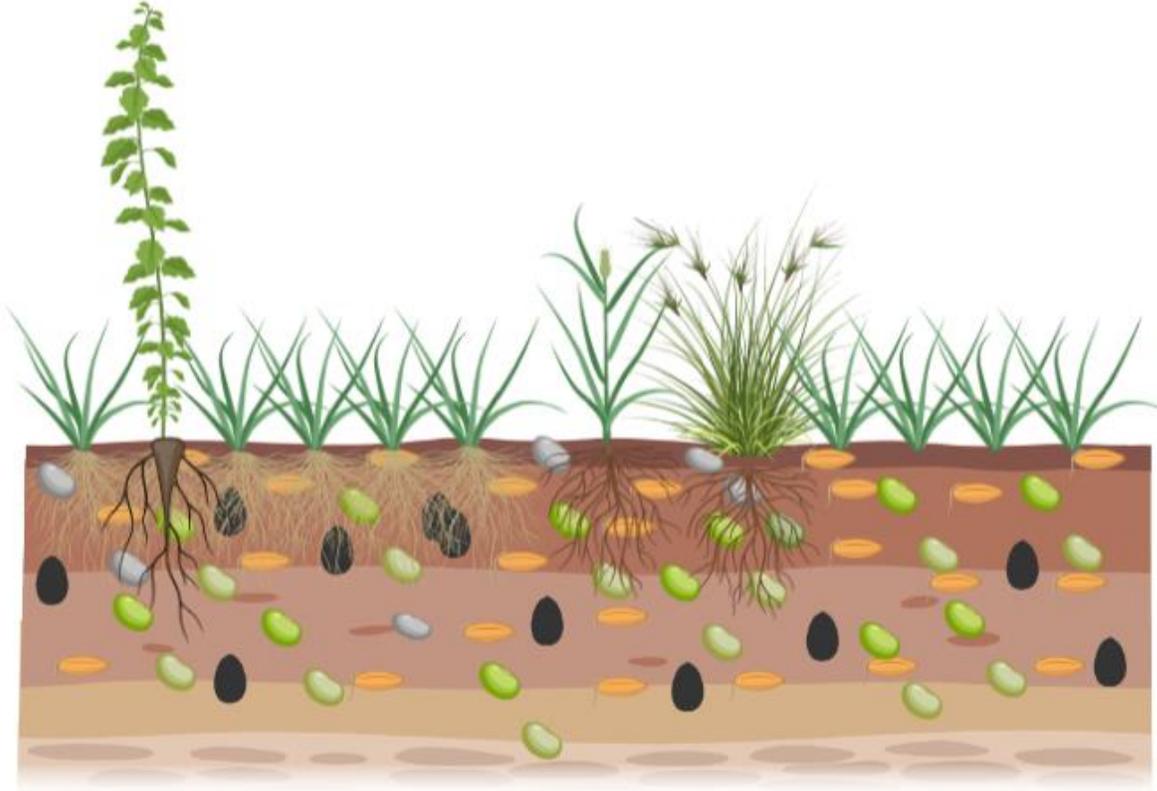
Alta cantidad de proteína blanco
Baja translocación
Alto efecto competitivo

Las malezas presentan distribución en parches



Evaluación visual del porcentaje de cobertura por cada especie

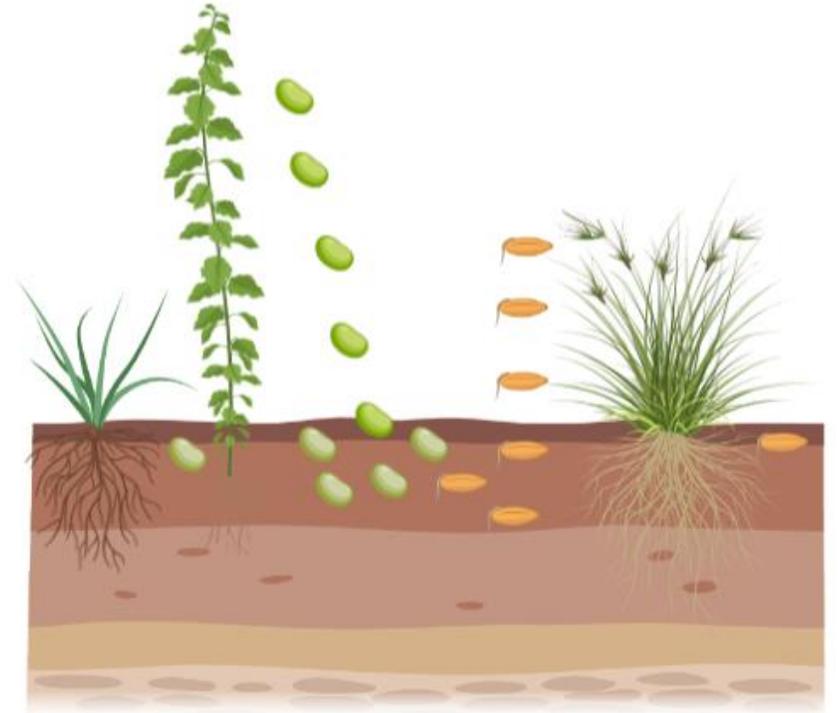
¿Qué es un banco de semillas?



“Acumulación de semillas latentes o quiescentes que contribuyen al establecimiento de poblaciones de malezas en el agroecosistema”



Un ecosistema tiene una capacidad de carga de individuos



Pero no una capacidad de carga de semillas en el suelo

El control previo a la producción de semillas es clave para los futuros ciclos

Plantas/m ²	Semillas/Planta			
	20	200	2.000	200.000
-				
5	1.000.000	10.000.000	100.000.000	10.000.000.000
30	6.000.000	60.000.000	600.000.000	60.000.000.000
60	12.000.000	120.000.000	1.200.000.000	120.000.000.000
90	18.000.000	180.000.000	1.800.000.000	180.000.000.000

Rottboellia cochinchinensis (Lour.) Clayton



2.000-16.000 semillas/Planta

Echinochloa colonum (L.) LINK 1833



3.000 – 6.000 semillas/Planta

Ipomoea indica (Burm.) Merr.

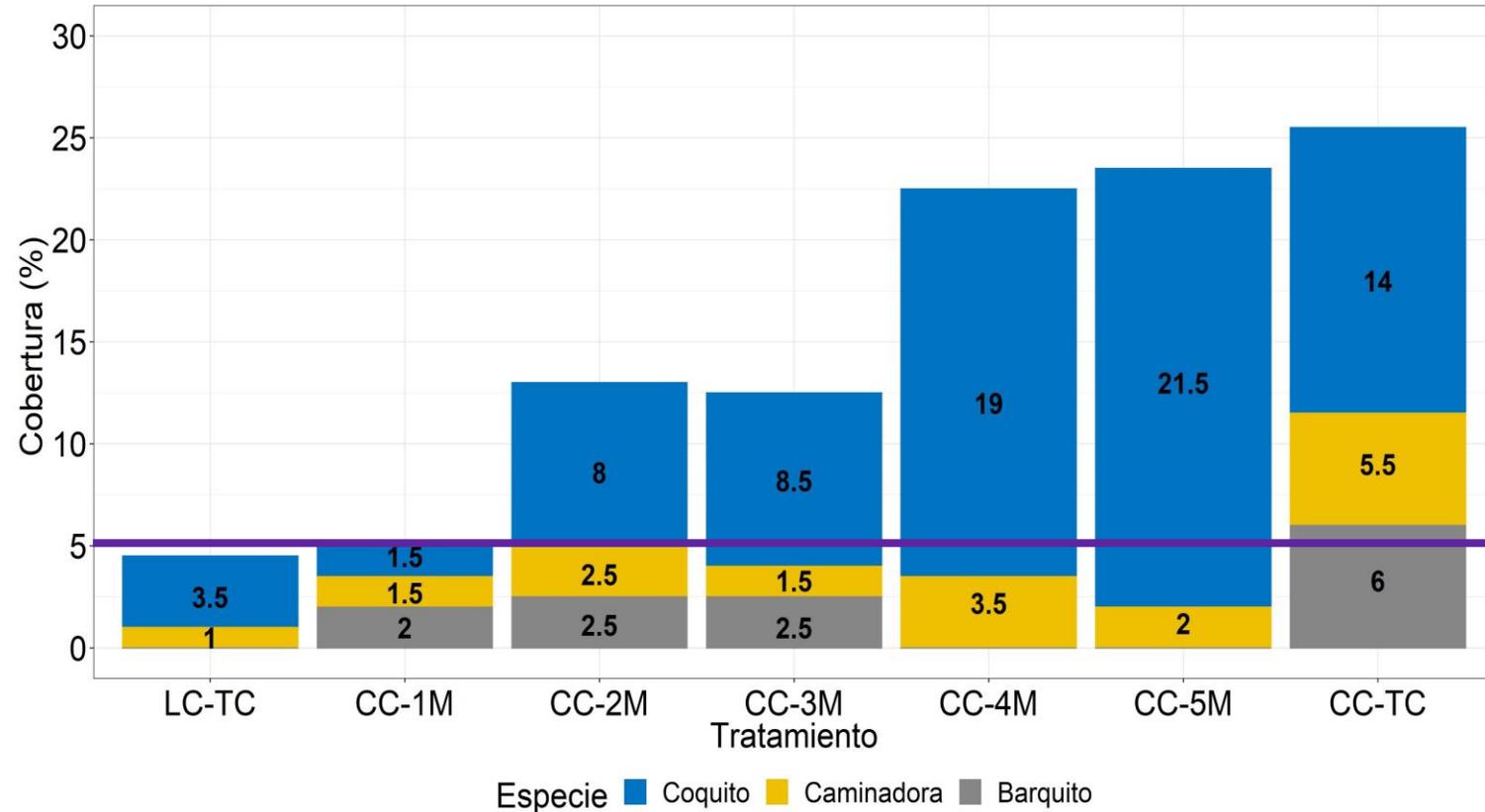


Hasta 26000 semillas/Planta

Reducir la producción de semillas en un ciclo va a generar una menor población de malezas futuras



Cobertura de maleza 1 mes después del corte



Algunas actividades antrópicas afectan el banco de semillas

Incorporación o exposición



Pérdida de diversidad y aumento de especies dominantes



Presión de selección



¿Realizan limpieza de los equipos de campo?



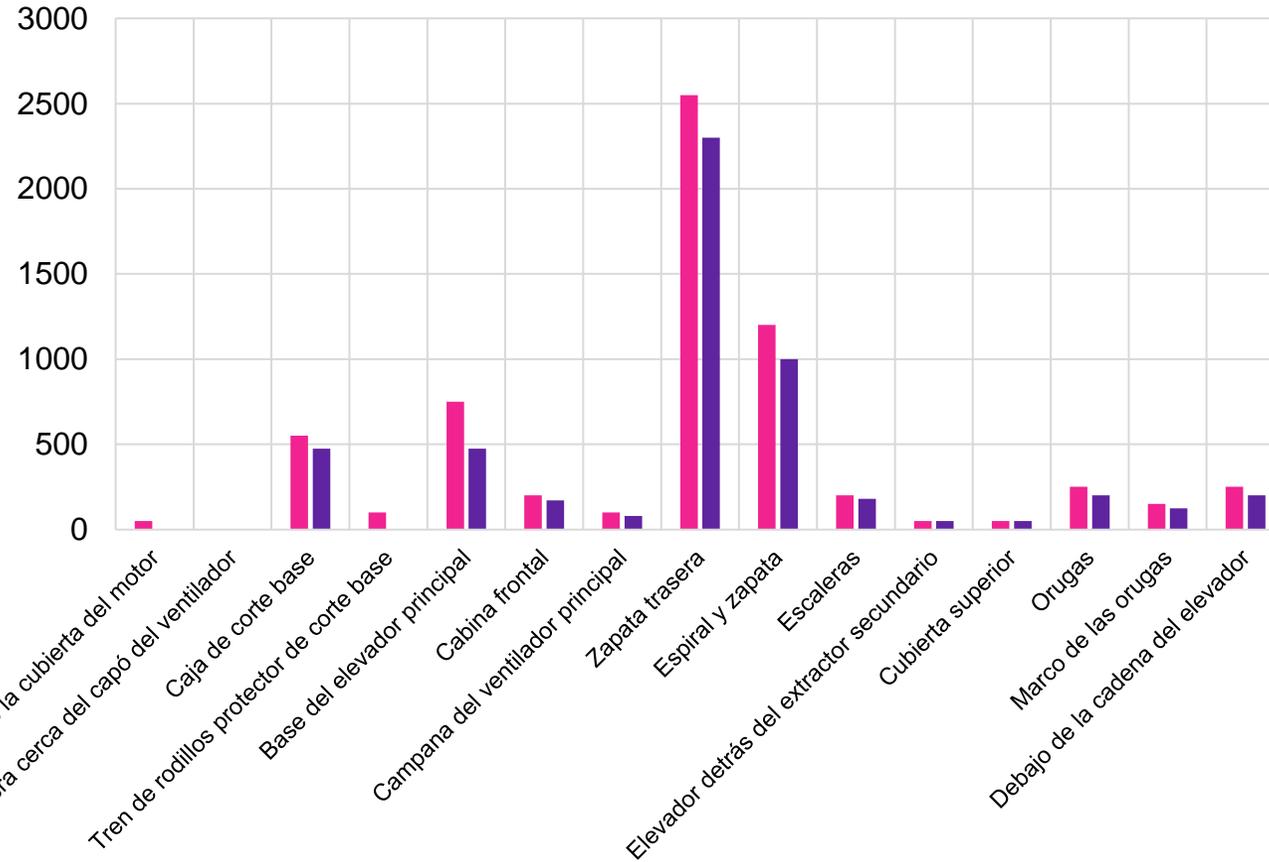
Estudio de caso en Australia – Queensland
209 semillas por vehículo
90 especies en barro y polvo

- Guardabarros traseros 24%
- Guardabarros delanteros 16%
- Parte inferior del vehículo 36%
- Cabina 12%
- Motor y radiador 3%
- Llantas y rines 9%

Las cosechadoras son un vehículo de dispersión de semillas

Número de semillas de batatilla rosada

■ Promedio de semillas colectadas ■ Promedio de semillas viables



Parte de la cosechadora

¿Cuándo voy a controlar?



¿Cuál es el momento oportuno de control?



¿Cuándo voy a controlar?

