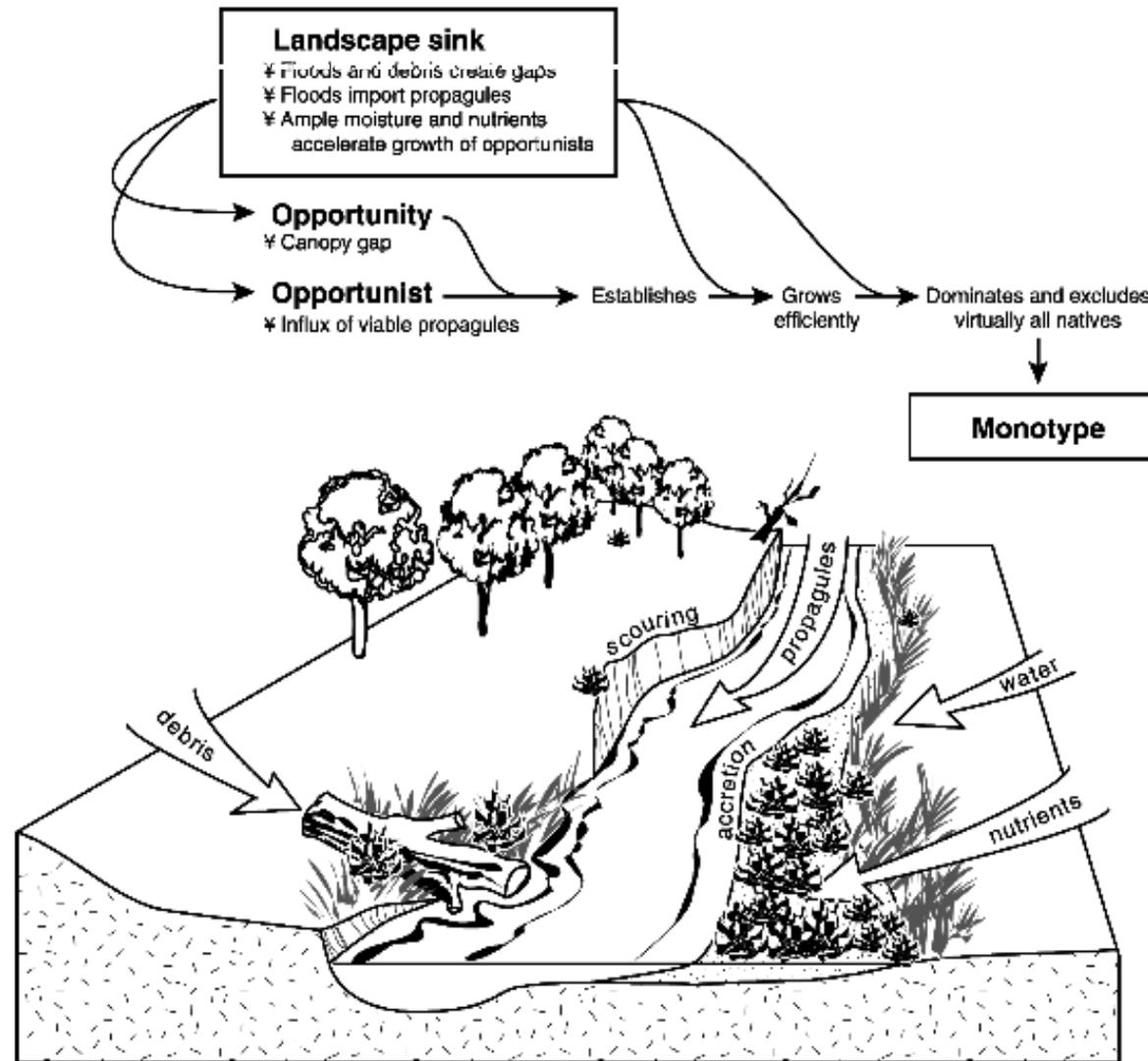


Flora invasora en ríos_ gestión *Arundo donax*



La posición de los ríos en las partes más bajas de las cuencas del paisaje hace que en la práctica funcionen como sumideros que acumulan materiales de toda la cuenca



El carácter lineal y el flujo de agua en los ríos favorece la dispersión de las especies invasoras

Principales especies invasoras ríos del sureste de la península



Arundo donax



Arundo micrantha (plinii)



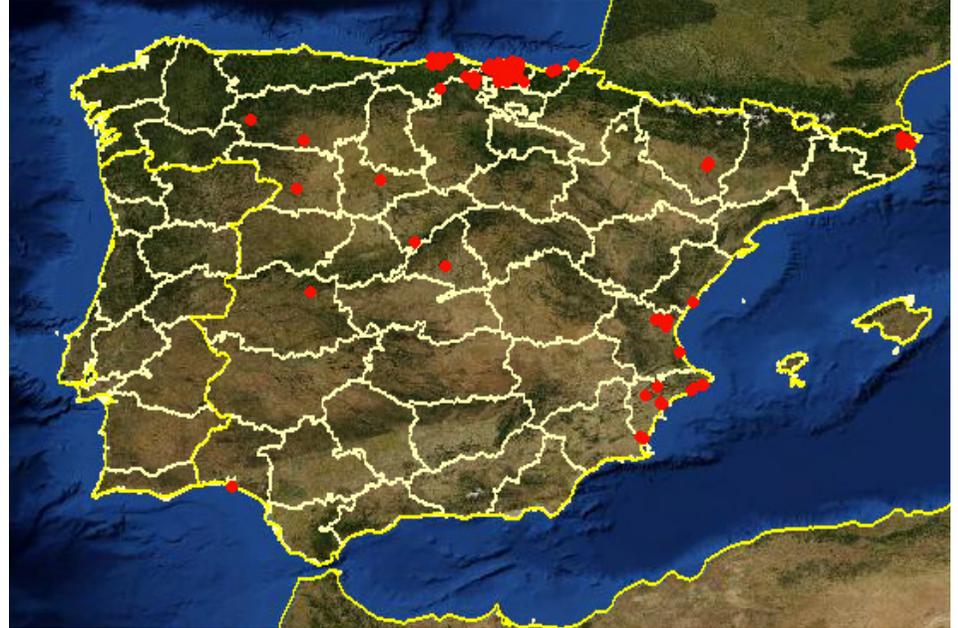
Arundo micrantha (plinii)



Arundo micrantha (plinii)



Hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*), Marjal de Xeresa



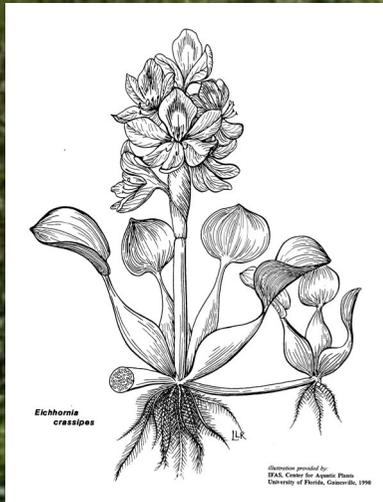
- ✓ Planta herbácea perenne procedente de América del Sur que puede alcanzar los 4m de altura
- ✓ Elevada capacidad para invadir riberas fluviales y zonas húmedas, dunas y estuarios
- ✓ Capacidad para formar monotipos densos e impenetrables de manera rápida y excluir al resto de especies de flora. Compite por la parte aérea pero también por el sustrato ya que posee un extenso y denso sistema radicular que acapara el sustrato
- ✓ Prolífica producción de semillas con elevada capacidad dispersiva capaces de germinar en condiciones adversas para otras plantas (p.ej con salinidad elevada)
- ✓ Incrementa el riesgo de incendio por su carácter inflamable, tanto de hojas (bajo contenido hídrico, hojas finas y alargadas) como de inflorescencias

Hierba de la pampa (*Cortaderia selloana*), márgenes río Júcar. Cullera



Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), Rio Albaida, 2007

Origen: Sudamérica



Cada planta puede producir cientos de semillas que pueden conservar la viabilidad durante 28 años.



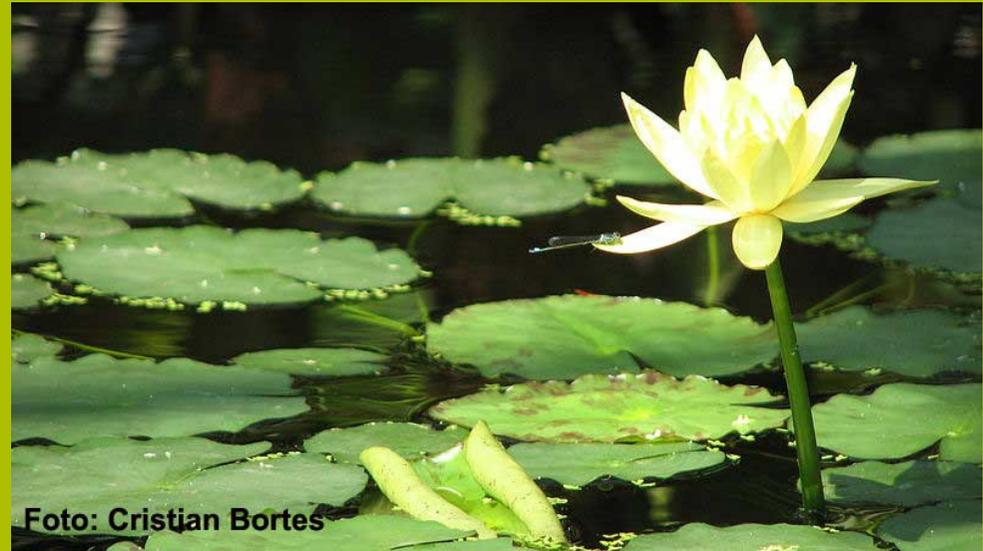
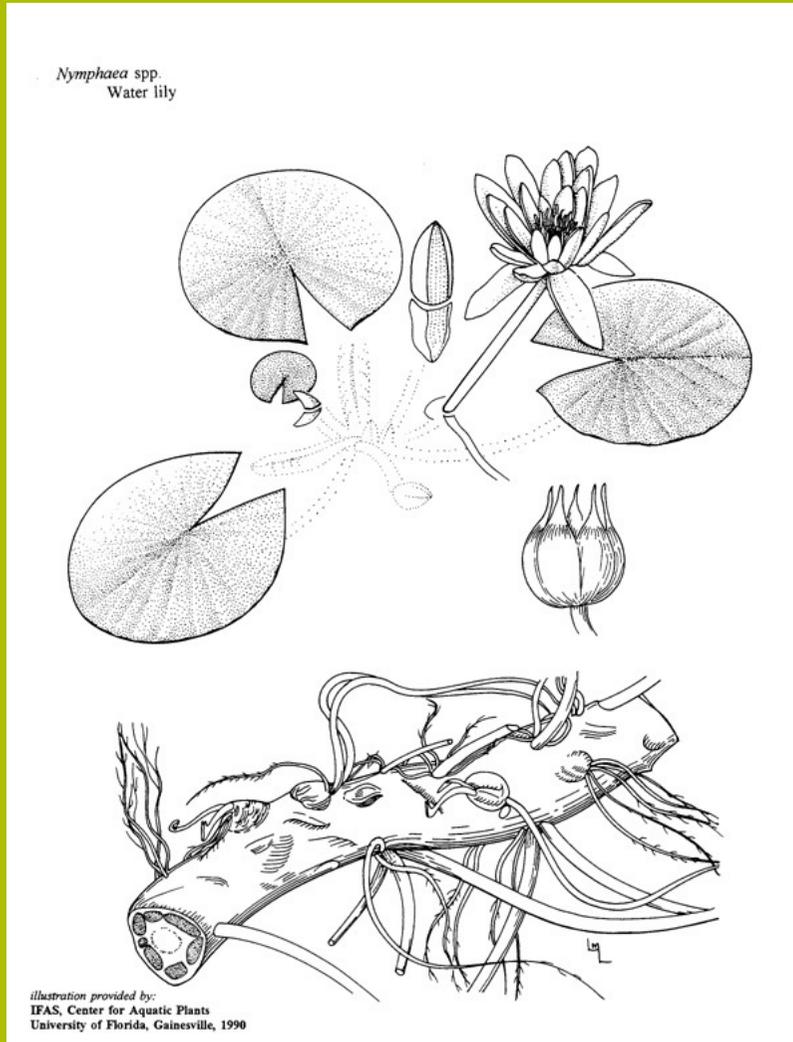
Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), Río Guadiana

Origen: Sudamérica



Nymphaea mexicana, Albufera de Gaianes

Origen: Sur de USA y México





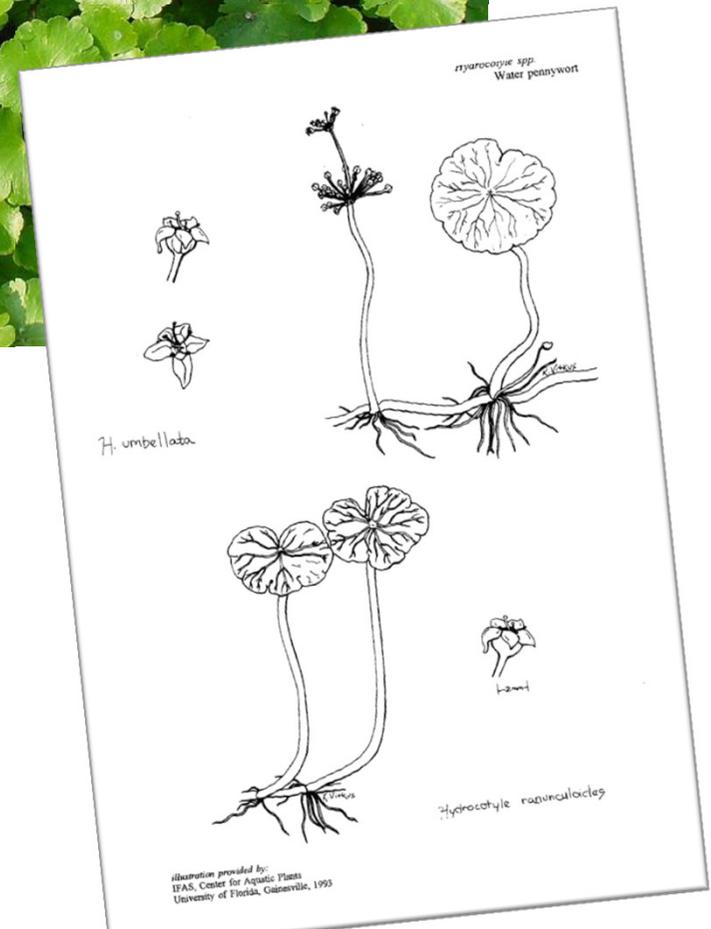
Duraznillo de agua (*Ludwigia grandiflora*), marjal de xeraco, 2008