El cultivo debe estar limpio entre los 20 y 120 días

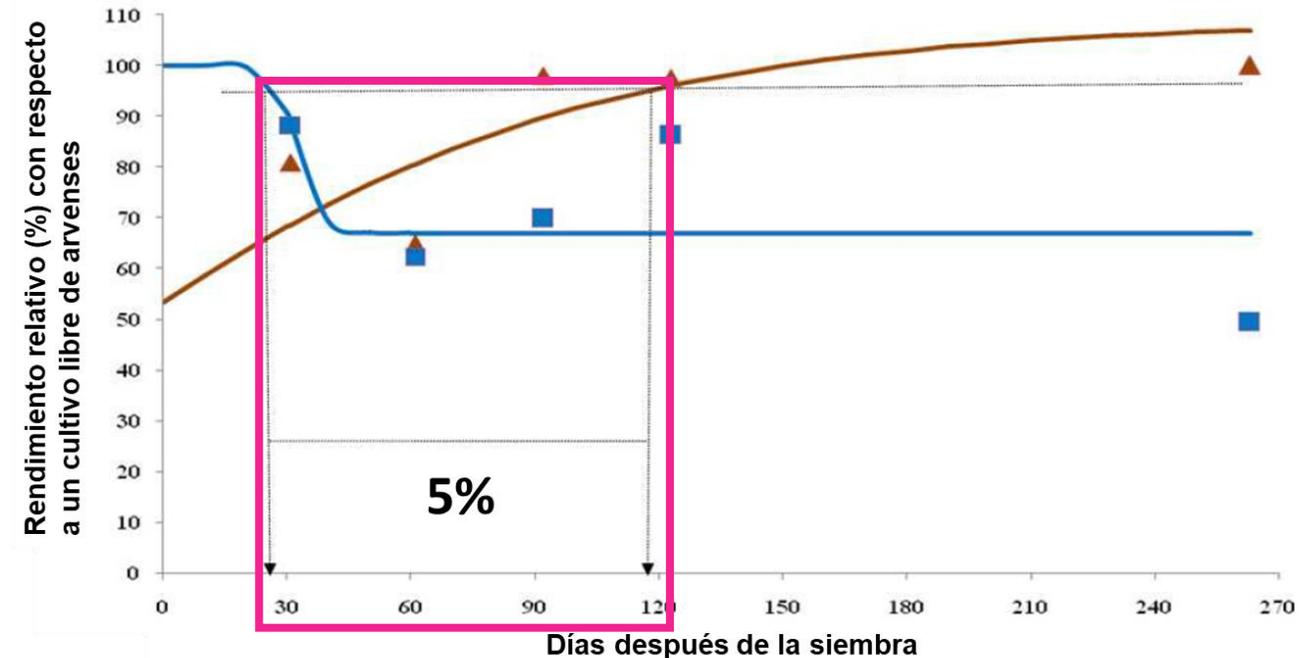


Figura. Efecto de la interferencia de las arvenses en la productividad total de la caña de azúcar. Aumento en la duración de la interferencia de las arvenses () y curvas ajustadas por la ecuación logística; aumento del periodo libre de arvenses () y curva calculada por la ecuación de Gompertz. Puntos representan el promedio de dos temporadas. Línea horizontal indica el 5%, 10%, 15% y 20% de pérdida aceptable de la productividad usado para calcular el CPWC. Mientras que líneas verticales indican el inicio y el final del periodo de CPWC

(Kouame *et al.*, 2014)

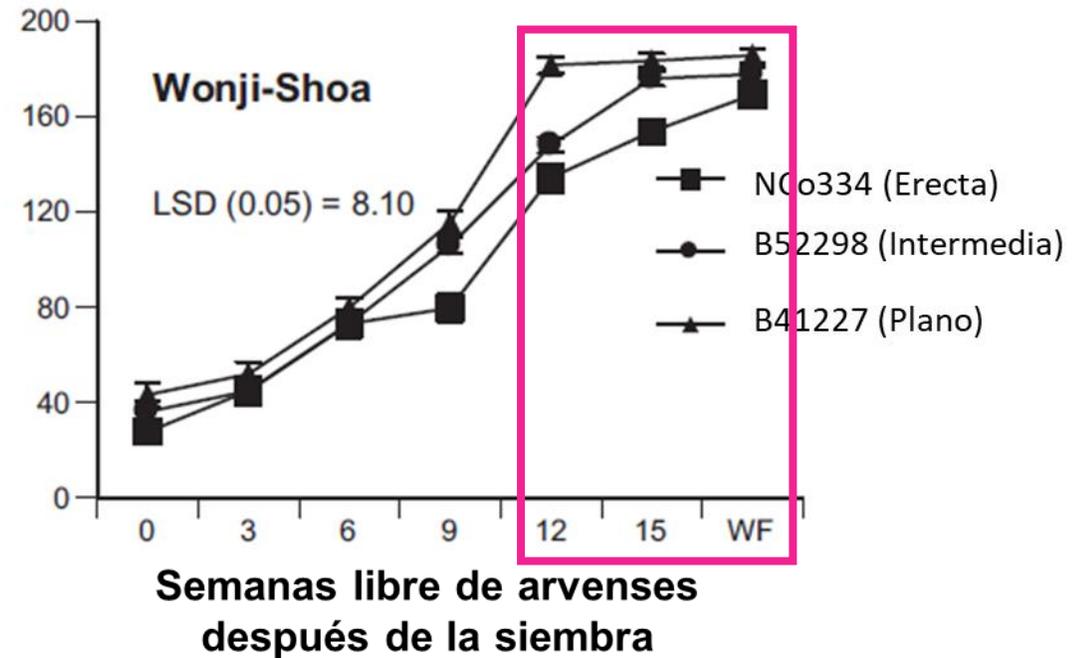
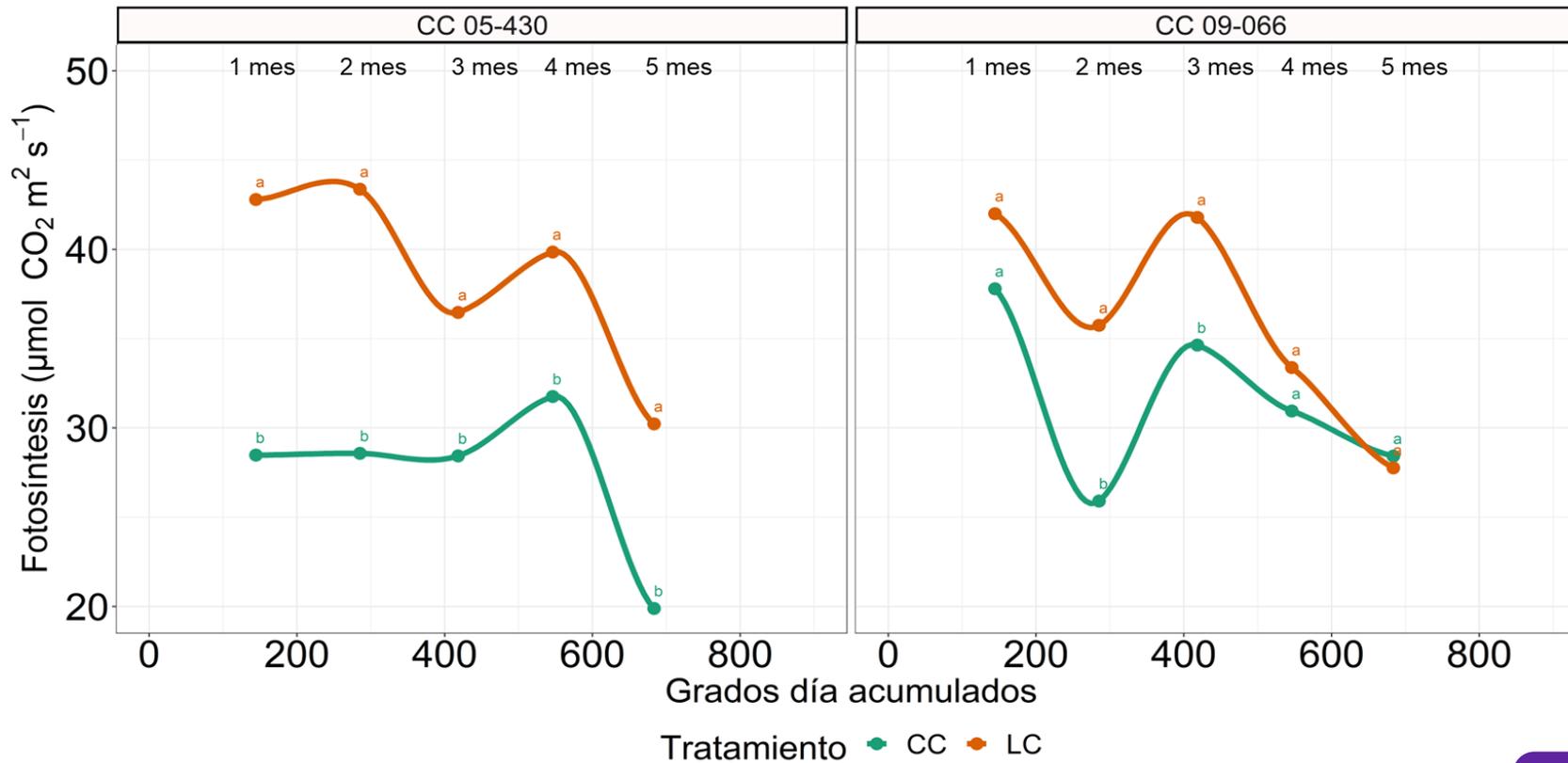


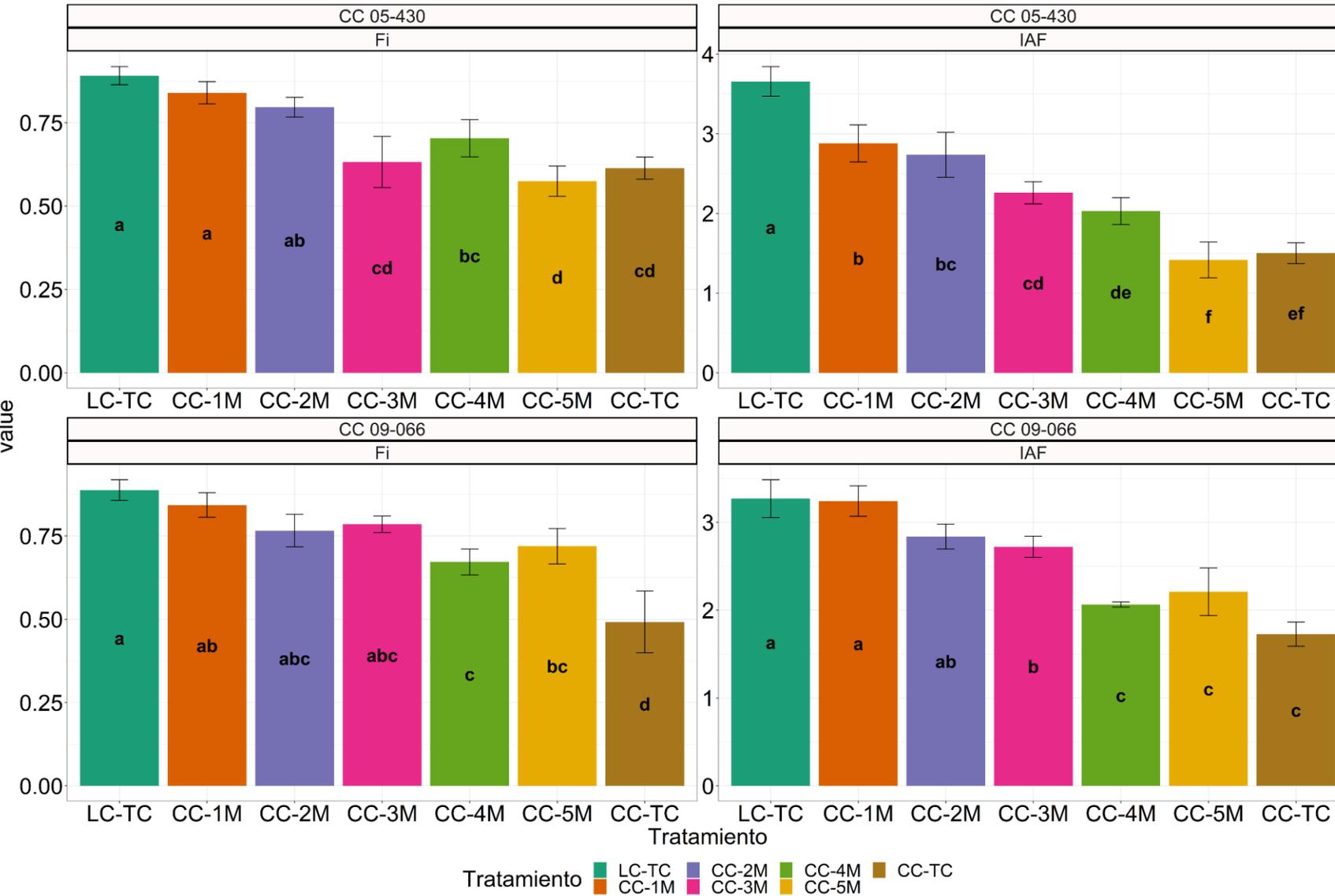
Figura. Efecto de la interacción de la duración de la interferencia con arvenses y la variedad de caña de azúcar en toneladas de caña por hectárea.

(Yirefu *et al.*, 2012)

Competencia por 30 días reduce de forma importante la fotosíntesis

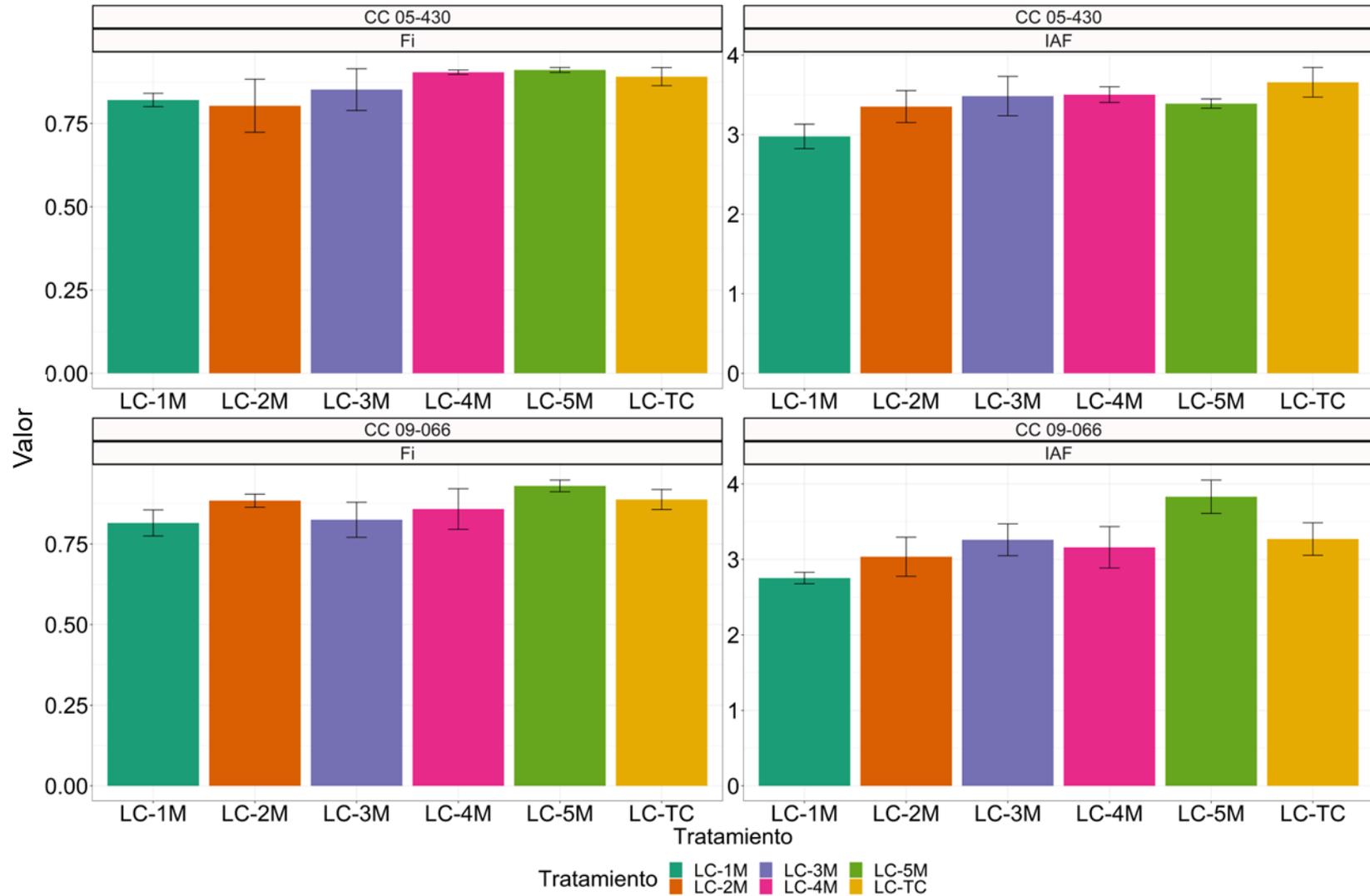


El IAF de CC 05-430 se redujo por efecto de la competencia durante el primer mes



Intercepción de radiación PAR para diferentes tiempos de competencia

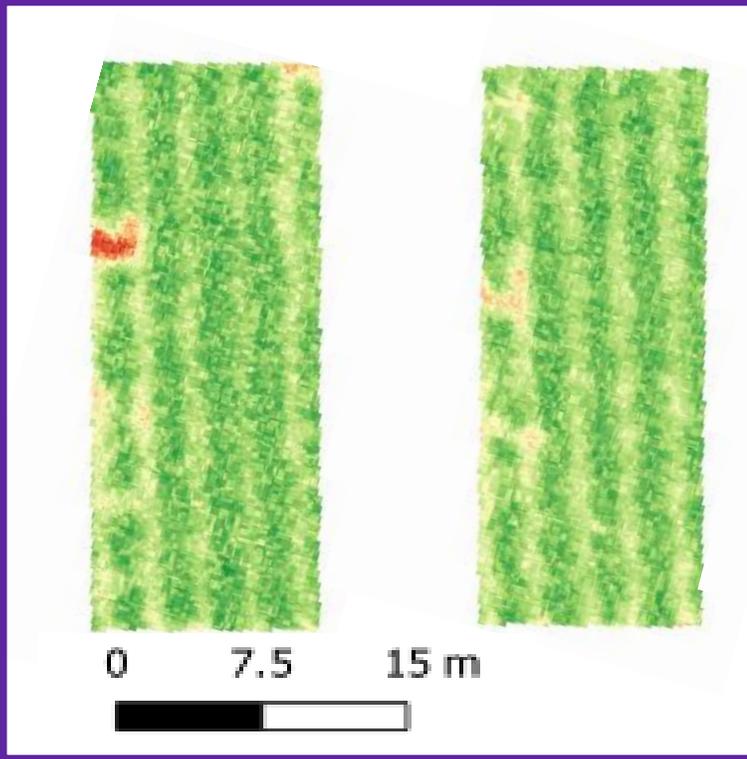
Mayor tiempo de control, mejor aprovechamiento de la radiación



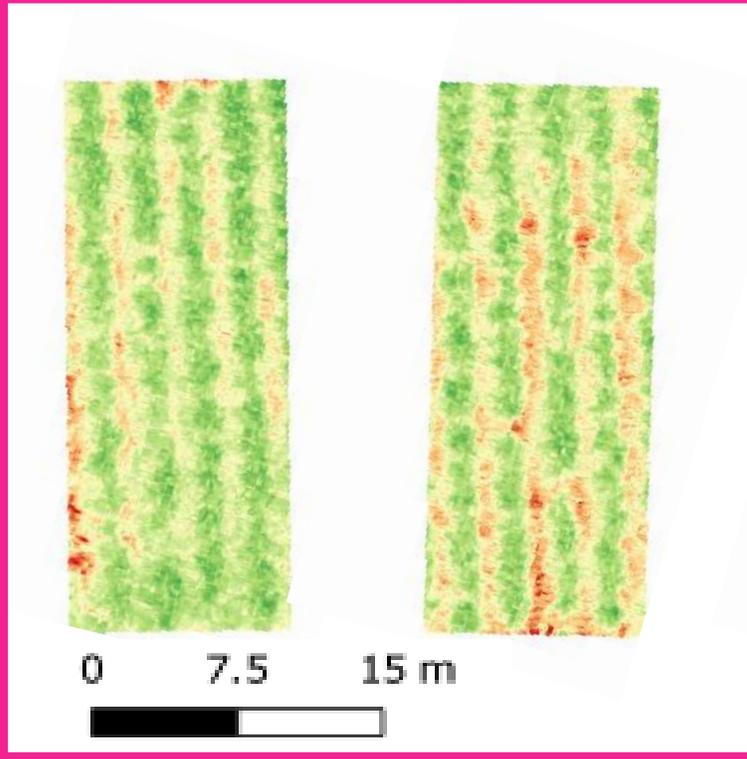
Fi: Fracción de intercepción de la radiación solar; IAF: índice de área foliar; LC: libre de competencia; CC: Con competencia

La competencia en estados tempranos del desarrollo redujo el crecimiento de la caña

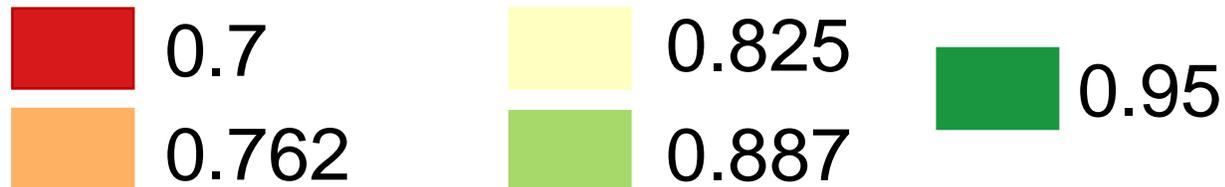
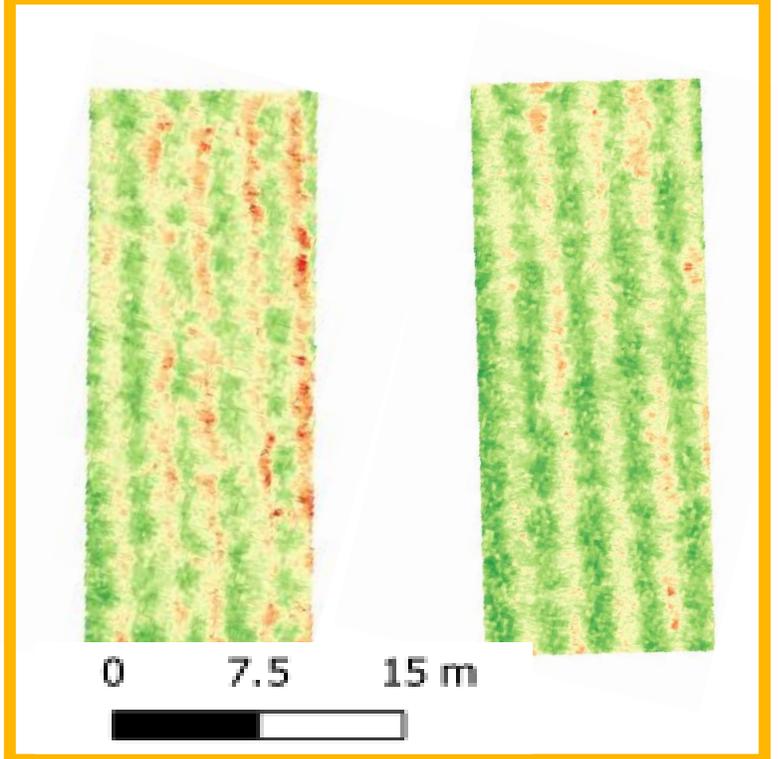
Siempre libre de competencia



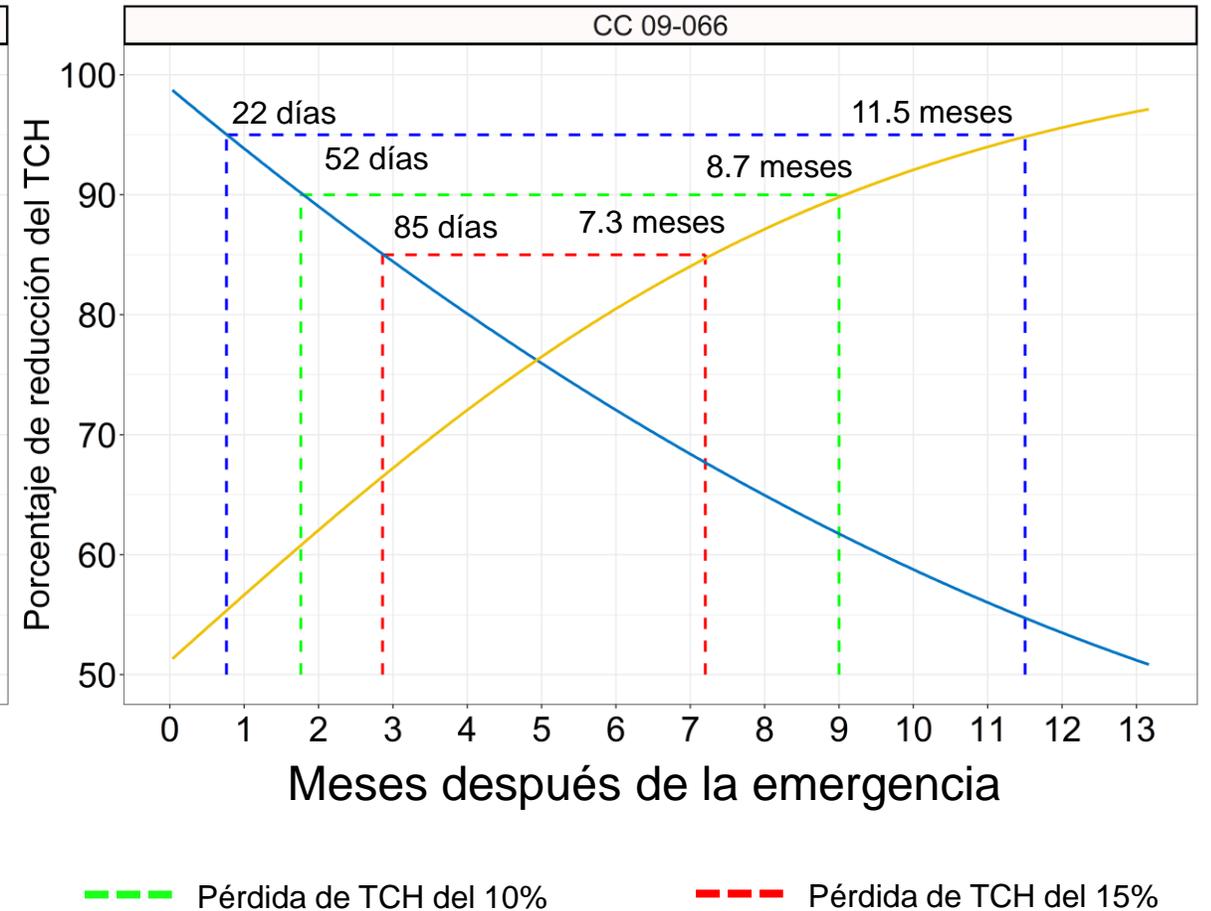
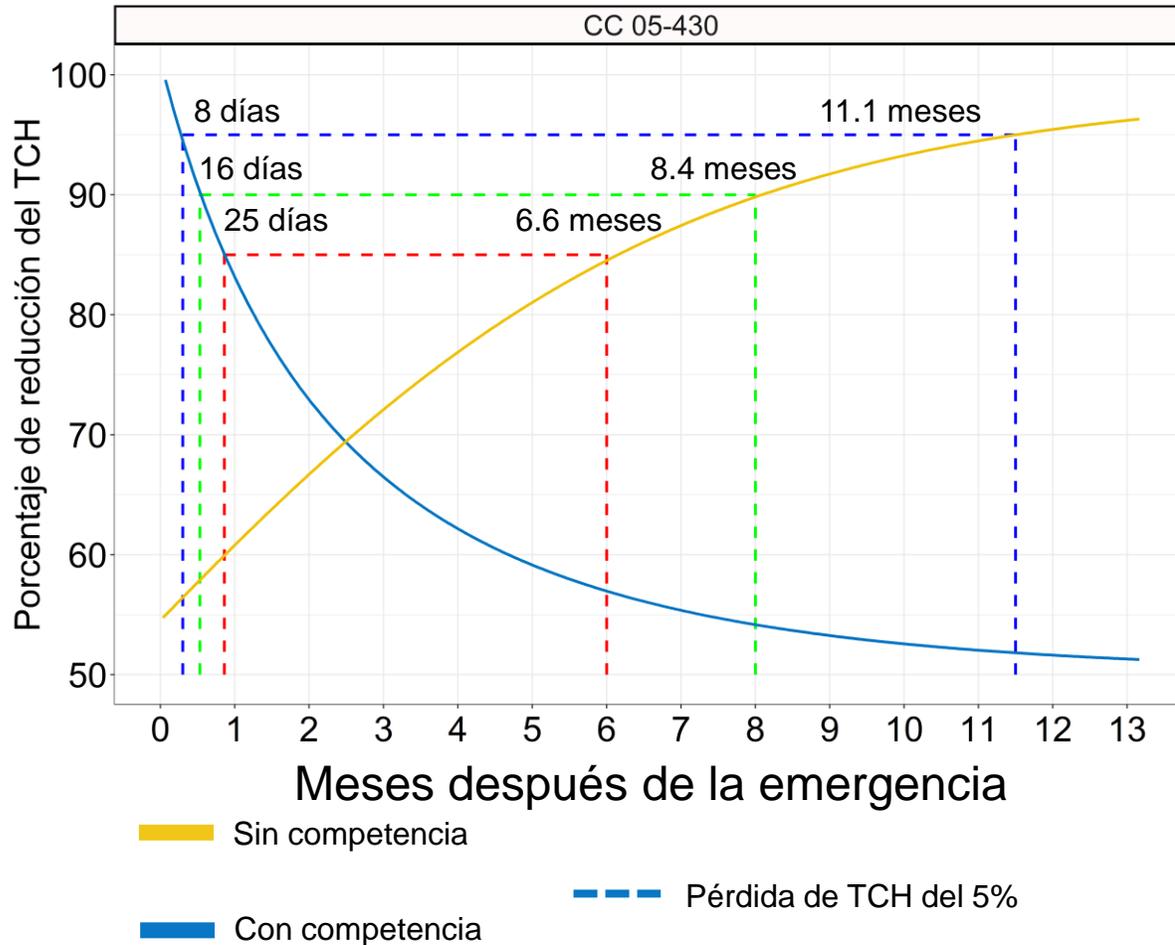
1 mes con competencia



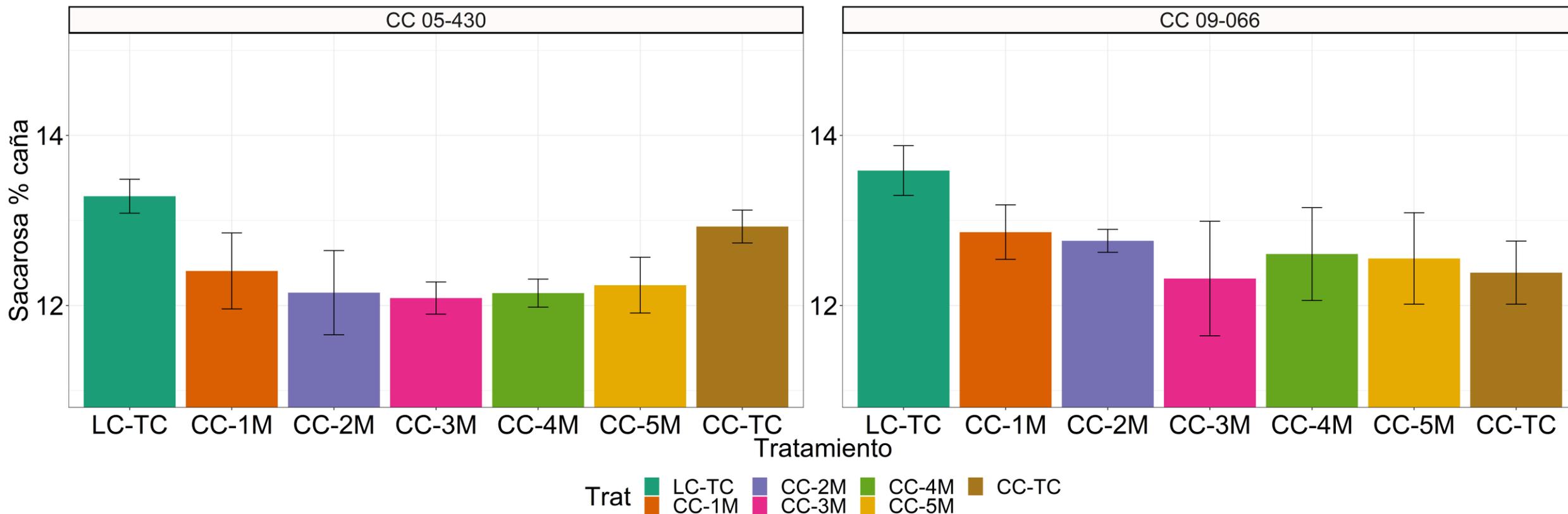
2 meses con competencia



¿Cuándo voy a controlar?