Origen: Sudamérica

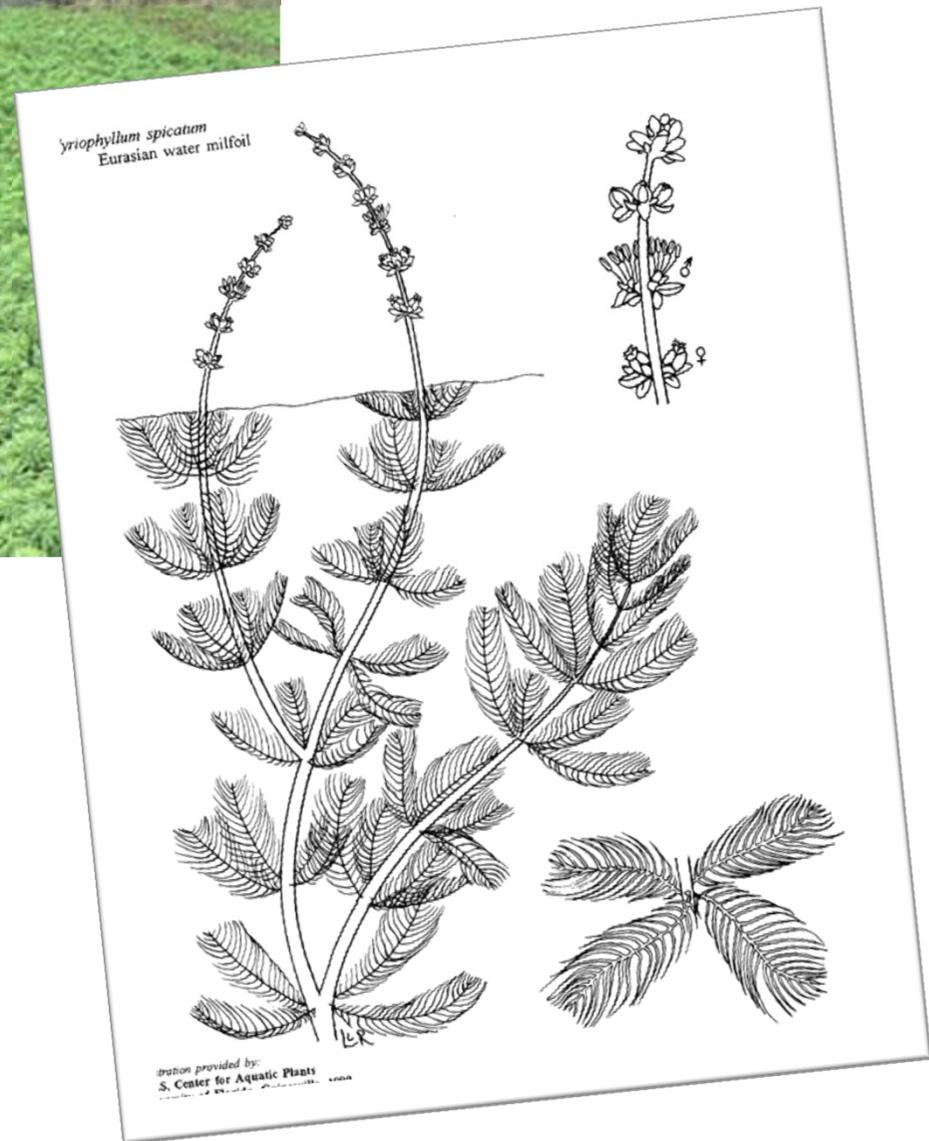


Hydrocotyle ranunculoides, Río Algar

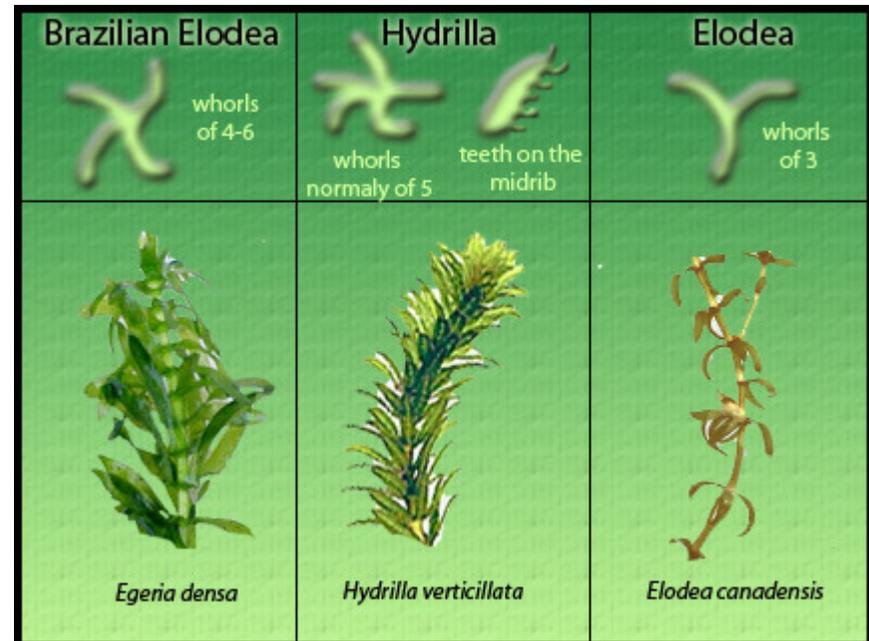
Origen: norte y sudamérica



Miriophyllum aquaticum, Río Albaida. Origen: Sudamérica



Elodea canadensis, Cabomba caroliniana, Egeria densa.



Azolla filiculoides



- ✓ Denominador común: reproducción vegetativa y rápido crecimiento
- ✓ Única posibilidad de gestión eficaz: detección temprana mediante red de alerta
- ✓ Empleo de herbicidas en medio acuático prohibido.



Detección e intervención temprana: *Miriophyllum aquaticum*



DetECCIÓN e intervención temprana: *Miriophyllum aquaticum*





- Familia *Poaceae* (9.000 sp, 650 genera)
Subfamilia *Arundinoideae*,
- Gramíneas robustas con inflorescencias plumosas. Principales géneros : *Arundo*, *Phragmites* y *Cortaderia*
- 6 especies de *Arundo* en el mundo, *A. donax* es la mayor del género
- Puede alcanzar 8m de altura. Es considerada como una de las gramíneas más grandes del mundo. 1 de los 100 organismos más invasores del mundo
- Es muy productiva 20tn/ha año
- Gran plasticidad fenotípica: agua, sustrato, luz pero no T^a. Por debajo de 7°C cesa emisión tallos



Fenología gobernada por la temperatura en climas estacionales.
Hacia finales de agosto las hojas pierden agua y comienza la lignificación en paralelo a una reducción de su actividad fisiológica.



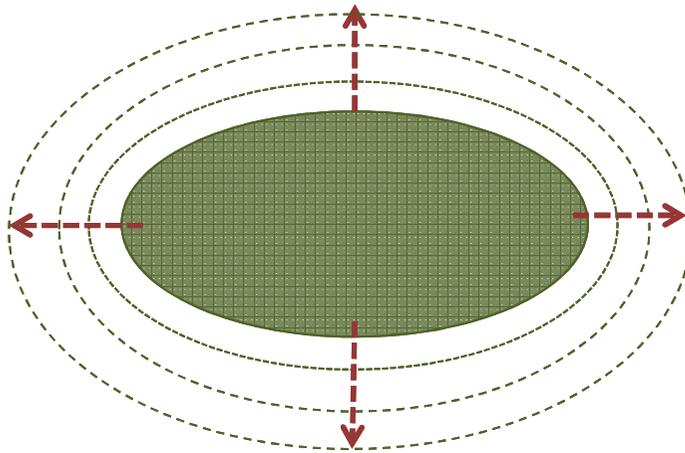
Rizoma órgano de reserva. Alternancia entre asignación de carbohidratos solubles a la parte aérea en primavera y verano, y a la parte subterránea en otoño e invierno. La floración marca el inicio del ciclo de la traslocación hacia el rizoma.

Cañaverales: cañas de 1º año, cañas ramificadas de 2 o más años y cañas muertas.



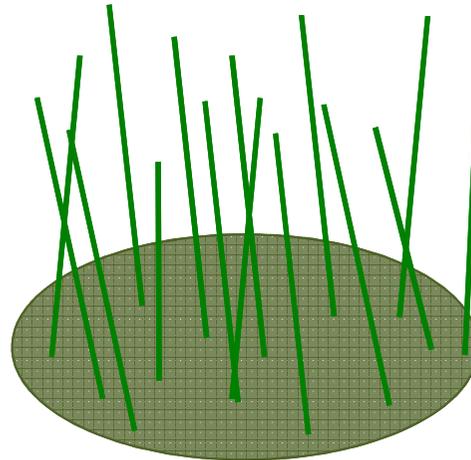
Las cañas no lignificadas carecen de capacidad de enraizamiento.

¿Cuál es el papel de tallos y rizomas en la dinámica de los cañaverales?



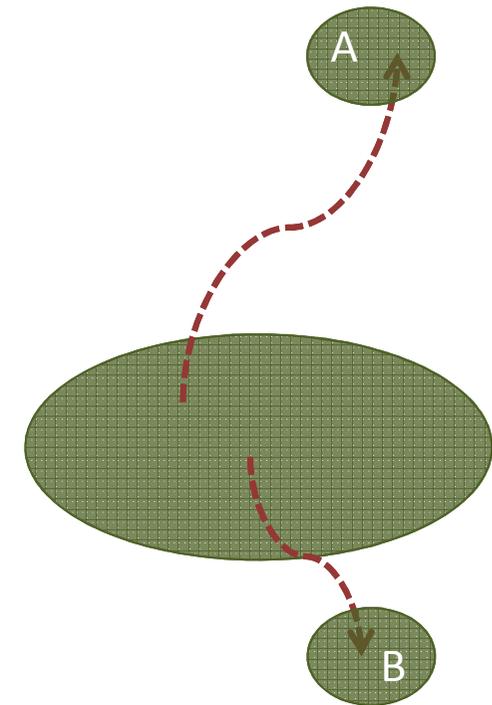
Expansión: crecimiento radial del cañaveral

- 1º Tallos lignificados tumbados (Perturbaciones)
- 2º crecimiento rizomas



Consolidación: aumento densidad del cañaveral

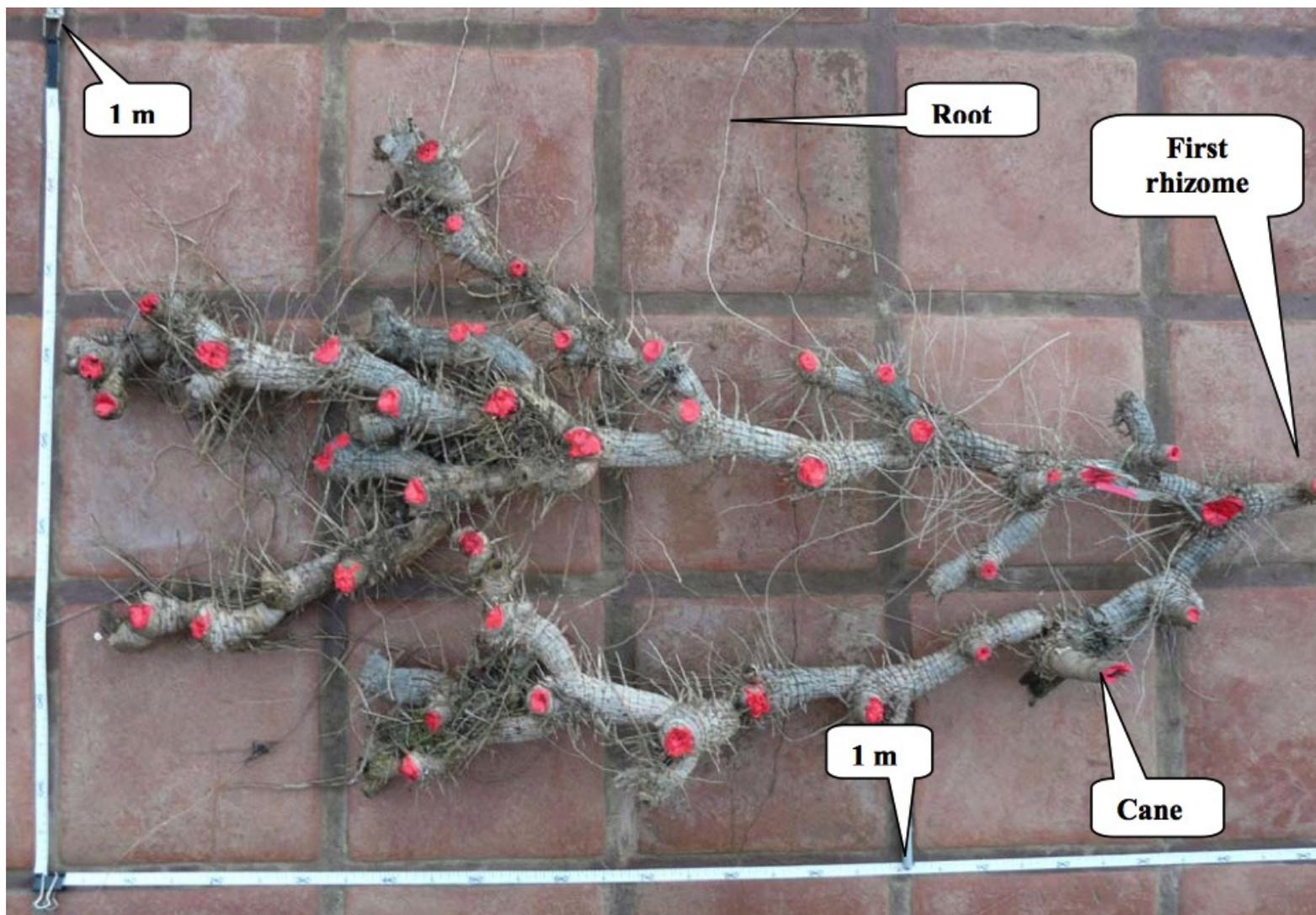
- Rizomas
- Proceso que garantiza la competitividad del cañaveral.