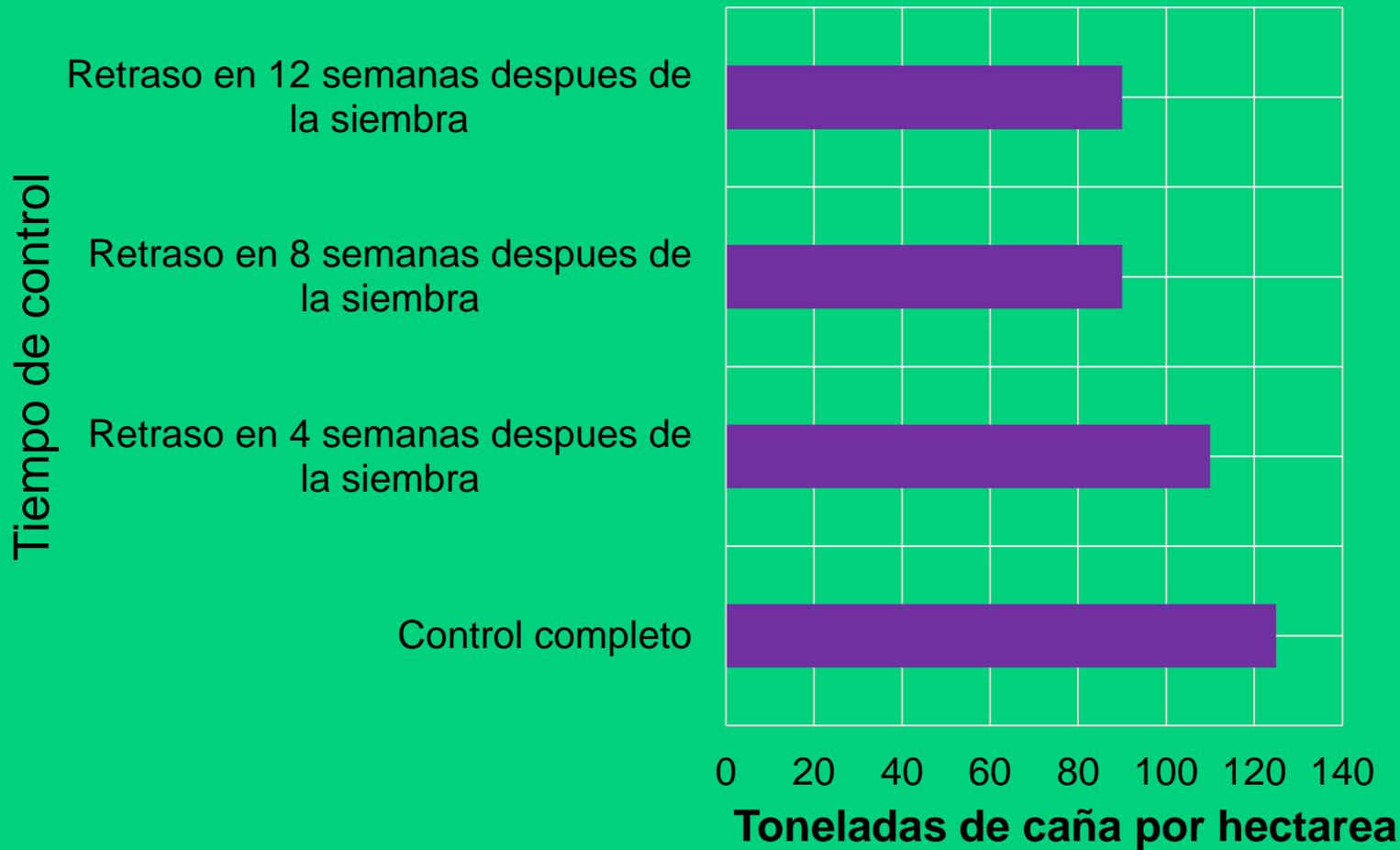


La interferencia con malezas durante los primeros meses puede generar pérdidas de sacarosa

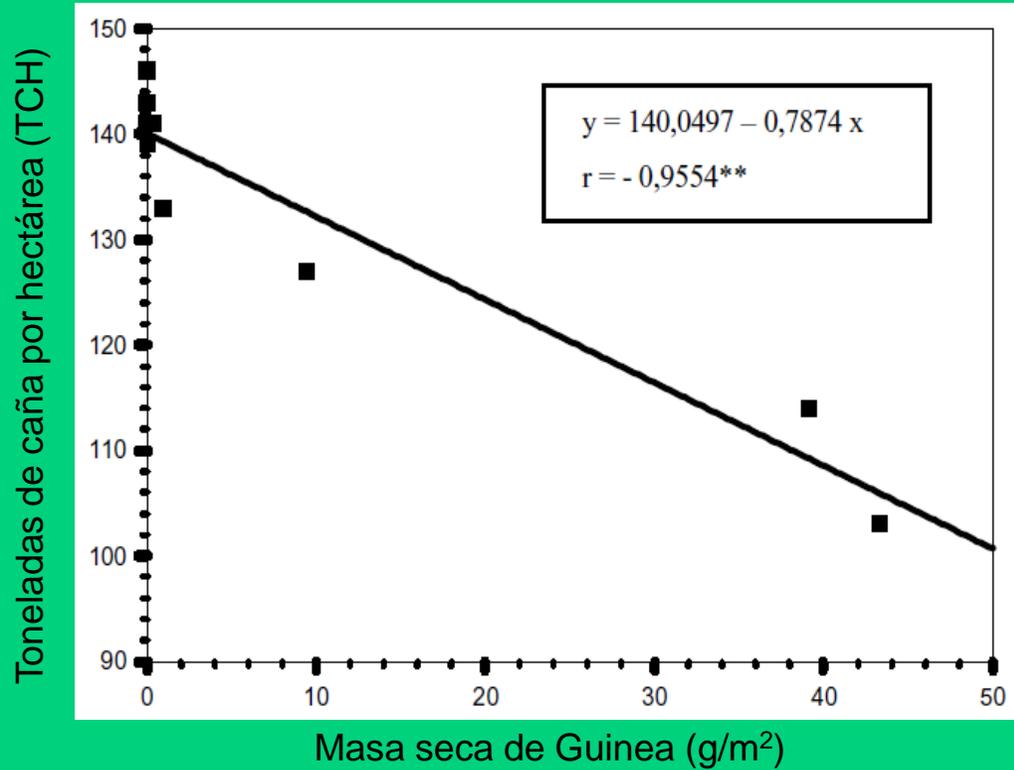


La pérdida de macollos del primer mes resulta en menor acumulación de sacarosa

Coquito (*Cyperus rotundus*) puede reducir el TCH del 18-25%

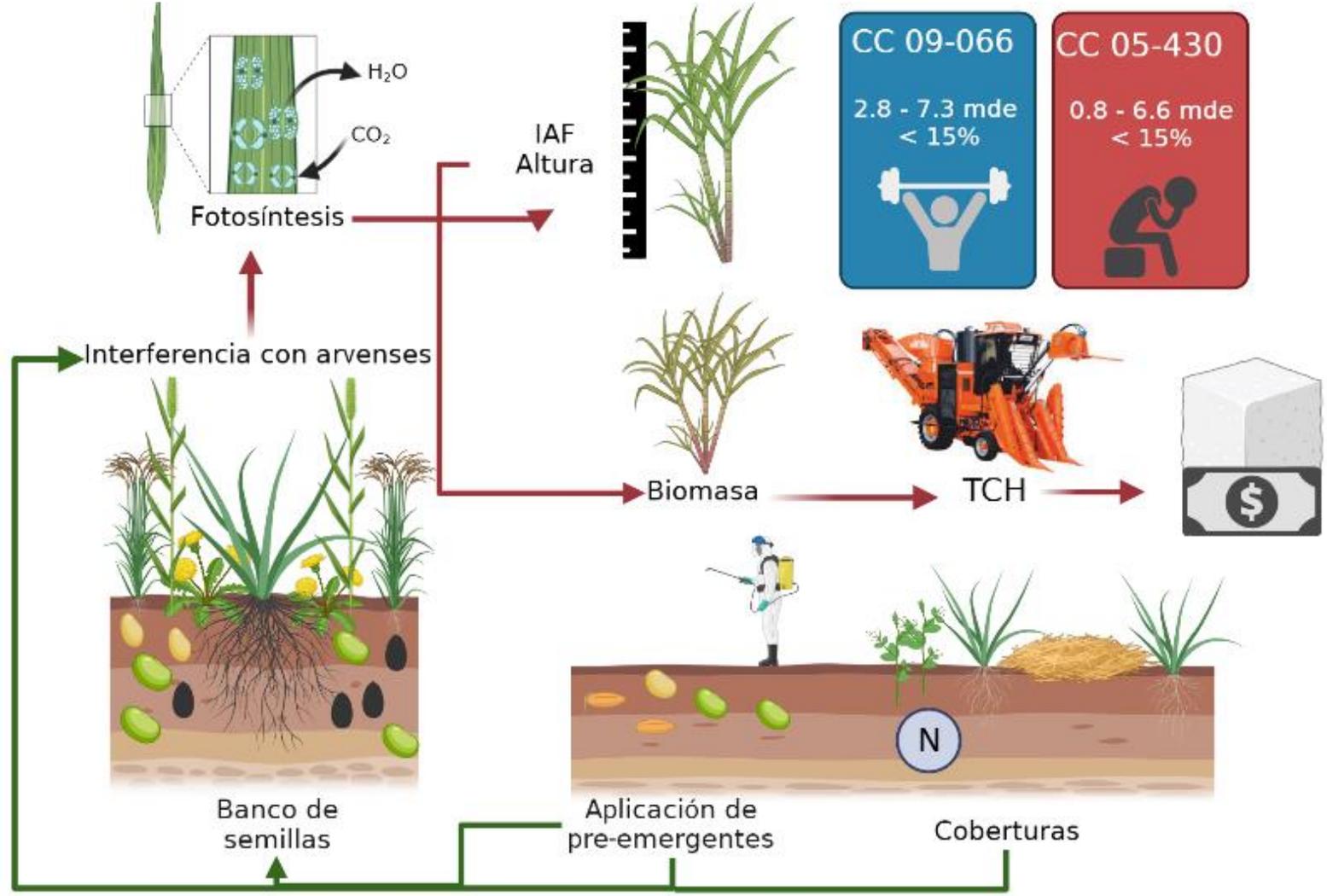


La competencia con pasto guinea puede reducir el TCH en un 25%



Periodo	2%	5%	10%
Prevención de la interferencia	0 – 186	0 – 127	0 – 86

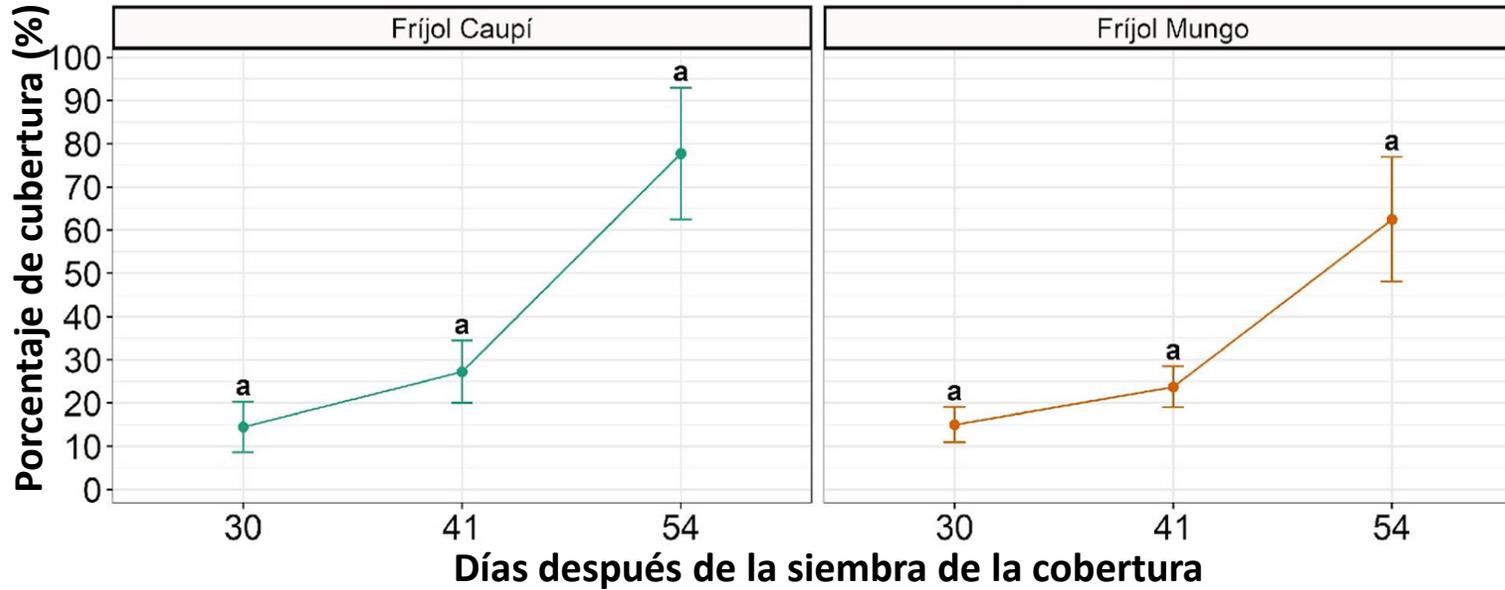




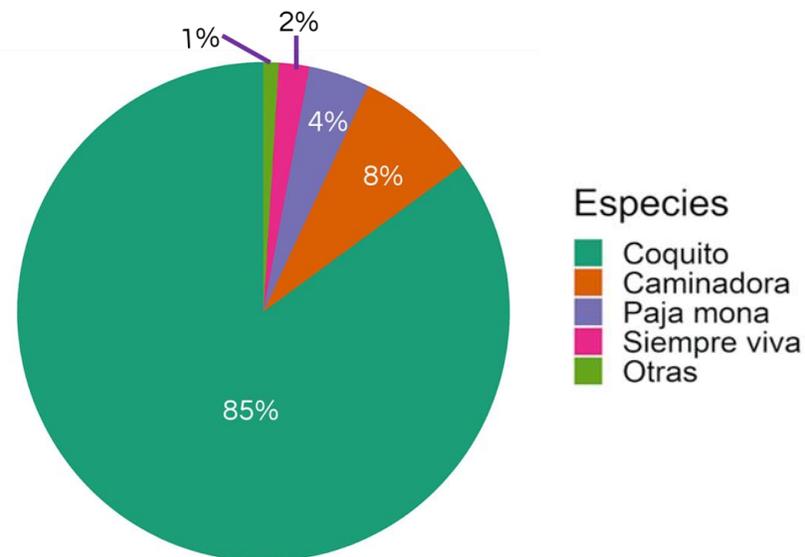
¿Cómo voy a controlar?



Leguminosas en arreglo intercultivo generan una rápida cobertura controlando las malezas



Intercultivos reducen la cobertura de malezas a <10%



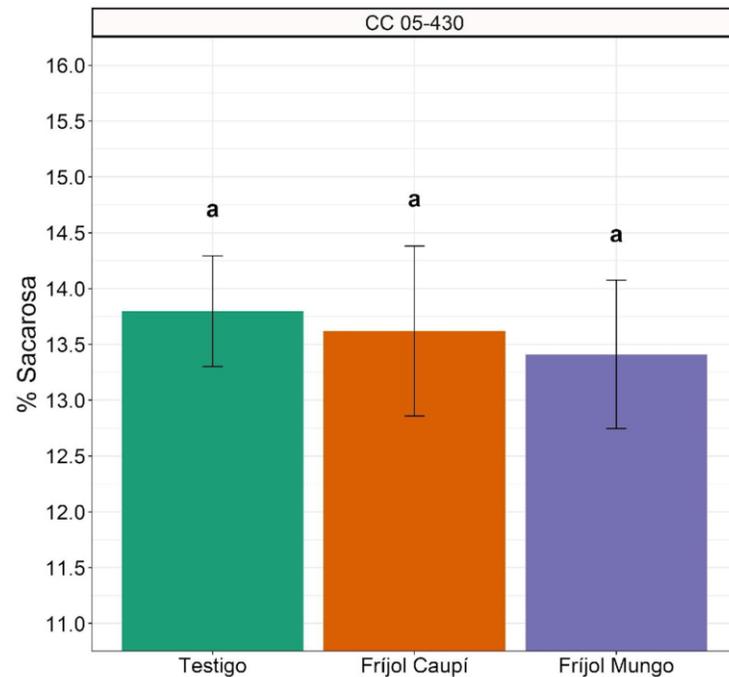
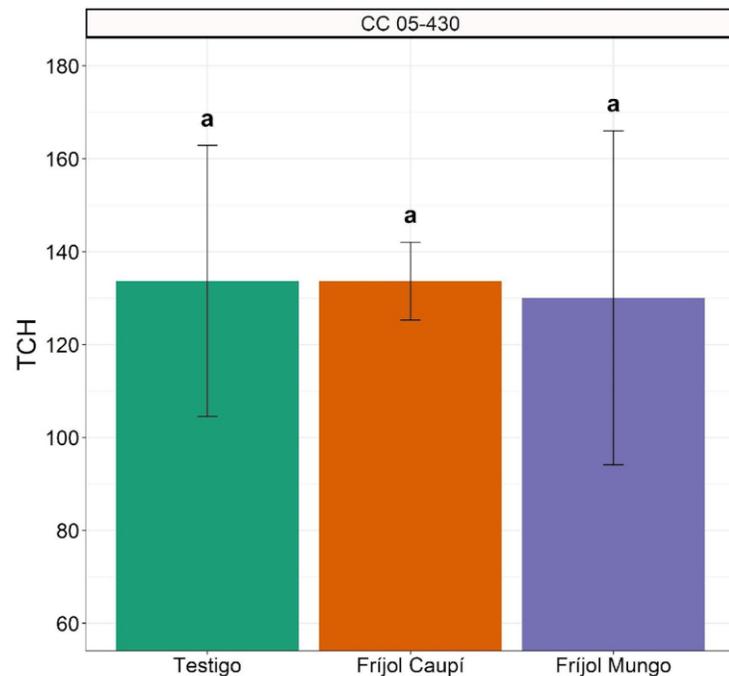
La competencia con coberturas vivas durante 54 días no generó reducciones del TCH ni en el contenido de sacarosa



Frijol Caupí (*Vigna unguiculata*)



Frijol Mungo (*Vigna radiata*)



Existe una alta diversidad filogenética de bacterias en caña asociada a frijol caupí

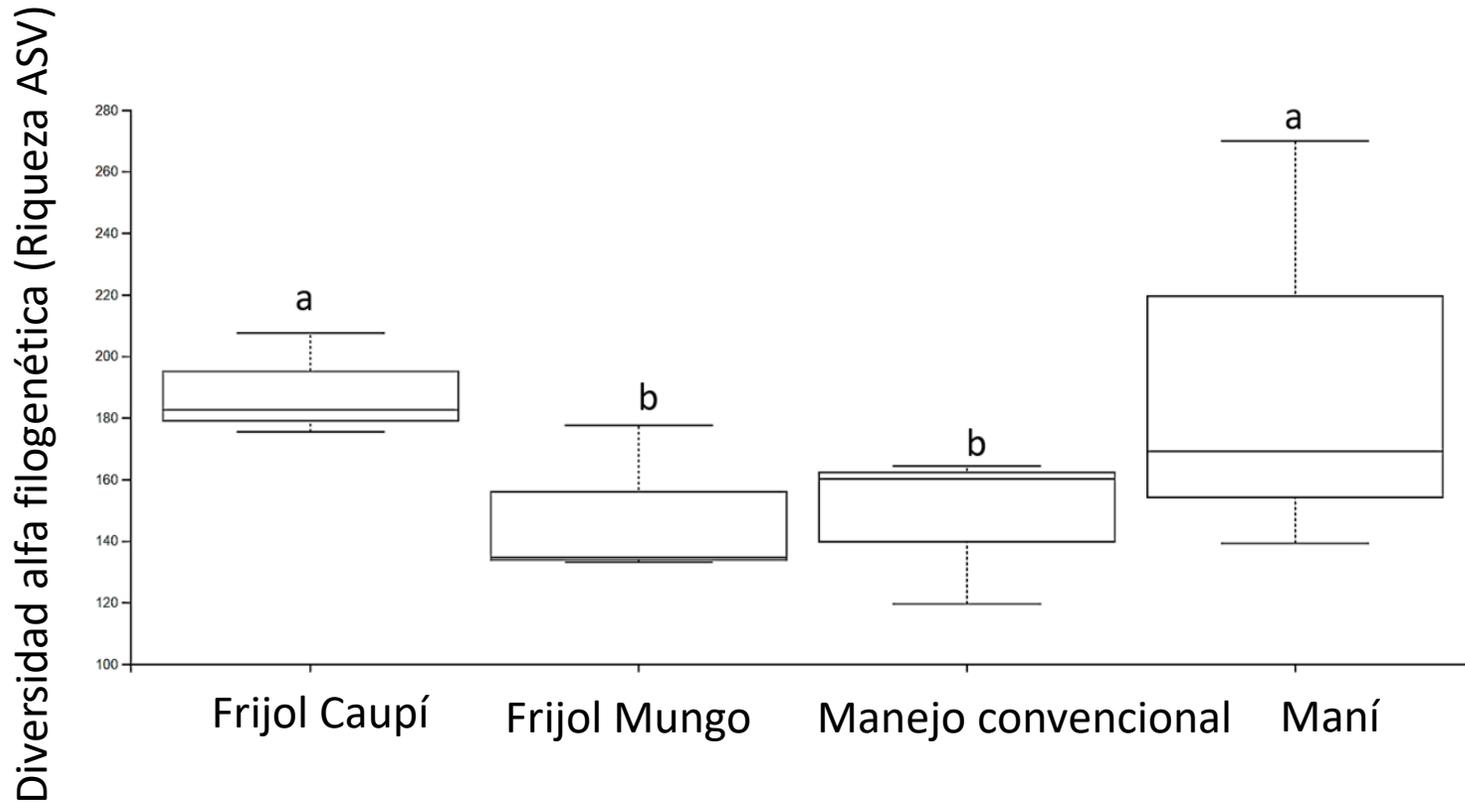
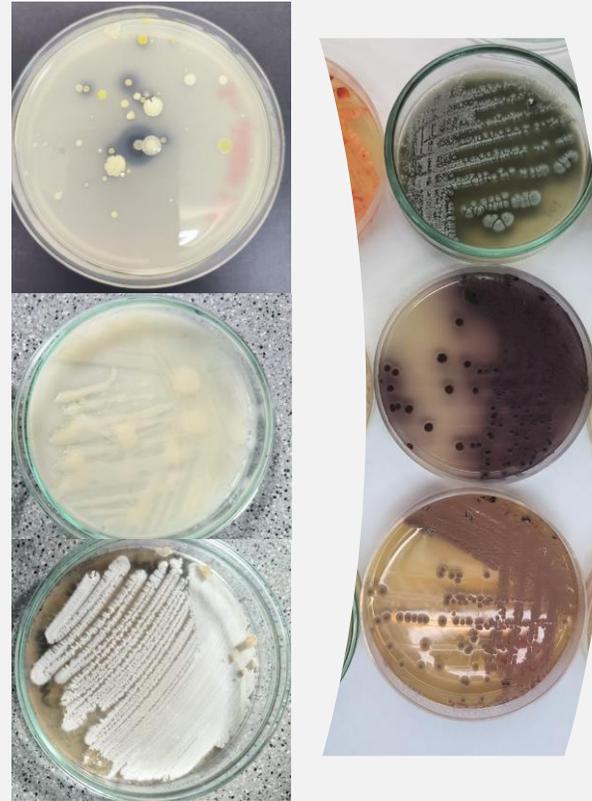
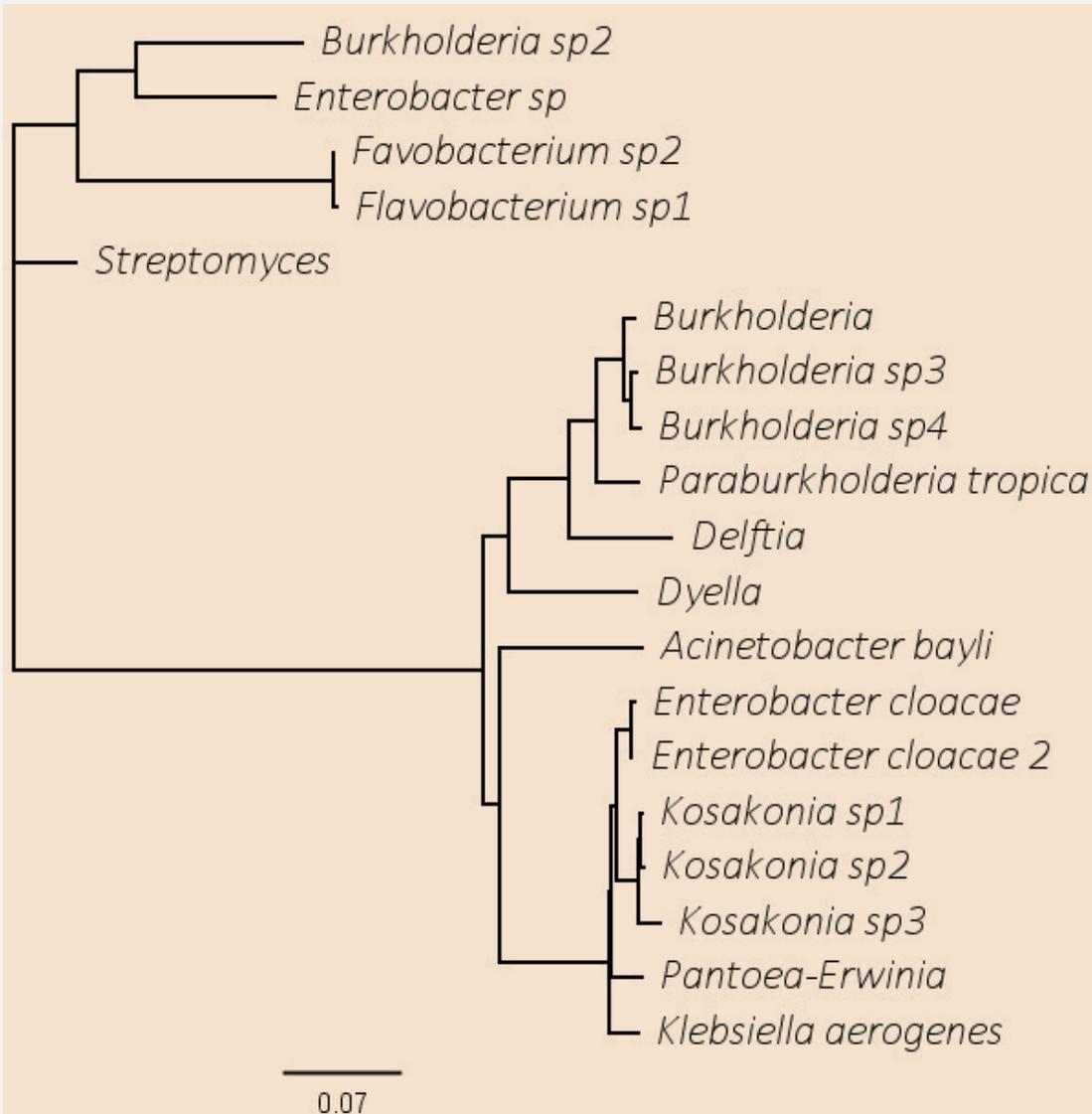


Figura 5. Diversidad filogenética de la comunidad bacteriana de la rizosfera de la caña de azúcar asociada a frijol y maní.

19 aislamientos de bacterias solubilizadoras de fosforo fueron obtenidas en la rizosfera de la caña asociada a frijoles



Se identifican: 2 phylum, 3 clases, clasificados en 11 géneros

Proteobacteria:

-Alfa, beta y gamma

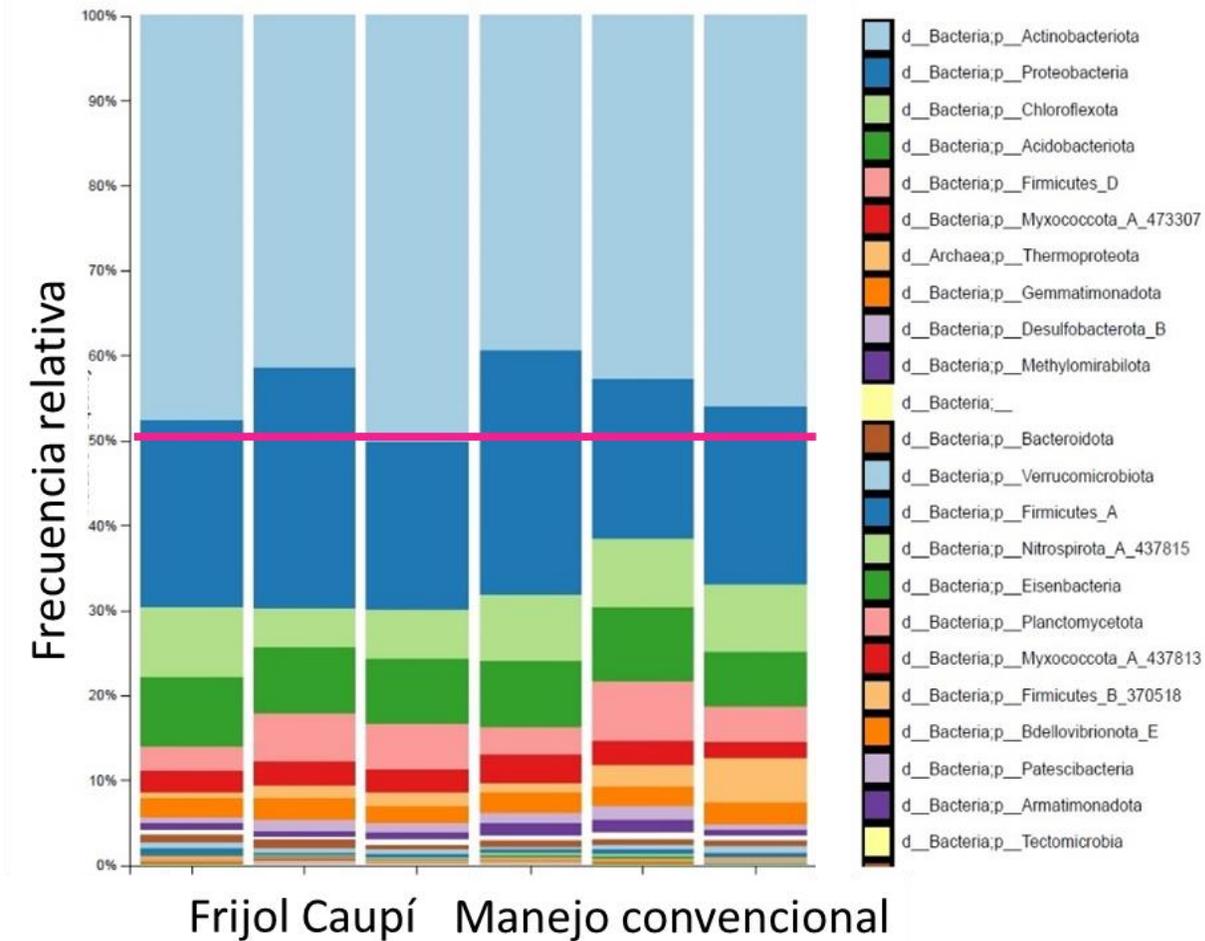
-Actinobacteria

Géneros: *Streptomyces*, *Kosakonia* y *Burkholderia* como géneros cultivables claves en la solubilización de fósforo

Las cepas hacen parte de la colección de bacterias del programa de Agronomía de Cenicaña

Árbol filogenético para los aislamientos de bacterias solubilizadoras de fósforo de la rizosfera de la caña de azúcar variedad CC 05-430 asociada a frijol.

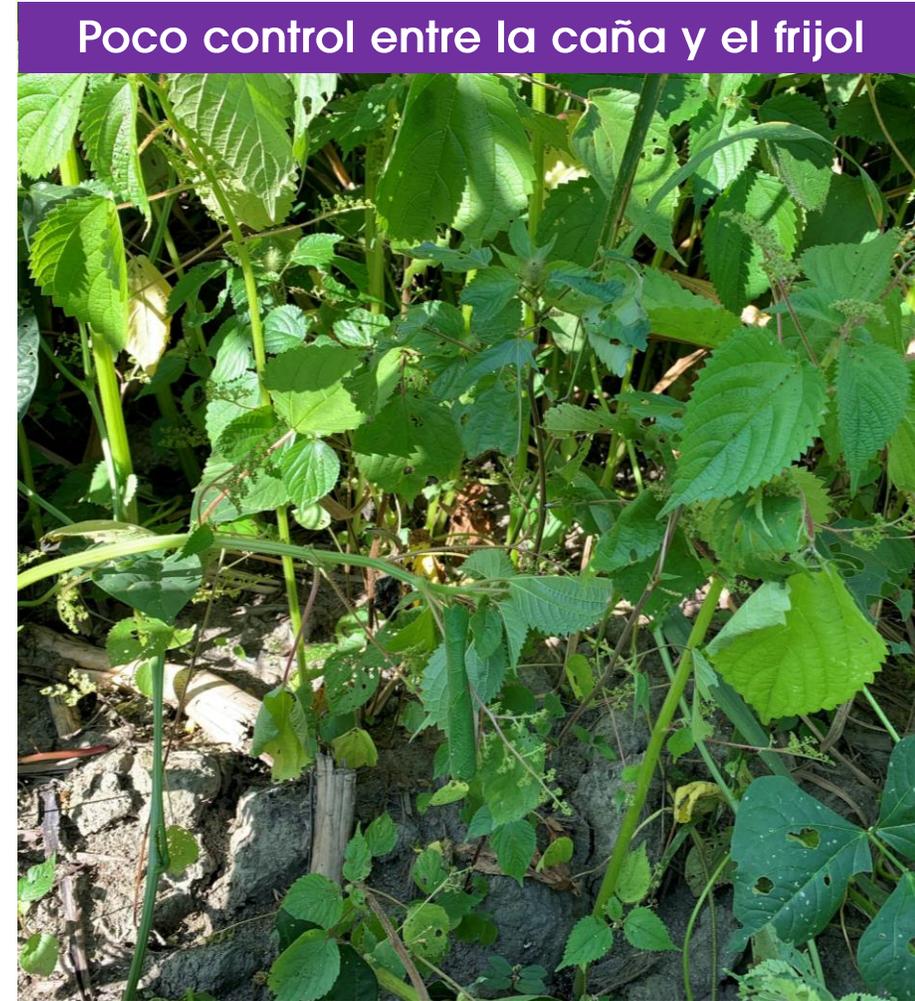
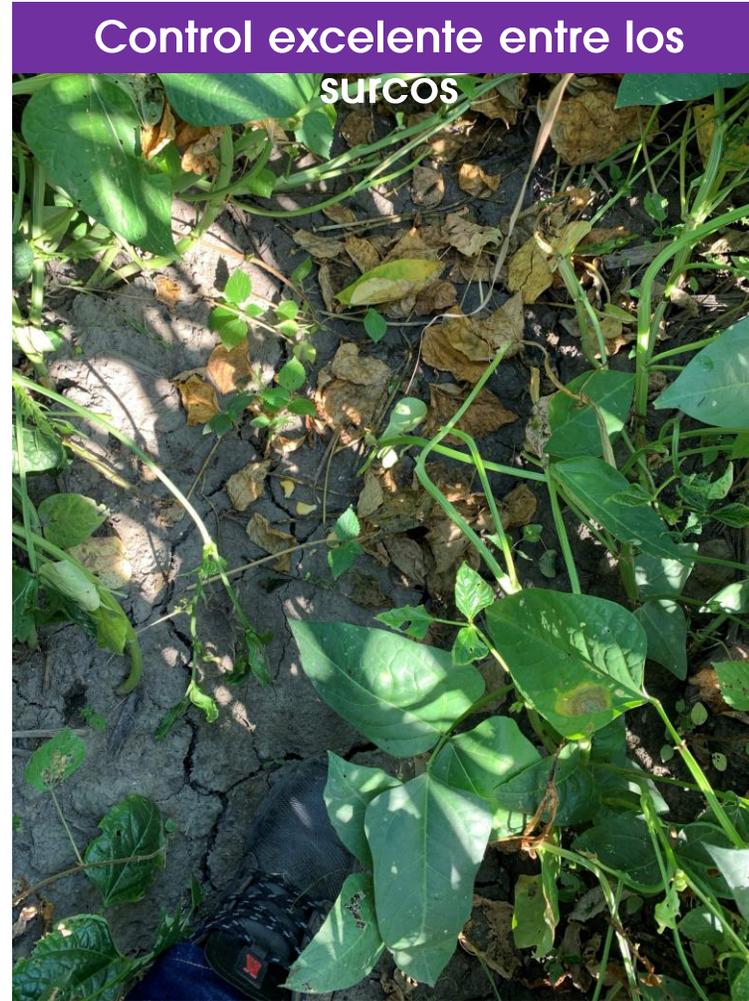
La abundancia de ASVs del filo Actinobacteriota es alta en la rizosfera de caña de azúcar asociada a Fríjol Caupí