Dispersión: colonización nuevos enclaves

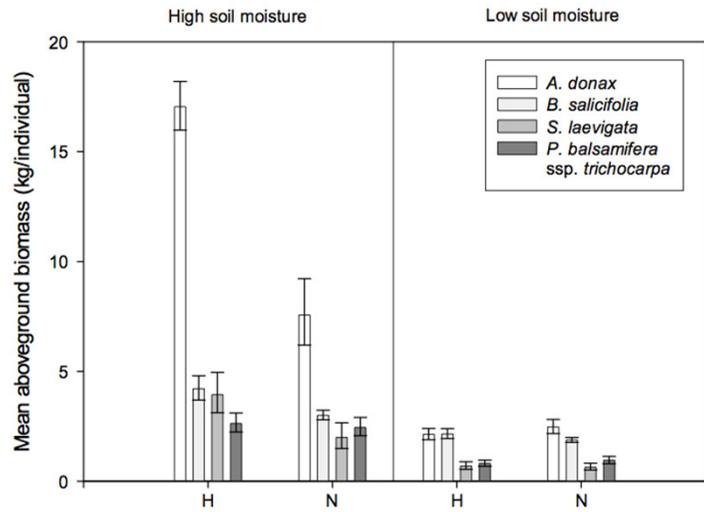
- 1º rizomas
- 2º fragmentos tallos (Perturbaciones)

Los rizomas aseguran la ocupación **vertical** del espacio, mediante la producción de tallos y, también, la ocupación **horizontal** al formar un denso entramado subterráneo

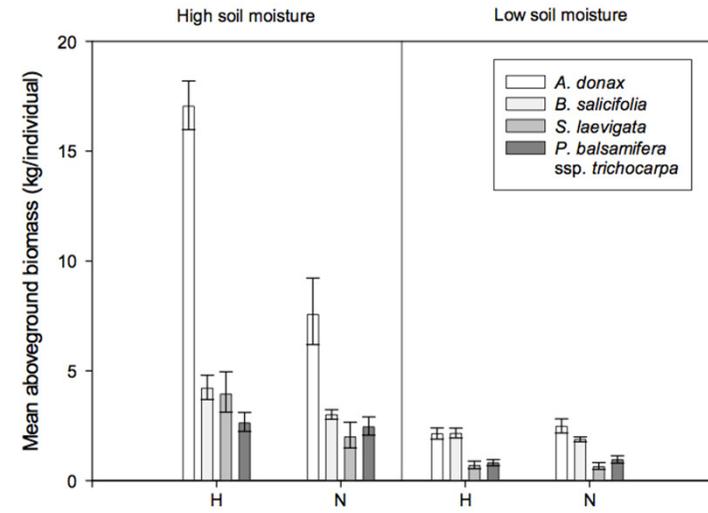


La ocupación exhaustiva del espacio es clave para la dominancia del medio ribereño, pero en virtud de qué mecanismo logra esto *A. donax*?...





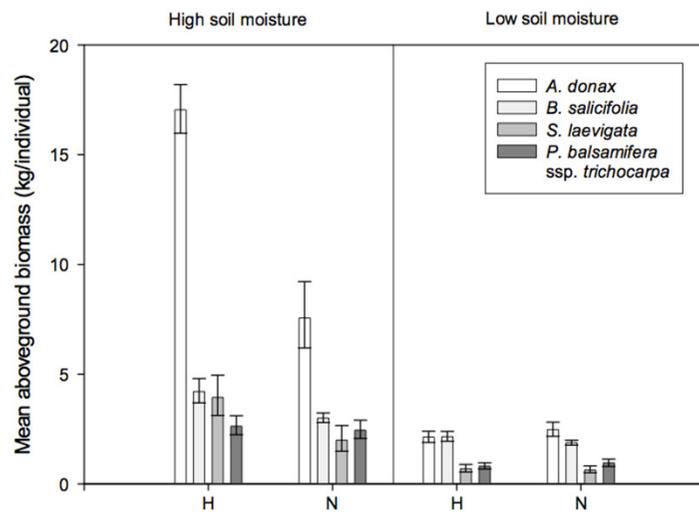
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado



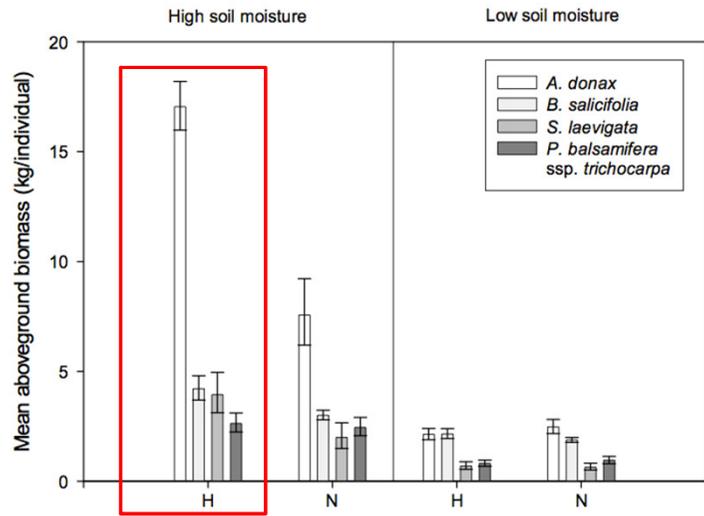
aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

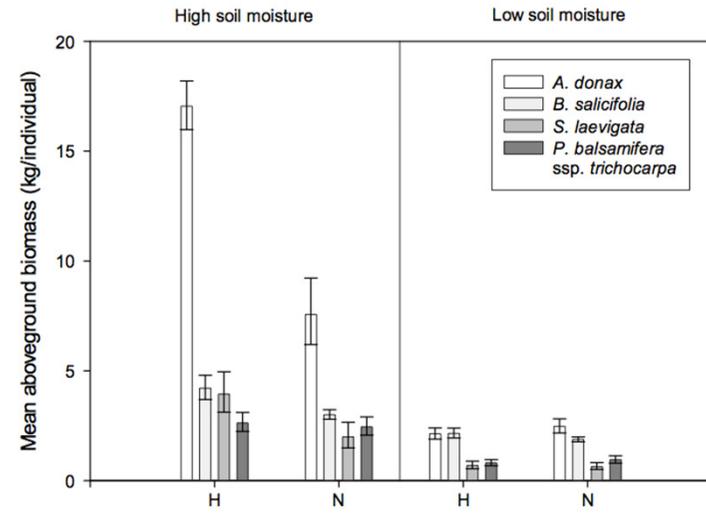
aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo



Coffman 2007. Factors influencing invasion of giant reed in riparian ecosystems of mediterranean type climate regions. Dissertation, University of California.



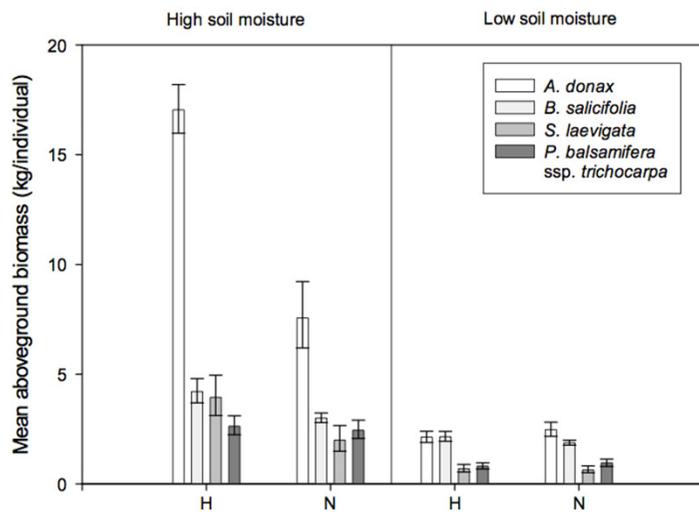
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado

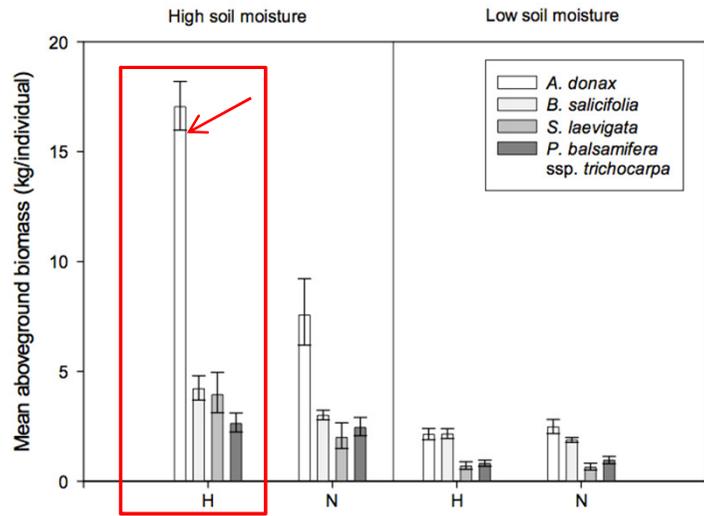


aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

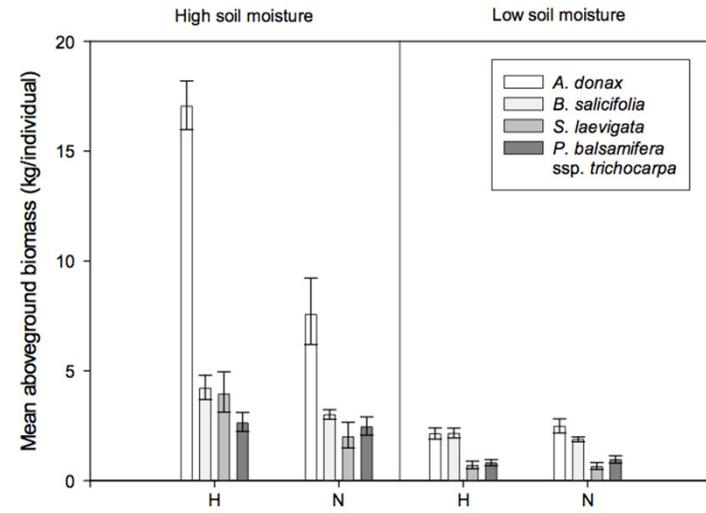
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo

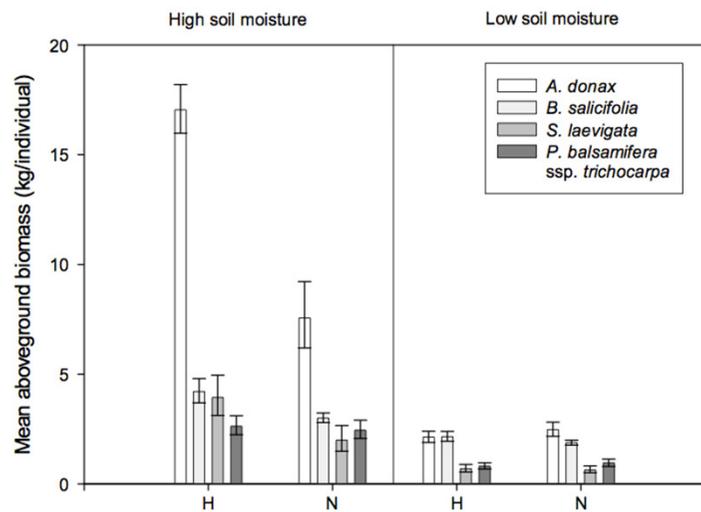




aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado

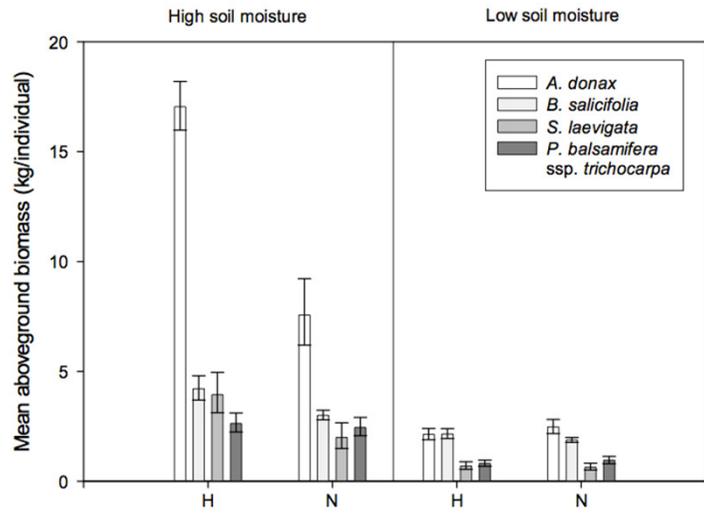


aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

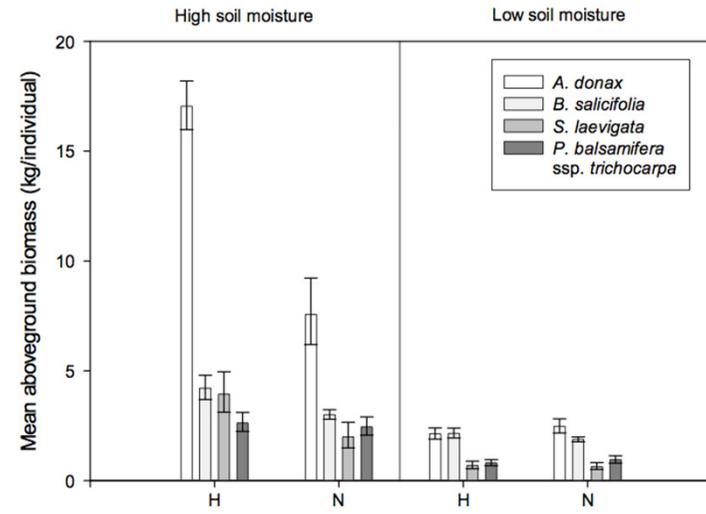


aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo



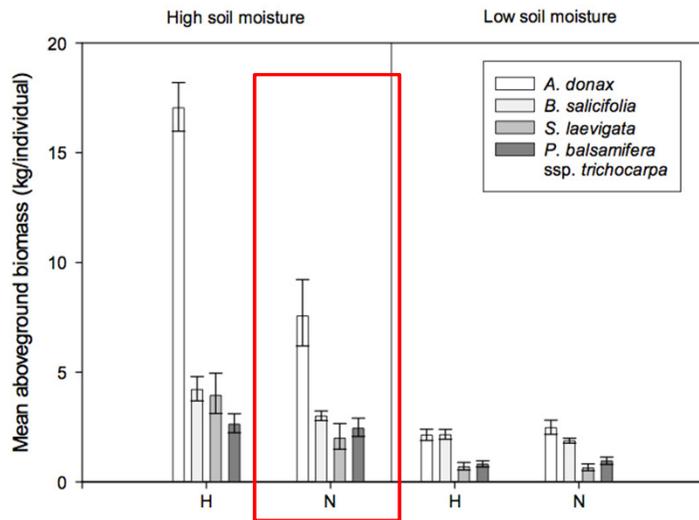
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado

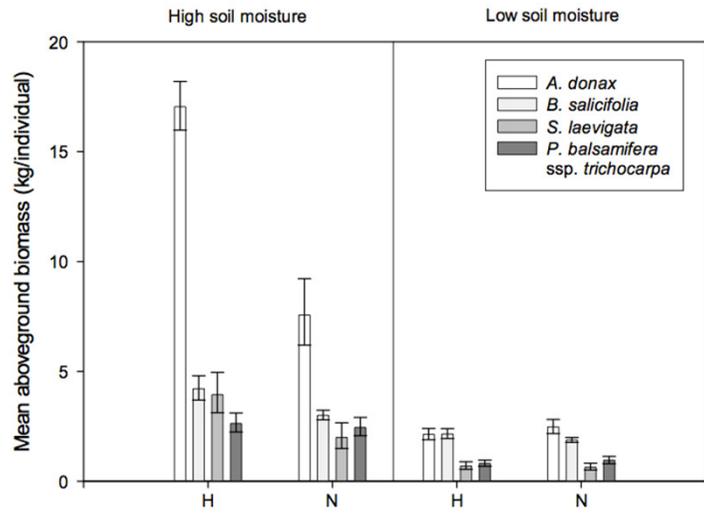


aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

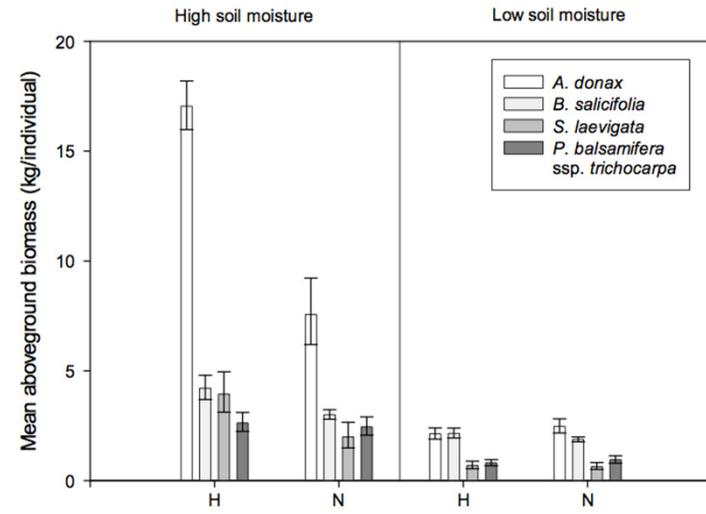
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo





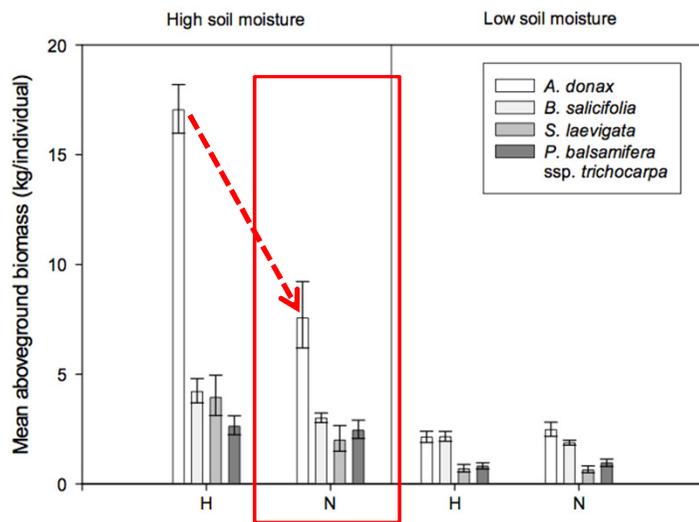
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado

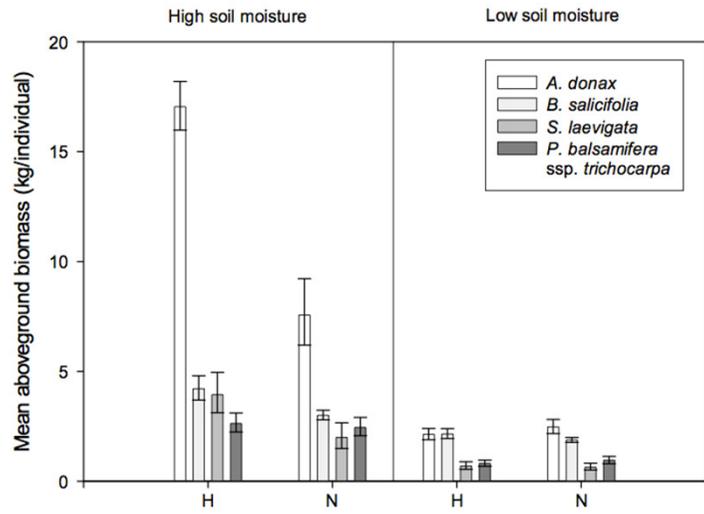


aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

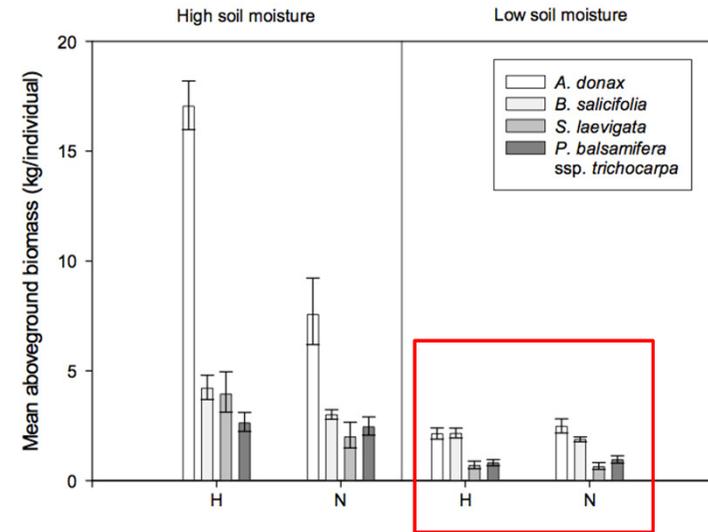
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo





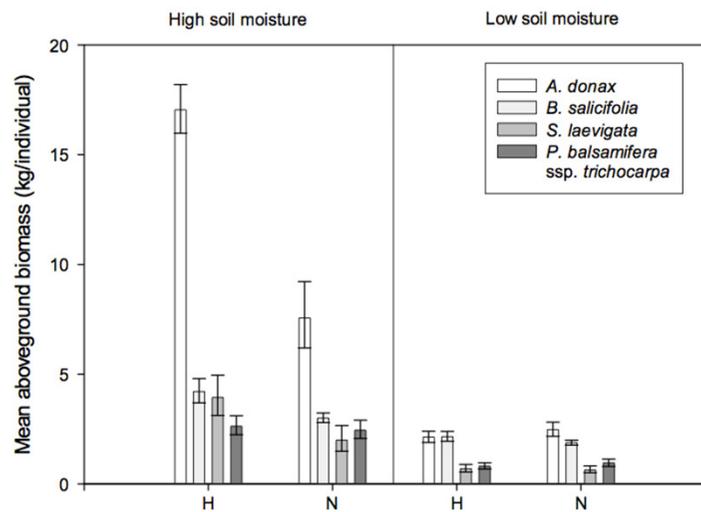
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado

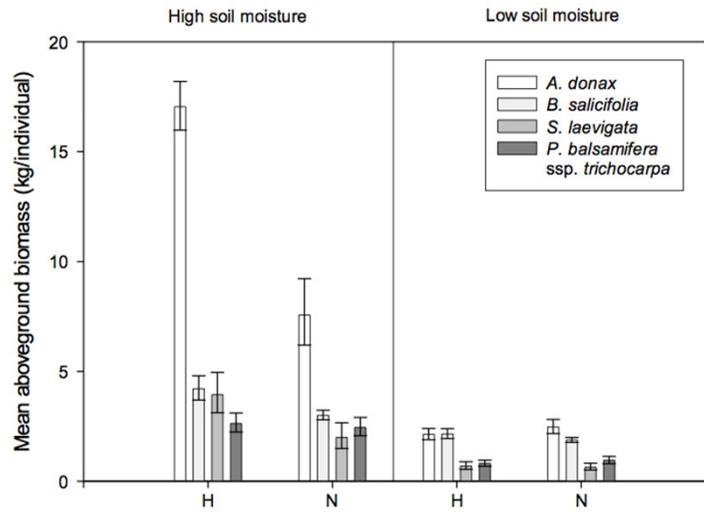


aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado

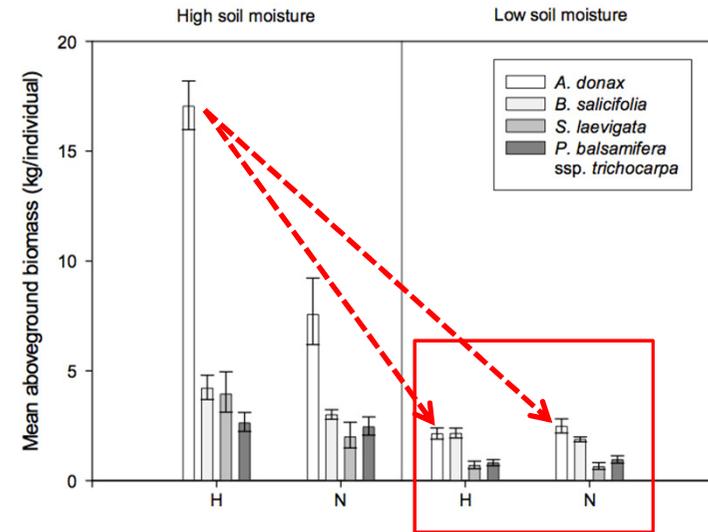
aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo

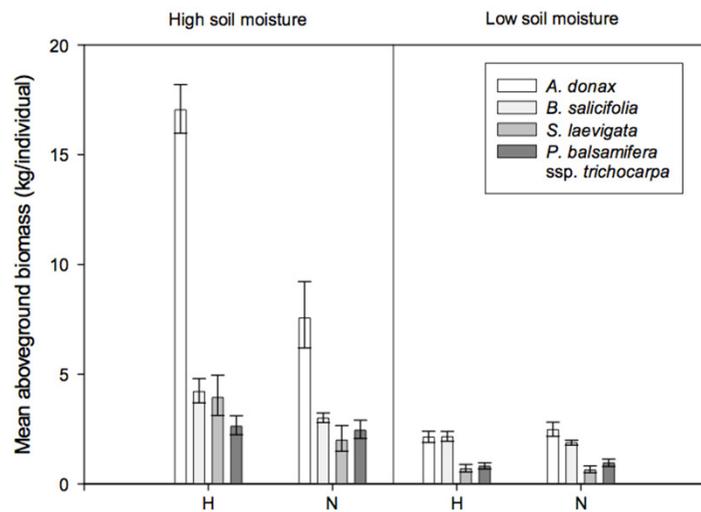




aporte hídrico elevado
aporte nutrientes elevado



aporte hídrico bajo
aporte nutrientes elevado



aporte hídrico elevado
aporte nutrientes bajo

aporte hídrico bajo
aporte nutrientes bajo

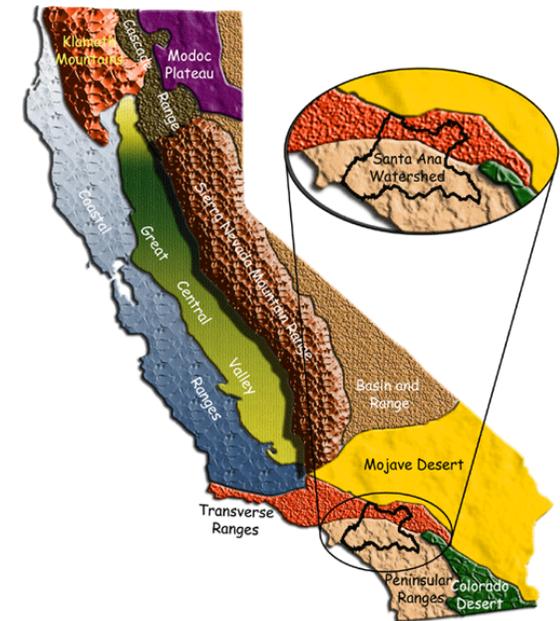
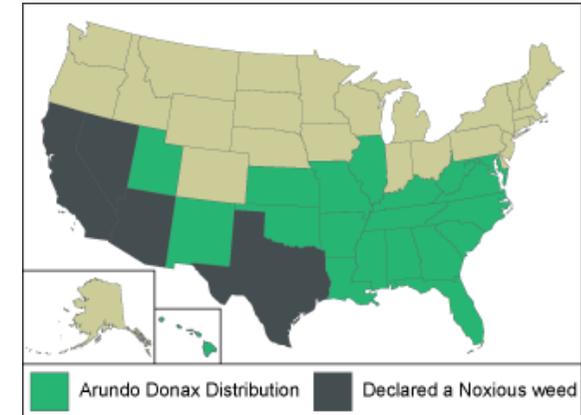
✓ La expansión del cañaveral sólo es rápida en medios sometidos a perturbaciones y ricos en nutrientes y agua.

✓ De lo contrario es una formación vegetal estática.



Una elevada productividad a costa de un gran consumo de agua...

- ✓ Iverson, 1998: Cuenca del Río Santa Ana* 168 km (California). 4.407 ha de *Arundo* evaporan un equivalente al consumo de 280.000 hab, coste 18.000.000 \$.
- ✓ *Arundo donax* evapora como media 3 veces más que vegetación nativa río Santa Ana. Su substitución por vegetación nativa ahorraría 12.000.000\$ anuales equivalente a 37 millones de m³.



Elevada productividad y biomasa no consumida por herbívoros...



Elevada densidad del cañaveral = formación con **gran cantidad de biomasa** (20kg/m²)

El 22% corresponde al peso de los rizomas

Esto es resultado de la **gran productividad** de la especie, la densidad de la formación y la altura que alcanza.

El cañaveral almacena una **gran cantidad de energía** por unidad de peso seco (17-19,8MJ/kg), mayores que los de las formaciones riparias autóctonas

Por su estructura y el bajo contenido en agua de su follaje los cañaverales son formaciones vegetales altamente inflamables. La biomasa acumulada sustenta fuegos de gran intensidad calórica que provocan la eliminación de la flora nativa



Esto provoca un cambio importante en el carácter de la zona riparia.
De formación vegetal “resistente” al fuego pasa a convertirse en formación inflamable
que actúa como elemento transmisor del incendio por el carácter lineal de los ríos.



El rizoma permite un rebrote rápido tras una perturbación
El espacio es ocupado rápidamente, anticipándose al rebrote de las especies nativas.



A. *donax* es capaz de rebrotar tan solo 7 días después de un incendio.
Los métodos basados únicamente en eliminar parte aérea no son adecuados.

Elevada productividad, elevada biomasa...



¿Cuáles son las consecuencias para la flora y la fauna nativa de la formación de monotipos?





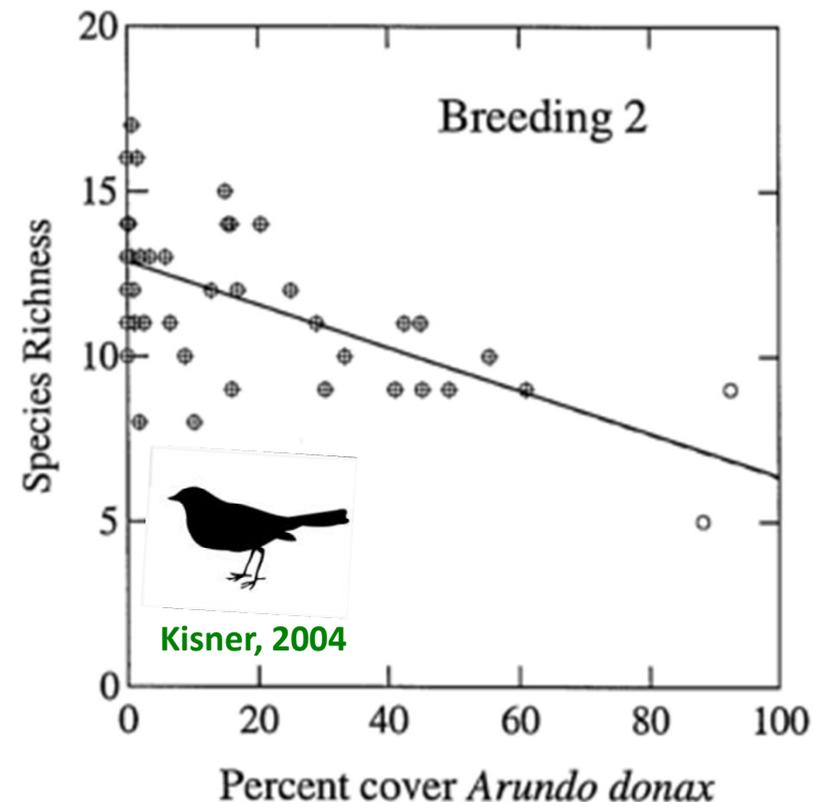
Los monotipos sustentan comunidades animales menos diversas que los medios estructuralmente complejos

Angelica & Dudley, 2003 *A. donax* reduce la heterogeneidad del hábitat, su complejidad estructural y la diversidad vegetal (↓ disponibilidad de recursos) → ½ el nº total de invertebrados, su riqueza taxonómica y la biomasa → efectos en cascada para comunidades de vertebrados, en especial aves y reptiles.

Kisner, 2004 la cubierta de *A. donax* y la riqueza de aves están significativamente y negativamente relacionadas en todas las épocas del año.

- Un ↑ de la cobertura de *A. donax* del 50% induce ↓ de la riqueza de aves de 16-25%.

- No hay valor de cobertura por debajo del cual la riqueza de aves se estabilice: todo ↑ de la densidad del cañar ↓ la riqueza y abundancia de las aves.



Métodos de control



1. Control químico: fumigación cañaverales no desbrozados



Aspectos que condicionan la eficacia:

- ✓ Época de la aplicación
- ✓ Cobertura homogénea

2. Control químico: fumigación rebrotes



Aspectos que condicionan la eficacia:

✓ Altura del rebrote. deben tener hojas completamente desarrolladas.

✓ Altura del rebrote condiciona a su vez la direccionalidad de la aplicación.



3. Control químico: impregnación post-corte



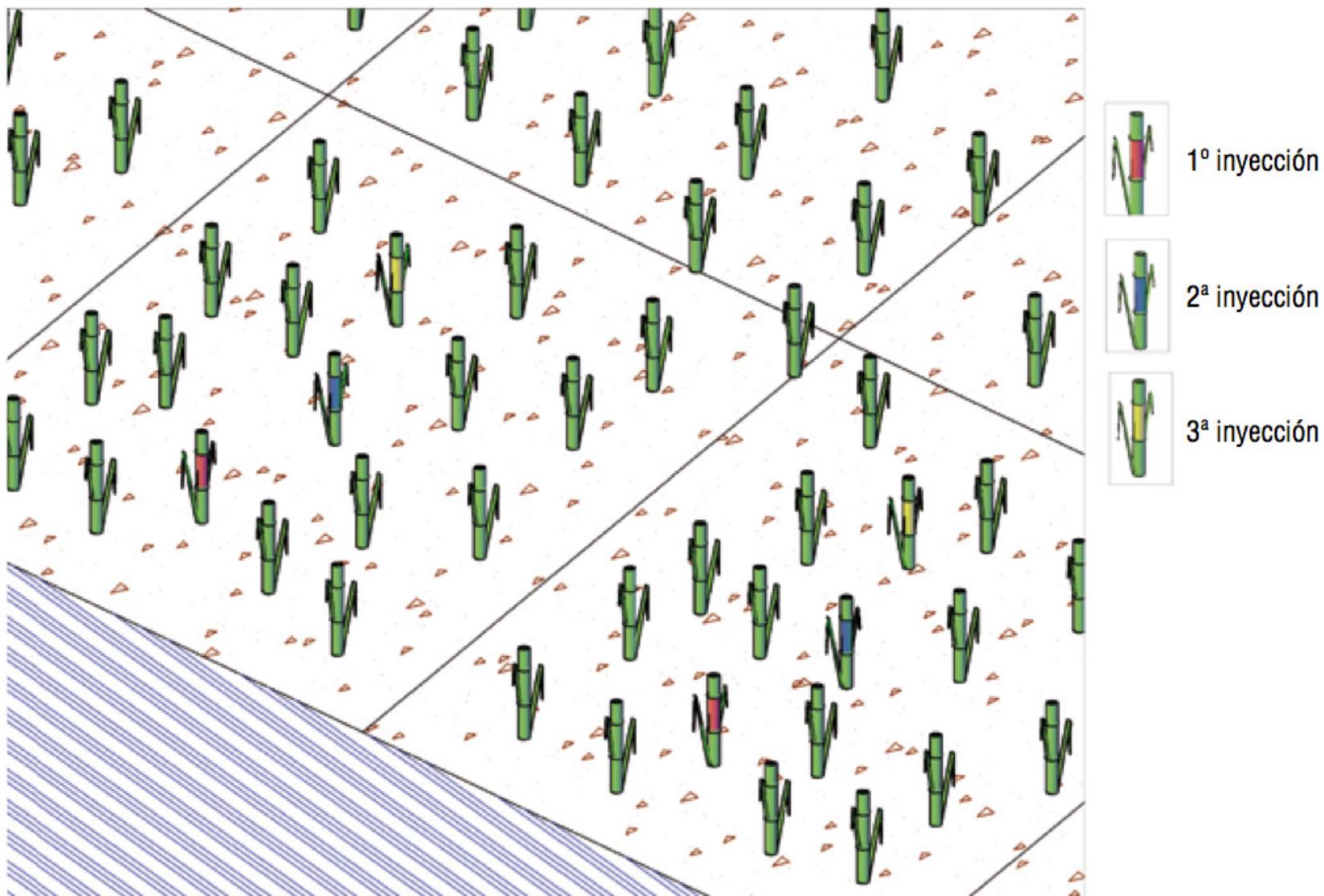
Aspectos que condicionan la eficacia: tiempo transcurrido entre corte e impregnación

4. Control químico: Inyección herbicida tallo



Inyección de 6-8 ml de herbicida sin diluir.

- ✓ Se realizan tres inyecciones por parcela de 10m², a intervalos de 21 días.
- ✓ No superar 1000 inyecciones/ha y aplicación.
- ✓ El establecimiento de pasillos facilita la aplicación del herbicida.