Actinobacteriota:

- Mineralización de materia orgánica
- Descomposición de celulosas, ligninas-polisacáridos
- Forman ácidos húmicos y fúlvicos en suelos

Uso de coberturas vivas como mecanismo de control de malezas





Control químico

¿Qué debo tener en cuenta de la etiqueta del producto?

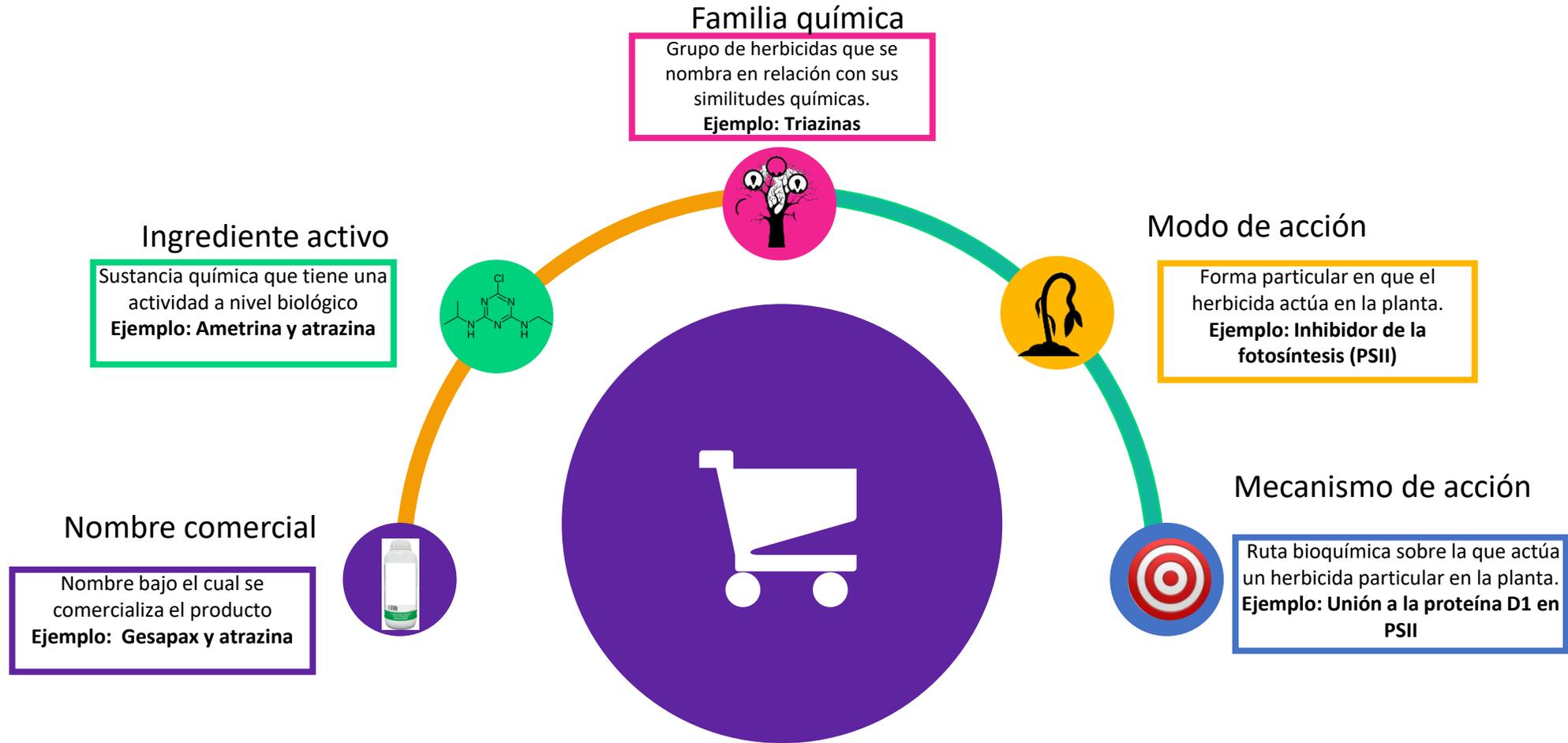
2. GENERALIDADES	
Ingredientes Activos:	Ametrina
Nombre Químico: (IUPAC)*	N ² -ethyl-N ⁴ -isopropyl-6-methylthio-1,3,5-triazine-2,4-diamine
Formulación:	Suspensión Concentrada
Concentración:	480 g/L de Ametrina
Nombre Comercial:	
Fórmula Estructural:	<p>Ametrina</p>
Fórmula Empírica:	C ₉ H ₁₇ N ₅ S
Peso Molecular:	227.3
Grupo Químico:	Triazina

Además, se deben consultar otras características químicas como la solubilidad y pH

5. PROPIEDADES BIOLÓGICAS				
<p>es un herbicida de para el control de malezas en el cultivo de caña de azúcar, piña, banano, café y palma africana es absorbido por vía foliar y también por las raíces de las malezas, actuando como inhibidor de la fotosíntesis. Su versatilidad como herbicida de contacto y herbicida radical permite tratamientos en post y pre-emergencia con excelentes resultados para el control de malezas gramíneas y de hoja ancha.</p> <p>Para el control de malezas problemáticas en post-emergencia (10-20 cm de altura) es indicada la adición de un surfactante al 0.3% a 0.5%. Terreno bien preparado (mullido) y humedad adecuada (capacidad de campo) en pre-emergencia y malezas en estado de plántula y en periodo de activo crecimiento en post-emergencia, favorecen la eficacia del producto.</p>				
<p>controla las siguientes especies de malezas: <i>Ipomoea</i> sp. (batatilla), <i>Digitaria sanguinalis</i> (guardarocío), <i>Echinochloa colonum</i> (liendre puerco), <i>Portulaca oleracea</i> (verdolaga), <i>Amaranthus dubius</i> (bledo), <i>Sida acuta</i> (escoba), <i>Leptochloa filiformis</i> (paja mona), <i>Kallstroemia maxima</i> (atarraya)</p>				
6. CAMPOS DE APLICACION (USOS) Y DOSIS				
Cultivo	Época de aplicación	Textura del suelo	DOSIS l./ha	Observaciones
Caña de azúcar	Pre-emergencia	Liv.- Mediana Pesada	4.0 - 5.0 5.0 - 6.4	-
	Post-emergencia	Todo tipo de suelo	4.0 - 5.0	Eventualmente con surfactante al 0.3%
Piña	Post-emergencia (post-transplante)	Liv.- Mediana Pesada	3.0 - 4.0 4.0 - 6.0	Eventualmente con surfactante al 0.3%
	post-emergencia	Todo tipo de suelo	3.0 - 5.0	Eventualmente con surfactante al 0.3%

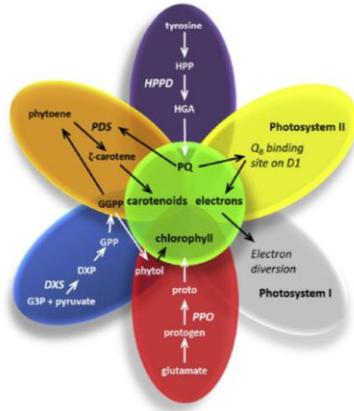


¿Cuáles son las diferencias entre ingrediente activo, grupo, modo y mecanismo de acción?



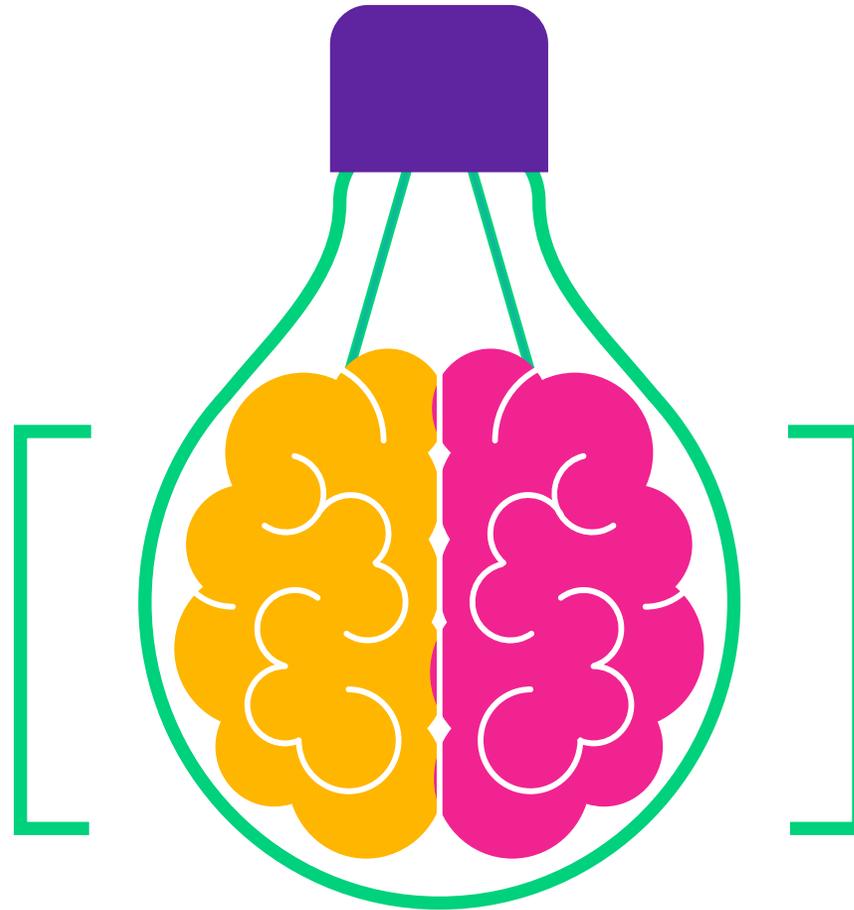
26 mecanismos de acción reportados por HRAC

El conocimiento de los modos y mecanismos de acción como claves del manejo integrado



Mezclas efectivas

- Complementariedad en los mecanismos de acción.
- Aumentar el espectro de control.
- Competencia de modos de acción



Evitar la resistencia

- Disminuye la presión de selección hacia individuos con resistencia

En Colombia contamos con 31 ingredientes activos y 14 mecanismos de acción

Ingrediente activo	Modo	Mecanismo	Momento
Flazasulfuron	Sistémico	Inhibición de la enzima acetolactato sintetasa (ALS)	Pre-emergente y/o Post-emergente
Metsulfuron metil	Sistémico		Post emergente - Madurante
Imazapic	Sistémico y Contacto		Pre-emergente
Trifloxisulfurón sodio	Sistémico		Post-emergente
Glifosato	Sistémico	inhibición de la enzima 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato-sintetasa (EPSPS),	Post-emergente
Glufosinato de amonio	Contacto	Inhibición de la glutamina sintasa	Post emergencia
Paraquat dicloruro	Contacto	Inhibición de fotosistema 1	Post-emergente
Diuron	Sistémico	Unión a proteína D1 serina 264 Inhibición de PSII	Pre-emergente y/o Post-emergente
Terbutrina	Sistémico		Pre-emergente y/o Post-emergente
Atrazina	Sistémico		Pre-emergente y/o Post-emergente
Ametrina	Sistémico		Pre-emergente y/o Post-emergente
Hexaxinona	Contacto		Pre-emergente y/o Post-emergente
Tebuthiuron	Sistémico		Pre-emergente
Metribuzin	Sistémico		Post-emergente
Aminocarbazone	Sistémico		Pre-emergente y/o Post-emergente

Ingrediente activo	Modo	Mecanismo	Momento
Mesotrione	Sistémico	Inhibición de la enzima HPPD (p-hidroxi-fenil-piruvato-deshidrogenasa)	Post-emergente
Isoxaflutole			Pre-emergente
Bycicploýrione			Pre-emergente
Clomazone	Sistémico	Inhibición de la enzima DXS (1-deoxy-D-xilulose-5-phosphate)	Pre-emergente y/o Post-emergente
Oxyfluorfen	Contacto	Inhibe la protoporfirinógeno oxidasa (PPO)	Pre-emergente y/o Post-emergente
Sulfentrazone	Sistémico	Inhibe la protoporfirinógeno oxidasa (PPO)	Pre-emergente
Flumioxazin	Contacto		Pre-emergente y/o Post-emergente
S-Metolachlor	Sistémico	Inhibición en la síntesis de ácidos grasos de cadena larga	Pre-emergente
Pethoxamid	Sistémico y Contacto		Pre-emergente y/o Post-emergente
Pendimetalina	Sistémico	Inhibición del ensamble de microtubulos	Pre-emergente
Indaziflam	Contacto	Inhibición de la síntesis de celulosa	Pre-emergente
2,4-D	Sistémico	Imitadores de auxinas	Post-emergente
Picloram + 2,4-D	Sistémico		
Aminopyralid	Sistémico		

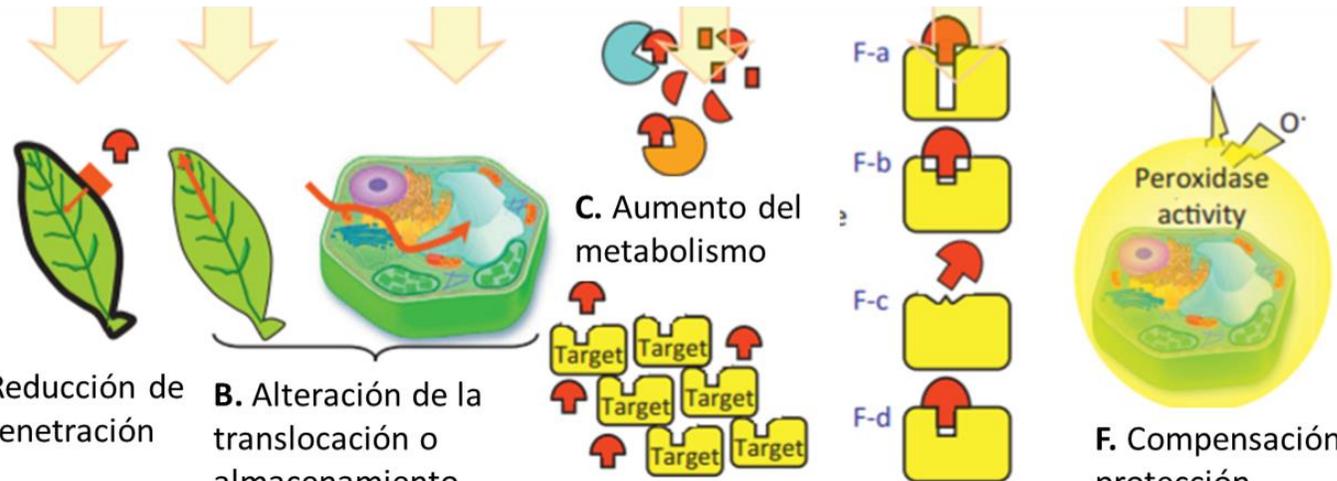
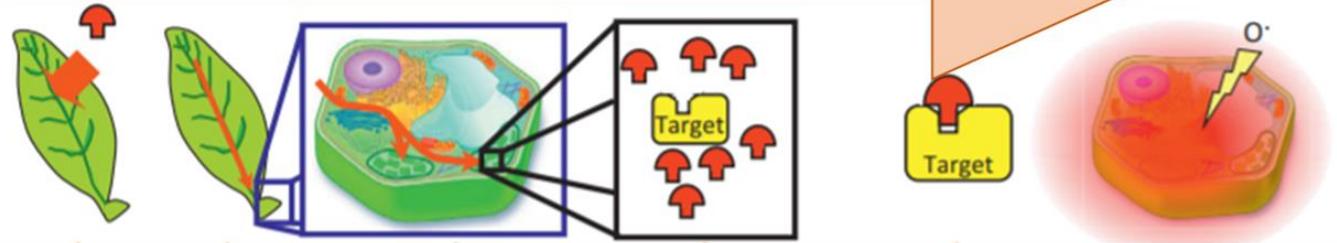
Los herbicidas actúan en cinco pasos