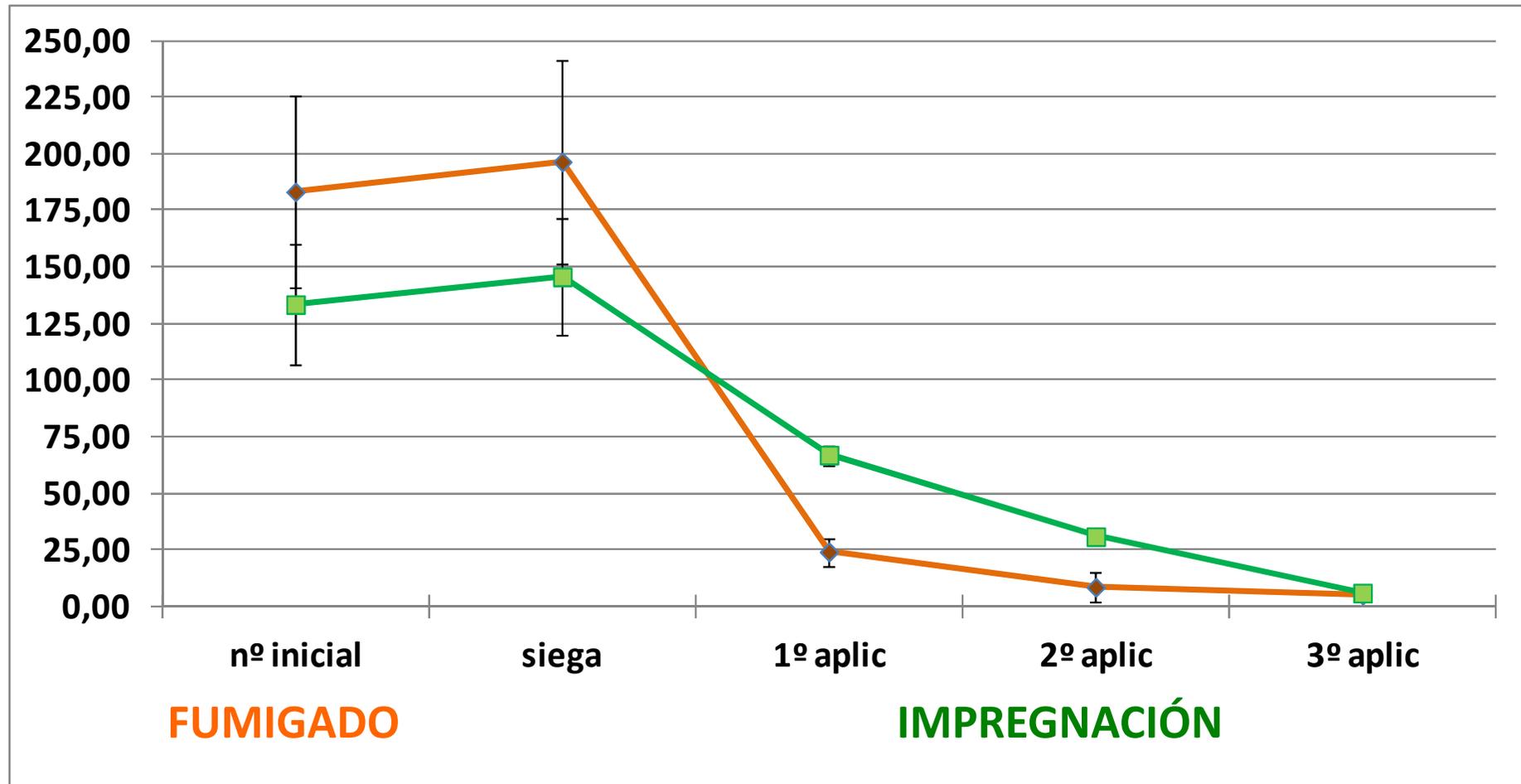


Aspectos que deben tenerse en cuenta:

- ✓ Se recomienda emplear formulados a base de **glifosato**, autorizados para el ámbito en el que se prevea actuar. Siempre debe respetarse la dosis recomendada. Consultar registro productos fitosanitarios.
- ✓ Se recomienda la adición de un tinte al caldo de fumigación. P.ej. Bluemark. De este modo se reduce la heterogeneidad en la aplicación del herbicida.
- ✓ El herbicida siempre debe aplicarse en la época en que las cañas estén fisiológicamente activas. Los herbicidas sistémicos solo son eficaces si alcanzan el sistema radicular y para ello deben transportarse vía floema.



Frecuencia de los tratamientos, duración total del tratamiento

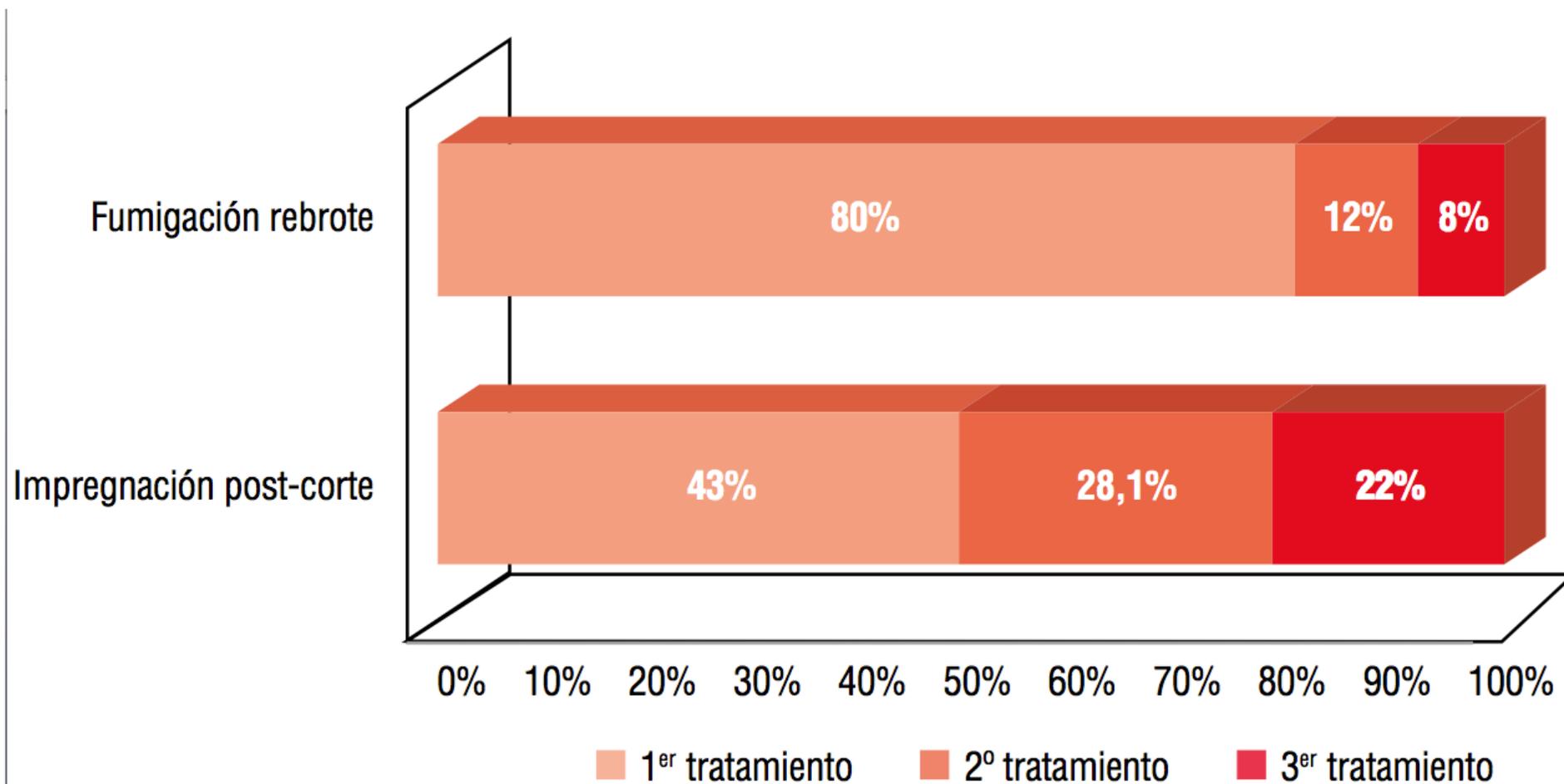


Al menos 3 tratamientos para provocar una mortalidad del 95% de las cañas

2 aspectos importantes que deben tenerse en cuenta
a la hora de aplicar métodos químicos:

- a) Son necesarias al menos **tres aplicaciones** para lograr una elevada mortalidad. Guthrie (2007): única aplicación de herbicida disminución densidad, altura y tasa crecimiento rebrotes. 7 meses después, diferencias disipadas y cañar más denso que formación precedente
- b) Si no pueden garantizarse los tratamientos de repaso es preferible **NO inciar la actuación**, ya que la interrupción de los tratamientos puede consolidar más la invasión
- c) Conclusión: los tratamientos de **repaso** son fundamentales