Aplicación de herbicidas

Pasos consecutivos de la acción de un herbicida

1. Penetración
2. Translocación a la ubicación de la proteína objetivo
3. Acumulación cerca de la proteína objetivo
4. Unión a la proteína objetivo
5. Generación de daño y muerte celular



A. Reducción de la penetración

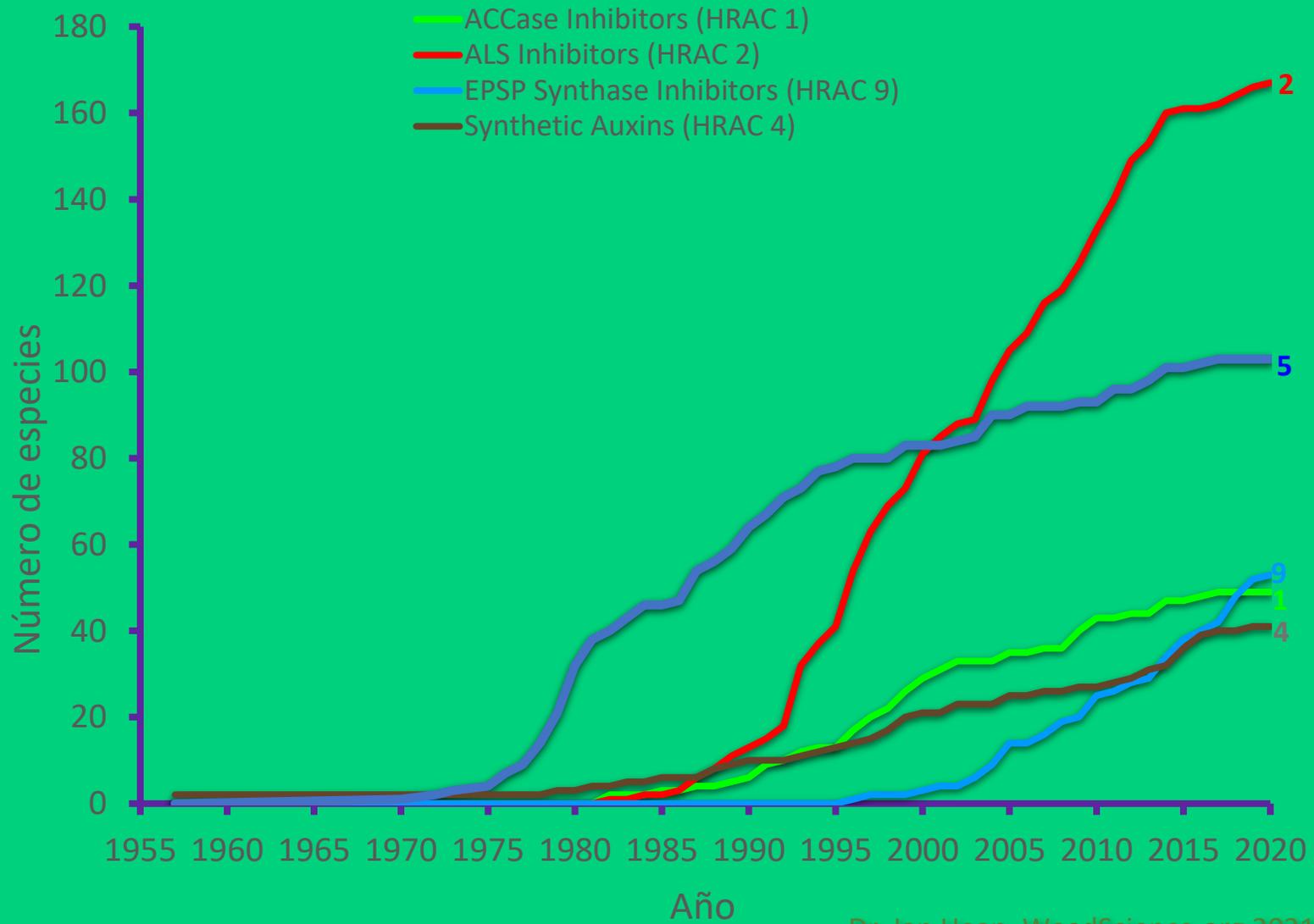
B. Alteración de la translocación o almacenamiento

E. Mayor producción de proteína objetivo

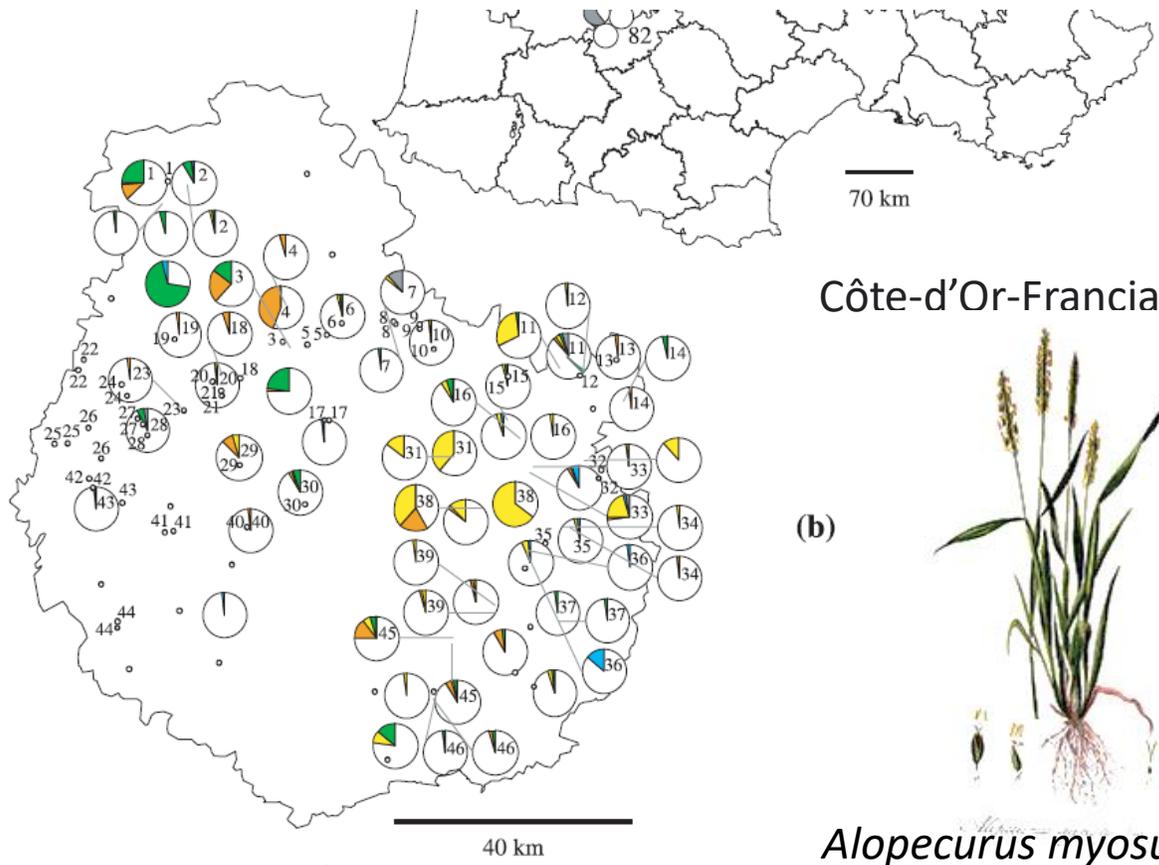
F. Baja afinidad

F. Compensación o protección

Evolución de casos de resistencia



La resistencia a herbicidas puede pasar de un problema local a regional



(b)



Alopecurus myosuroides

Programas de manejo de arvenses se deben enfocar a nivel de grupo de lotes. Evitar la diseminación de semilla (limpieza de maquinaria, canales de riego y drenaje).

Fig. 1 Geographical origins of the 243 *Alopecurus myosuroides* populations studied. The location of each population is indicated by a pie chart positioned as close as possible to its geographical origin. Pie charts show the respective frequencies of the mutant, resistant acetyl-CoA carboxylase (ACCase) alleles detected in populations. White, wild-type allele; yellow, C-L1781; amber, T-L1781; red, C-C2027; magenta, T-C2027; green, N2041; blue, G2078; grey, A2096. (a) Positions of the 116 populations sampled in France in 2000. The borders within the map are limits of administrative districts. (b) Positions of the 127 populations sampled in Côte d'Or in 2003 (Côte d'Or is shaded in part a). For clarity, populations where no mutant resistant ACCase allele was detected are shown as small white circles. Populations from pairs of fields grown by the same farmer are labelled with the same number, located as close to the centre of the corresponding pie chart or small circle as possible.

(Menchari *et al.*, 2006)

La resistencia a herbicidas aparece por la repetición de prácticas de manejo



Aparición de plantas resistentes



Presión de selección

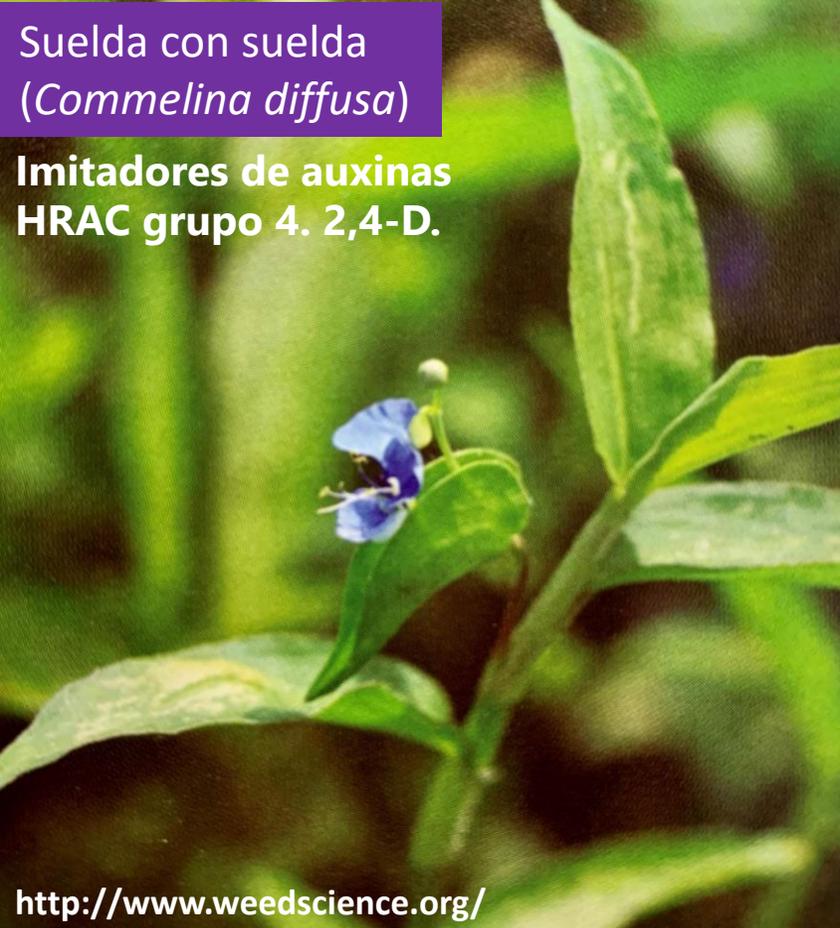


Reproducción de la especie e invasión de campos



Maleza susceptible

Maleza resistente



Suelda con suelda
(*Commelina diffusa*)

Imitadores de auxinas
HRAC grupo 4. 2,4-D.

<http://www.weedscience.org/>



Pategallina (*Eleusine indica*)

Inhibidor de PSI
HRAC Grupo 22.



Liendrepuerco
(*Echinochloa colona*)

Inhibidor de PSII- unión a Serina
264 HRAC grupo 5.
Ametrina, atrazina y metribuzin.

Pasto de conejo (*Chloris radiata*)



Inhibidor de PSII- unión a Serina 264
HRAC grupo 5. Ametrina y Diuron.

Hay siete reportes de resistencia a herbicidas en caña de azúcar

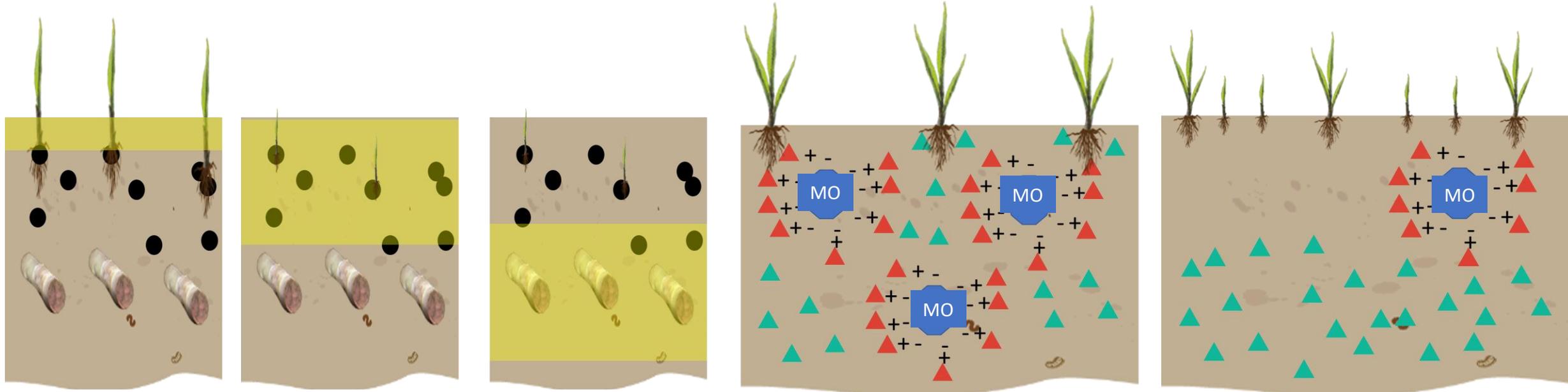


¿Cuál es el riesgo de generar resistencia a herbicidas en los cultivos de caña de azúcar?