Coste de los tratamientos de repaso frente al coste total



5. Control físico: coberturas opacas



3 Aspectos que condicionan la eficacia:

- ✓ Opacidad coberturas
- ✓ Resistencia
- ✓ Fijación al sustrato

5. Control físico: coberturas opacas



- ✓ Perforaciones y
- ✓ coberturas biodegradables



5. Control físico: coberturas opacas



6. Métodos físicos: inundación cañaverales



7. Control mecánico: arranque rizoma

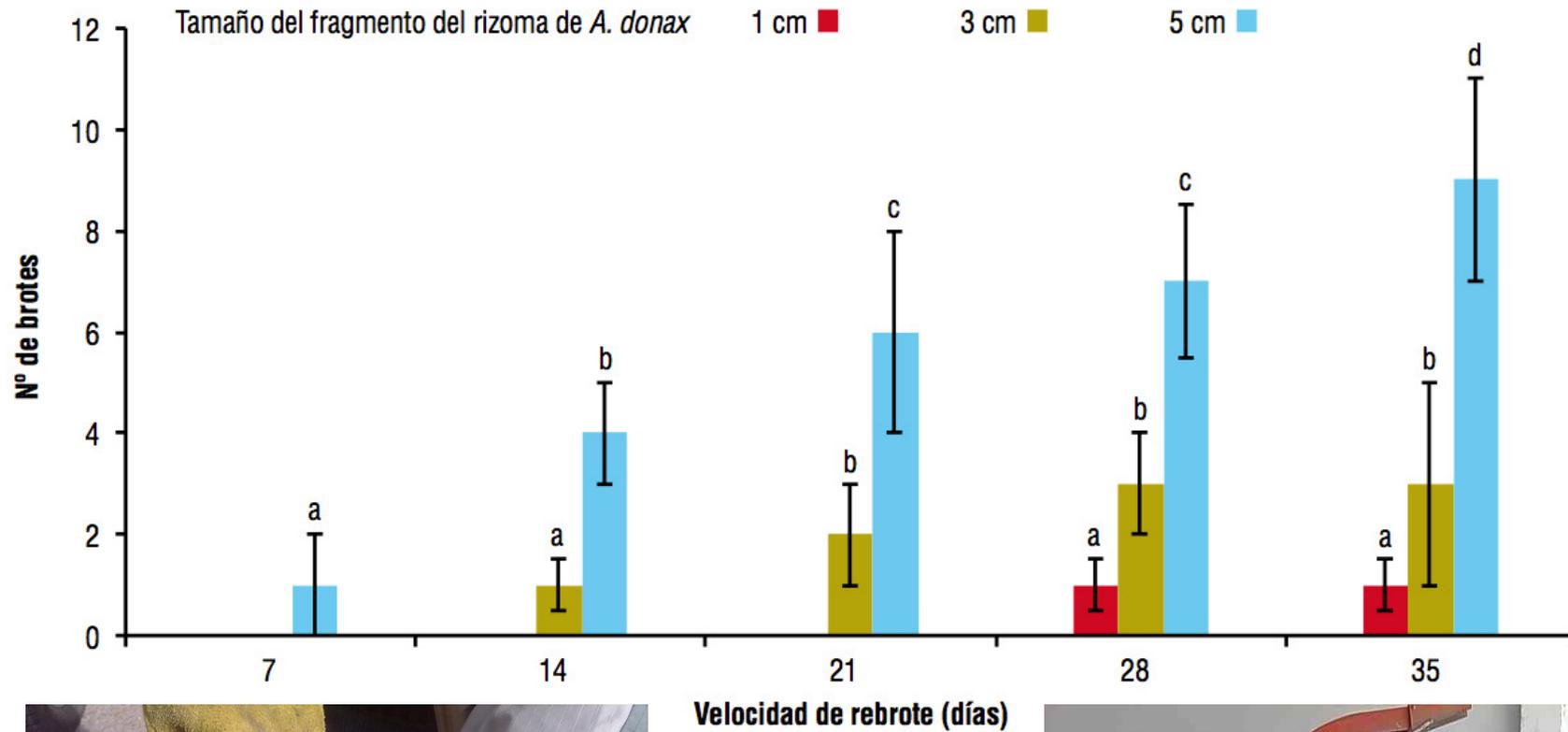


7. Control mecánico: arranque rizoma



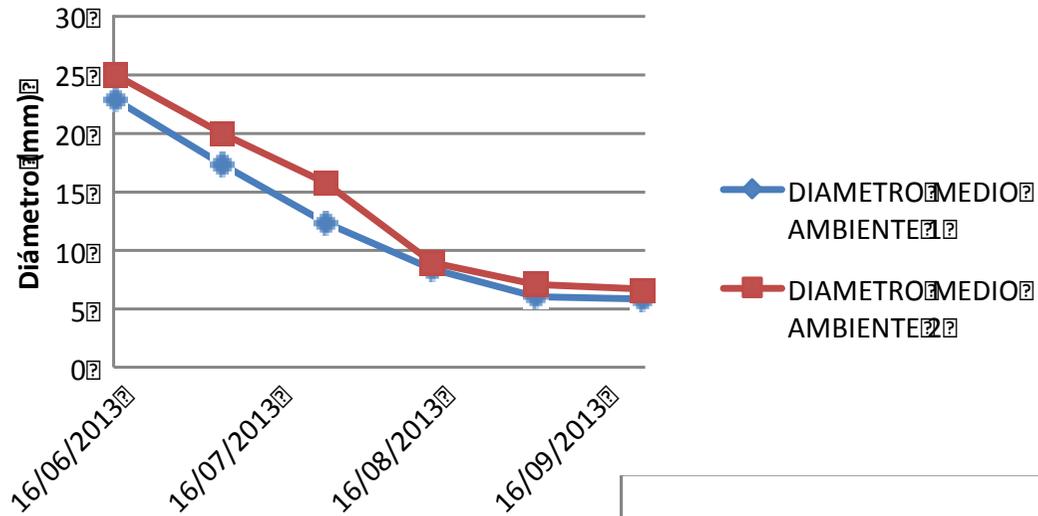


7. Control mecánico: trituración rizoma

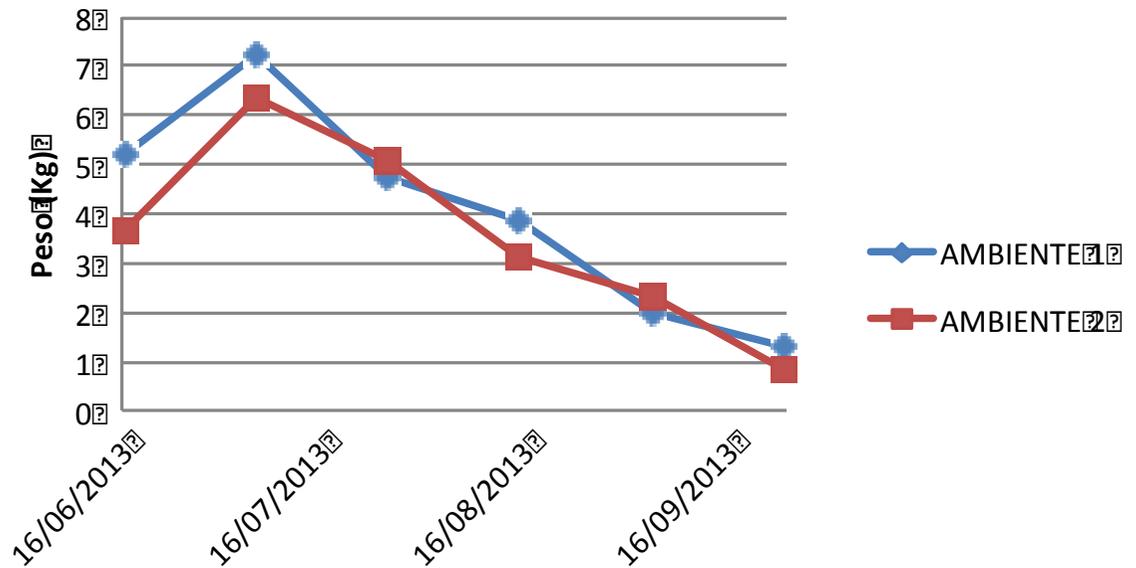


8. Control mecánico: desbroces reiterados

DIÁMETRO MEDIO



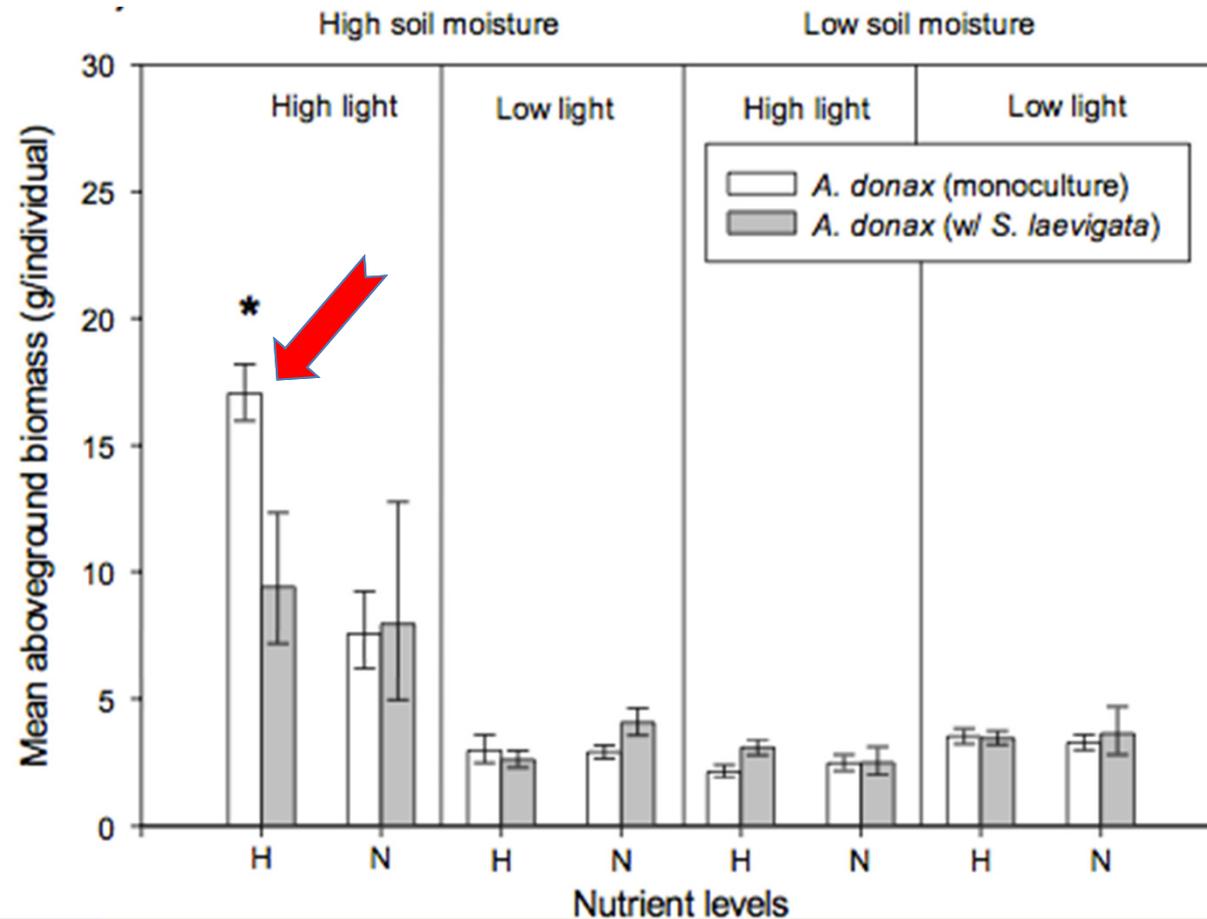
PESO BIOMASA



?

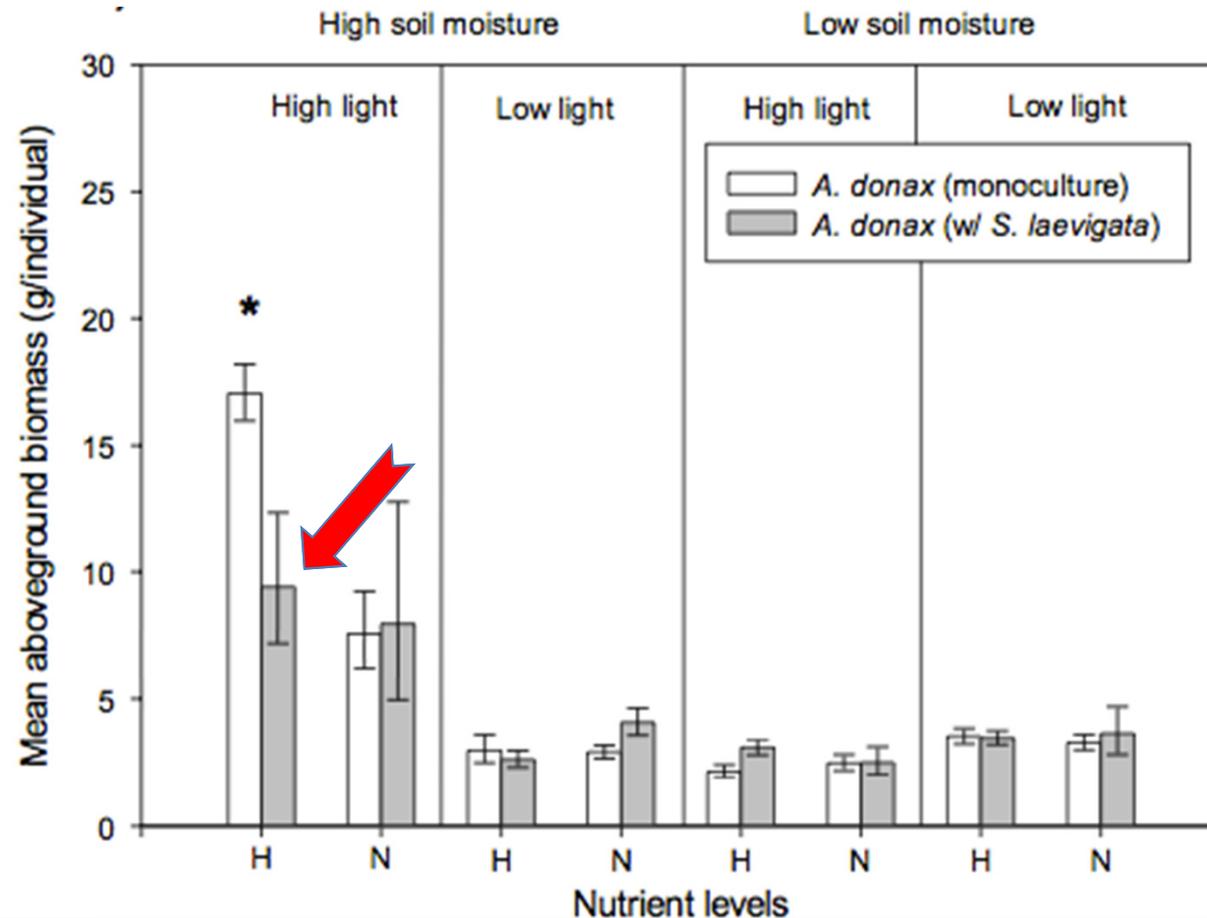
?

A. donax es muy productiva pero vulnerable a la **competencia** por especies nativas, que inducen una disminución de su productividad, posiblemente por competencia directa por el espacio, que restringe su comportamiento expansivo.



Coffman 2007.
Factors influencing
invasion of giant
reed in riparian
ecosystems of
mediterranean type
climate regions.
Dissertation,
University of
California.

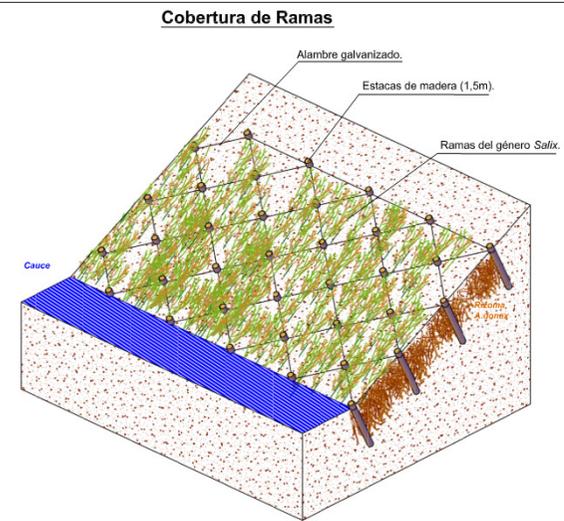
A. donax es muy productiva pero vulnerable a la competencia por especies nativas, que inducen una disminución de su productividad, posiblemente por competencia directa por el espacio, que restringe su comportamiento expansivo.



Coffman 2007.
Factors influencing
invasion of giant
reed in riparian
ecosystems of
mediterranean type
climate regions.
Dissertation,
University of
California.

Es decir *A. donax* es una especie **OPORTUNISTA** que tolera bien el estrés pero NO la competencia. Importancia de mantener los restos de vegetación autóctona durante los trabajos de gestión del cañaveral.

9. Fomento de la competencia



9. Fomento de la competencia



Métodos ineficaces para el control de cañaverales: desbroce y quema



El fuego [también el desbroce] consolida la dominancia de *A. donax*

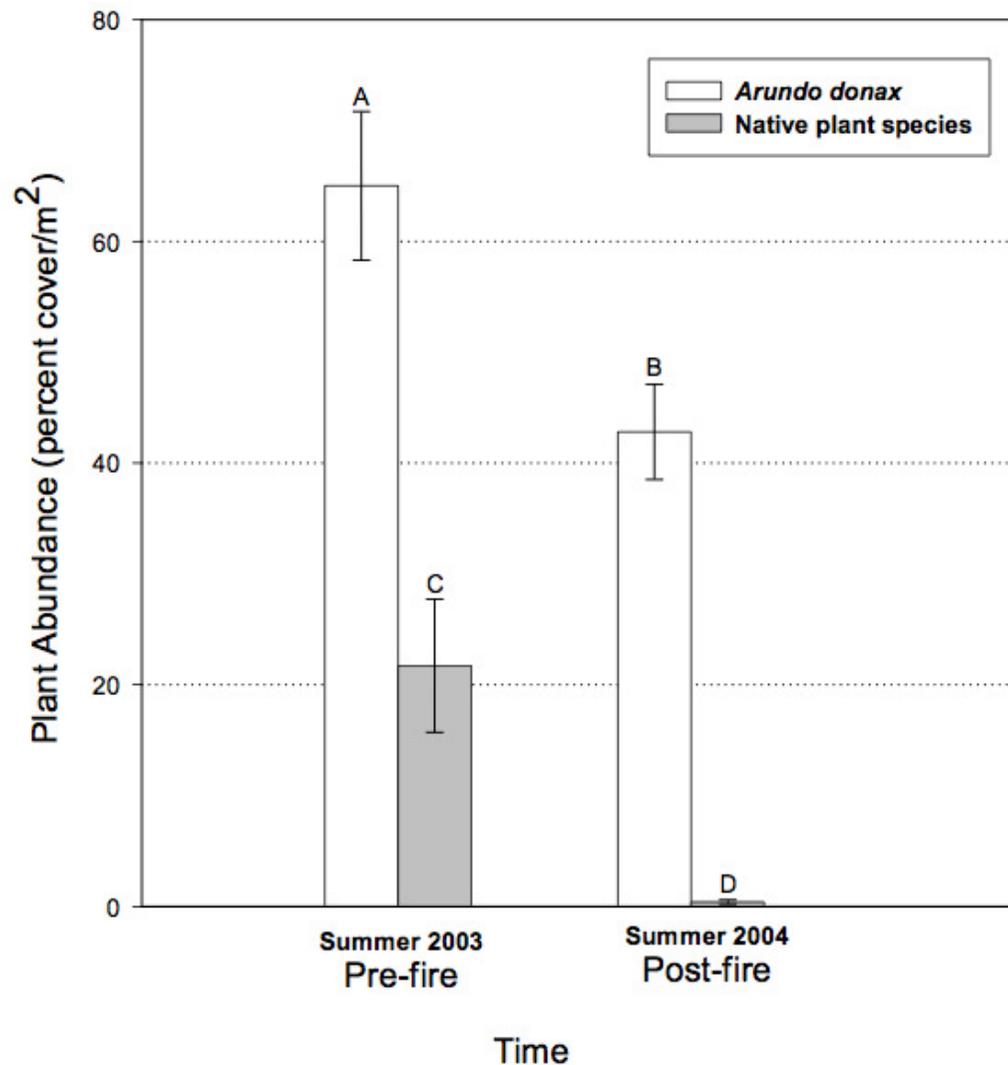


Figure 17. Abundance of *A. donax* compared to native riparian plant species before the October 2003 wildfire (summer 2003) and a year later. Letters denote results of post-hoc hypothesis tests (comparison of means) with significance recognized at $\alpha < 0.05$.