Práctica de manejo	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
Rotación de herbicidas en el sistema de cultivo	> 2 modos de acción	2 modos de acción	1 modo de acción
Sistema de control de arvenses	Cultural, mecánico y químico	Cultural y químico	Solo químico
Uso del mismo mecanismo de acción por ciclo de cultivo	Una vez	Mas de una vez	Muchas veces
Sistema de cultivo	Rotación completa	Rotación limitada	No hay rotación
Estado de la Resistencia al modo de acción	Desconocido	Limitada	Común
Infestación de arvenses	Bajo	Moderado	Alto
Control en los últimos tres años	Bueno	Disminuyendo	Pobre



Materia orgánica de suelo, capacidad de intercambio catiónico y régimen de lluvia son factores para tener en cuenta



Baja humedad del suelo

Adecuada humedad del suelo

Exceso de humedad del suelo

Alta MO

Baja MO

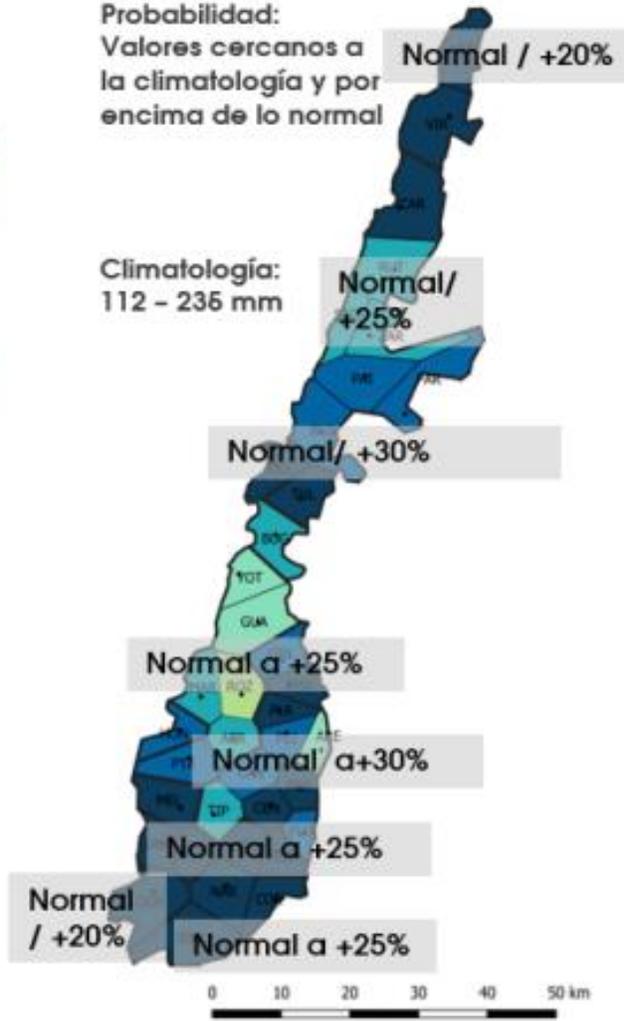
Categoría	Solubilidad (PPM)	Condición
Extremadamente alta	>5000	Seca
Muy alta	501-5000	Condiciones de transición
Alta	151-500	
Media	51-150 PPM	
Baja	11-50 PPM	Condiciones de alta humedad
Muy baja	1-10 PPM	
Insoluble	<1 PPM	

El pronóstico de la precipitación es una herramienta clave para la selección de los herbicidas

Abril 2024

Probabilidad:
Valores cercanos a la climatología y por encima de lo normal

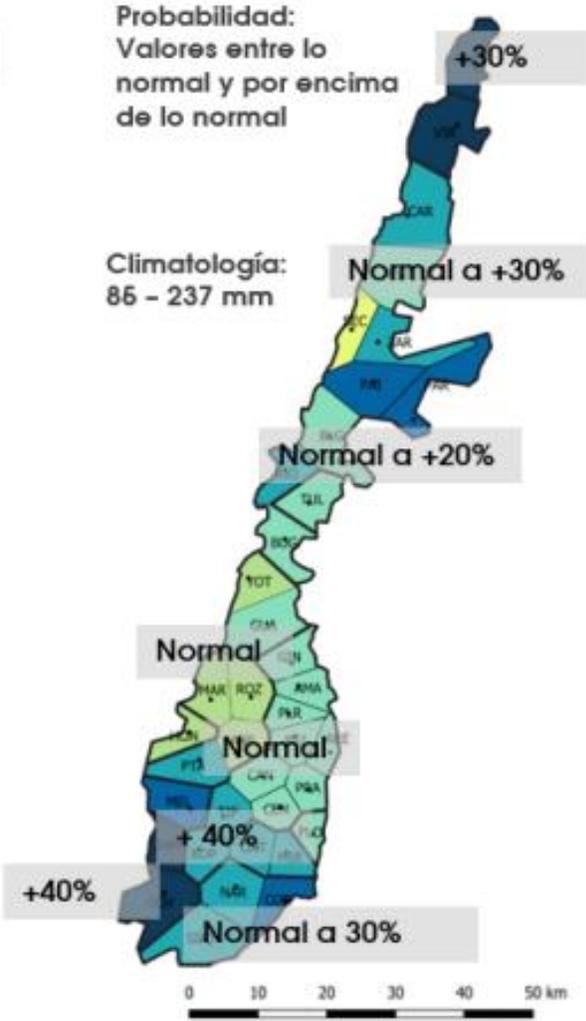
Climatología:
112 - 235 mm



Mayo 2024

Probabilidad:
Valores entre lo normal y por encima de lo normal

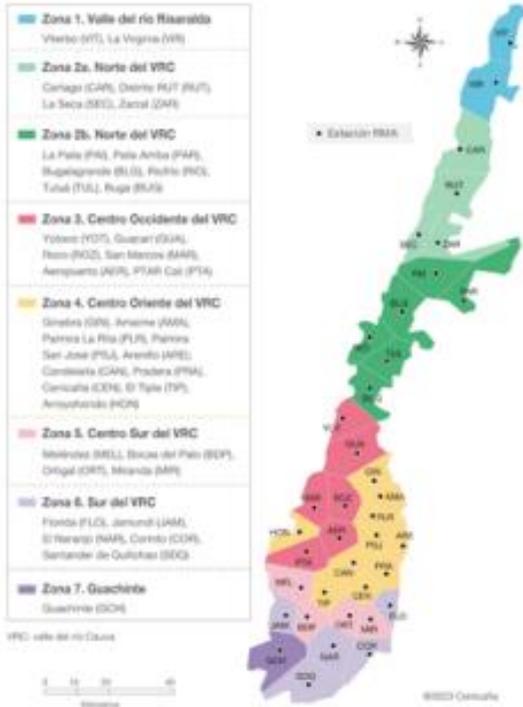
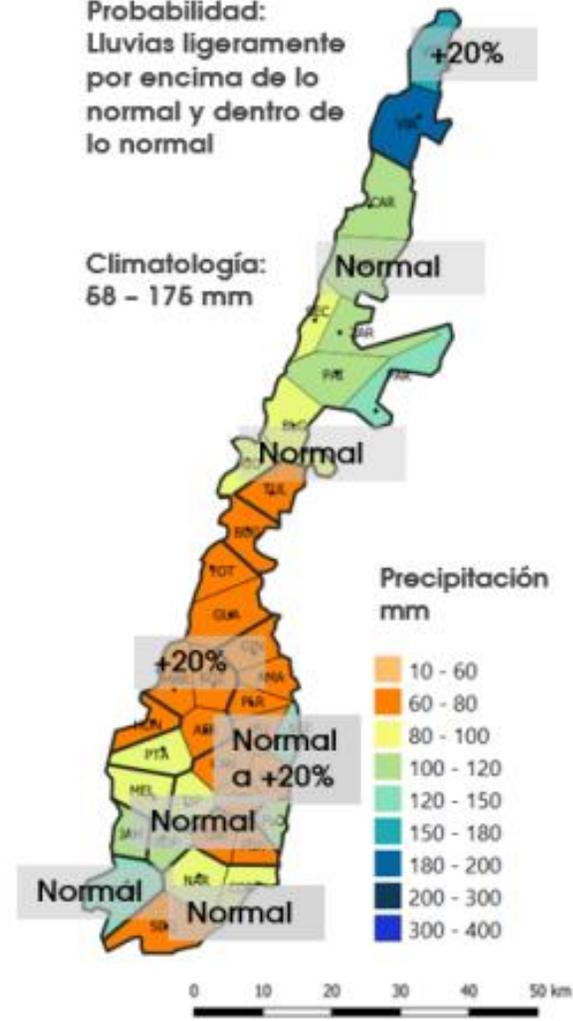
Climatología:
85 - 237 mm

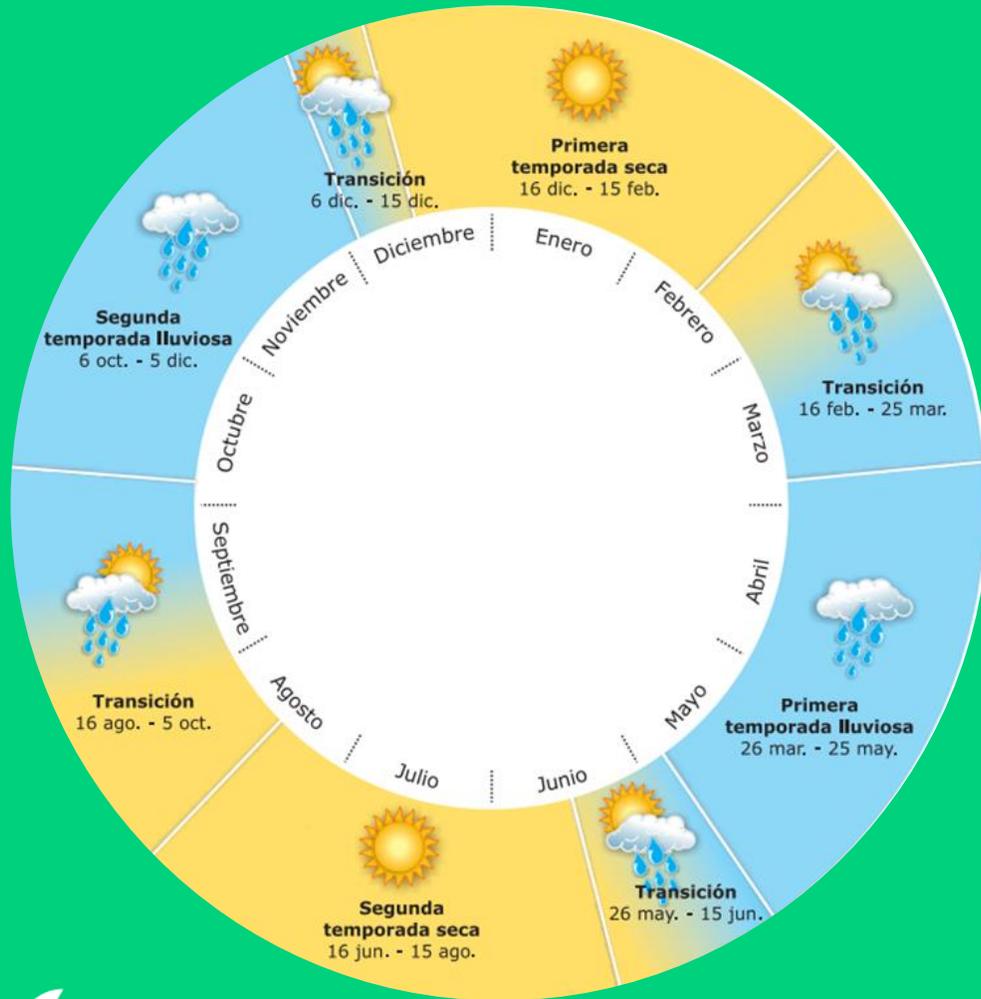


Junio 2024

Probabilidad:
Lluvias ligeramente por encima de lo normal y dentro de lo normal

Climatología:
68 - 176 mm





3:47 80%

Mis pluviómetros

RMA-Guachinte | Rancho de Pato
Aportado por: Jaime Hernán Caicedo Angel
Ubicado en: Guachinte, Valle del Cauca
22 abr 2024 | Última lectura 15:40:00

Acumulado del día
Desde las 0:00 horas de hoy hasta la hora actual

Acumulado: 12.1 mm

Intensidad máx.: 12.1 mm/h

Últimos registros Personalizados Climograma

Últimas lecturas
La información se ajusta según su horario agronómico

Hoy (Horas)	Mes (Días)	Pluviómetro
1	12.10 mm	
6	12.10 mm	
12	12.10 mm	
24	16.70 mm	

3:47 80%

Cenicana

Zona 4
4 - Centro oriente

PRONÓSTICO DEL TIEMPO

TARDE 0.1 - 5 mm
Lunes 22 30 °C

PRONÓSTICO SEMANAL

Día	Pluviómetro	Temperatura
Vie 19	10.1 - 15 mm	20 °C - 29 °C
Sáb 20	10.1 - 15 mm	20 °C - 29 °C
Dom 21	10.1 - 15 mm	19 °C - 30 °C
Lun 22	5.1 - 10 mm	19 °C - 30 °C
Mar 23	0.1 - 5 mm	19 °C - 30 °C
Mié 24	0.1 - 5 mm	19 °C - 32 °C
Jue 25	0.1 - 5 mm	19 °C - 32 °C

Cenicana

Factores a tener en cuenta en la selección del herbicida

- Rotación de mecanismos de acción
- Tipo de suelo (MO)
- Condiciones medioambientales
- Estado fenológico del cultivo y la maleza
- Días de residualidad requeridos
- Costo



Mensajes para llevar a casa



Las malezas ejercen una **competencia** que puede **reducir el TCH en hasta un 50%** y la sacarosa es hasta 1 unidad porcentual

No existe "enemigo" pequeño. El **coquito** puede reducir en hasta un **28% el TCH**.

Tenemos disponibles 31 ingredientes activos y 14 mecanismos de acción.
¿Estamos aprovechando esta oferta?

El **control oportuno** garantiza una reducción de la interferencia y en el banco de semillas

El **intercultivo con leguminosas** es una práctica que suprime la emergencia de malezas, no ejerce efecto sobre el cultivo y **mejora la biología del suelo**

La **solubilidad de un herbicida** es una característica fundamental para garantizar la residualidad y el control en épocas secas y húmedas

Manejo integrado de malezas





muchas

gracias

ymquevedo@cenicana.org



Bibliografía

Alvaro, Anzalone. (2008). Herbicidas: Modos y mecanismos de acción en plantas.

Brabham, C., Lei, L., Gu, Y., Stork, J., Barrett, M., & DeBolt, S. (2014). Indaziflam herbicidal action: a potent cellulose biosynthesis inhibitor. *Plant physiology*, 166(3), 1177-1185.

Tampubolon, P. K., & Purba, E. (2019). The efficacy indaziflam on weed seedbank vertically on the ultisol soil on palm oil plantations. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 260, No. 1, p. 012163). IOP Publishing.

Dayan, Franck & Barker, Abigail & Bough, Raven & Ortiz, Mirella & Takano, Hudson & Duke, Stephen. (2019). Herbicide Mechanisms of Action and Resistance. 10.1016/B978-0-444-64046-8.00211-1.

Délye, C., Jasieniuk, M., & Le Corre, V. (2013). Deciphering the evolution of herbicide resistance in weeds. *Trends in Genetics*, 29(11), 649–658. doi:10.1016/j.tig.2013.06.001

Chen, J., Yu, Q., Patterson, E., Sayer, C., & Powles, S. (2021). Dinitroaniline Herbicide Resistance and Mechanisms in Weeds. *Frontiers in Plant Science*, 12, 507.

<http://www.weedscience.org/>

<https://hracglobal.com/>

Amit Shukla, Malcolm D. Devine. Chapter 9 - Basis of Crop Selectivity and Weed Resistance to Triazine Herbicides. Editor(s): Homer M. LeBaron, Janis E. McFarland, Orvin C. Burnside. *The Triazine Herbicides*, Elsevier, 2008, Pages 111-118, <https://doi.org/10.1016/B978-044451167-6.50012-X>.

Jamaica, David, & Plaza, Guido. (2014). Evaluation of various conventional methods for sampling weeds in potato and spinach crops. *Agronomía Colombiana*, 32(1), 36-43. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.39613>

Ross, P., & Fillols, E. (2017). Weed management in sugarcane manual.

Kuva, M., Gravena, R., Pitelli, R., Christoffoleti, P., & Alves, P. (2003). Interference periods of weeds in the sugarcane crop. III – *Brachiaria decumbens* and *Panicum maximum*. *Planta daninha*, 21(1), 37-44.

Nicolai, M., Obara, F. E. B., Melo, M. S. C., Souza Júnior, J. A., Cantalice-Souza, R., & Christoffoleti, P. J. (2013). Suscetibilidade diferencial de espécies convolvuláceas ao flumioxazin determinada através de curvas de dose-resposta. *Planta Daninha*, 31, 157-163

Wilkinson AD, Collier CJ, Flores F, Mercurio P, O'Brien J, Ralph PJ, et al. (2015) A Miniature Bioassay for Testing the Acute Phytotoxicity of Photosystem II Herbicides on Seagrass. *PLoS ONE* 10(2): e0117541. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117541>

<https://crops.extension.iastate.edu/encyclopedia/absorption-soil-applied-herbicides#:~:text=With%20most%20herbicides%2C%20adsorptivity%20and,extremely%20tightly%20to%20soil%20colloids>

Ghirardello, Giovani Apolari, Araújo, Lucas da Silva, Baccin, Luisa Carolina, Dotta, Mateus Augusto, Souza, Raphael Oliveira, Silva, André Felipe Moreira, Silva, Gustavo Soares da, & Victoria Filho, Ricardo. (2021). Selectivity index of indaziflam to sugarcane cv. IACSP95-5000 in two soil textures. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 9531-9539. Epub 16 de maio de 2021. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.92423>