Coffman C, 2007

Incendio en octubre en parcelas mixtas *A. donax* - vegetación riparia nativa

→ *A. donax* crece inmediatamente tras los incendios comparado con la vegetación nativa que no rebrota/germina hasta principio de primavera

→ productividad *A. donax* 14-24 veces la de sp. nativas. 1 año tras incendio el 99% cobertura vegetal corresponde a *A. donax*, ↑ 24% vs. niveles pre-incendio

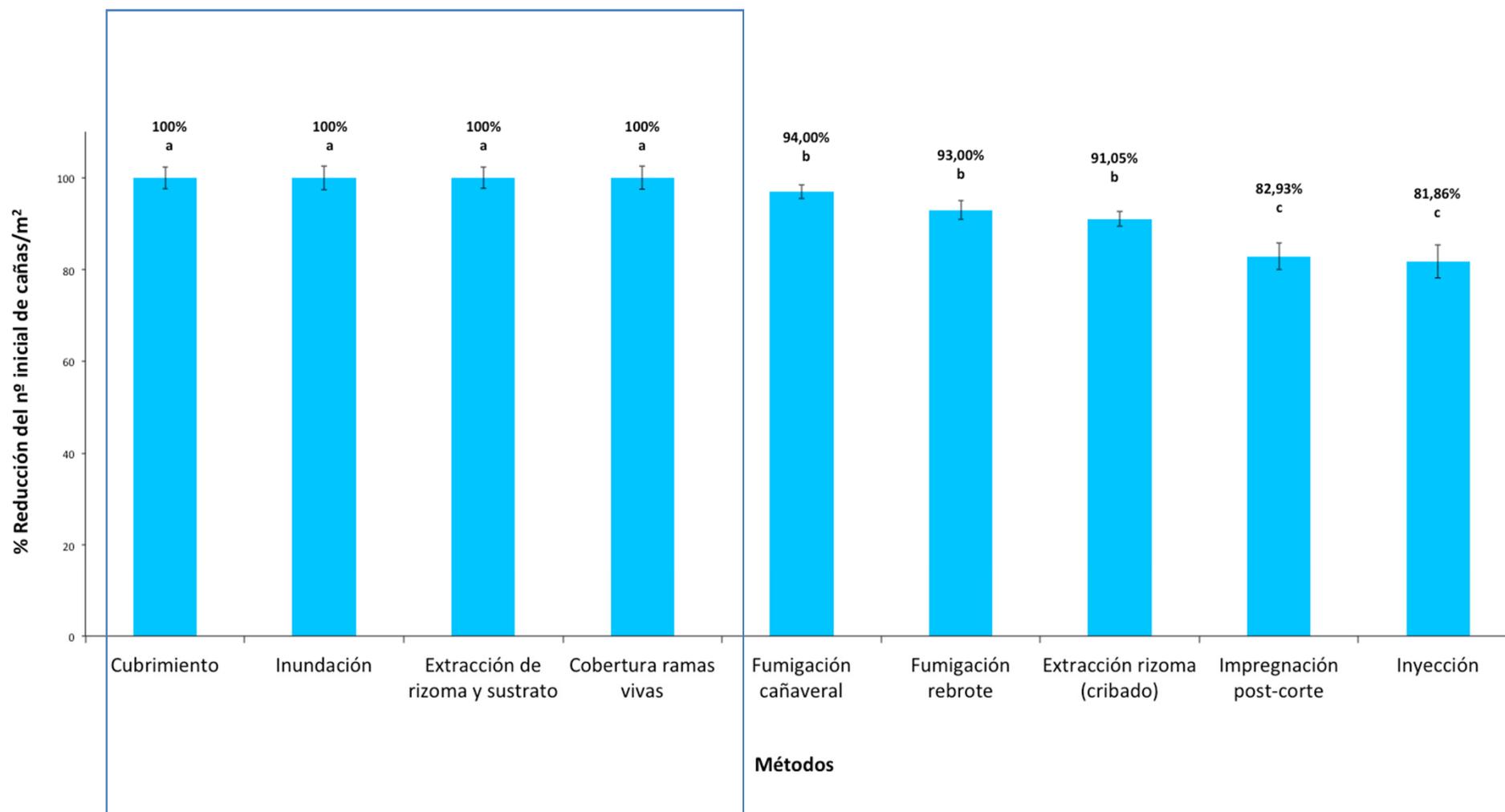
→ Un año tras el incendio *A. donax* consolida su dominancia del medio ripario.

Medio regulado por las crecidas > medio regulado por fuego

Métodos ineficaces para el control de cañaverales: desbroce y quema

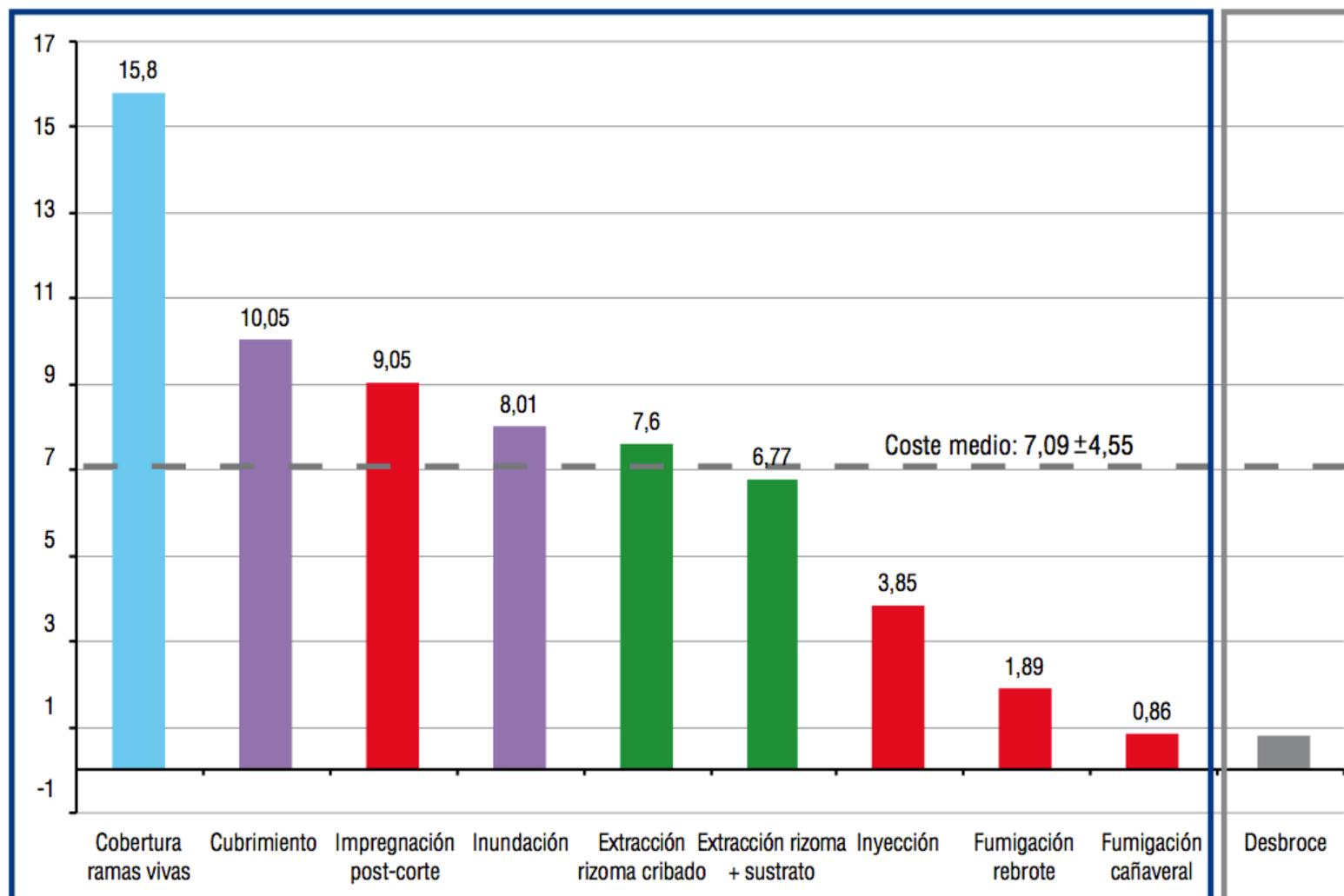
- a) El desbroce y la quema estimulan la producción de nuevos brotes [Guthrie \(2007\)](#).
- b) Los brotes pronto se independizan de las reservas del rizoma gracias a una elevada tasa fotosintética que no muestra saturación a elevadas intensidades luminosas ([Rossa et al. 1998](#)).
- c) El desbroce y la quema no agotan el rizoma y como método de control definitivo de cañaverales son ineficaces y contraproducentes.
- d) Desbroce y quema solo deben emplearse en situaciones de emergencia, cuando se requiera controlar la biomasa acumulada en un cañaveral y no se disponga de otros métodos para su control. No como método de control habitual.

Eficacia de los diferentes métodos de control de cañaverales



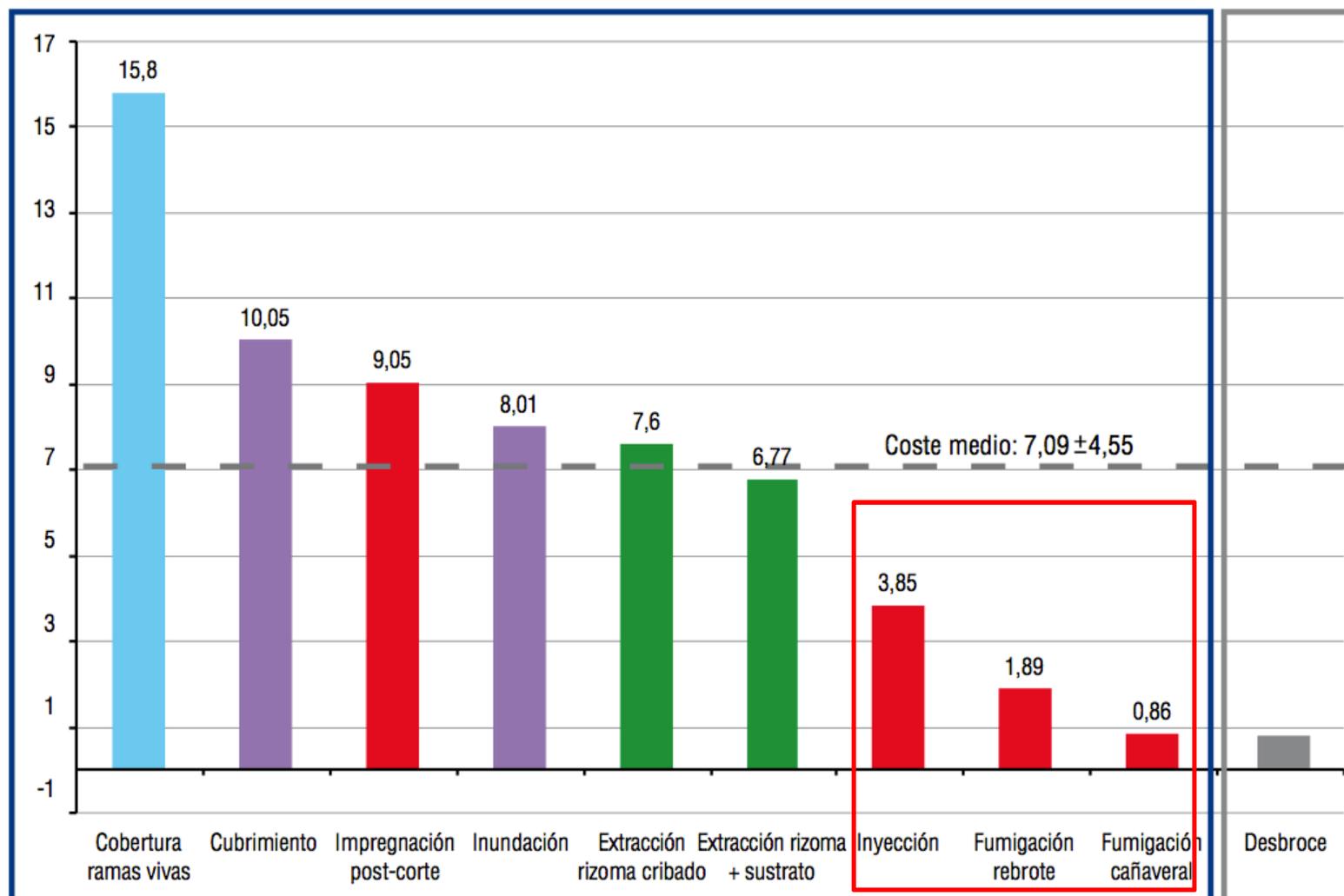
Mayor eficacia de los métodos físicos, mecánicos y de fomento de la competencia vs. métodos químicos

Coste de los diferentes métodos



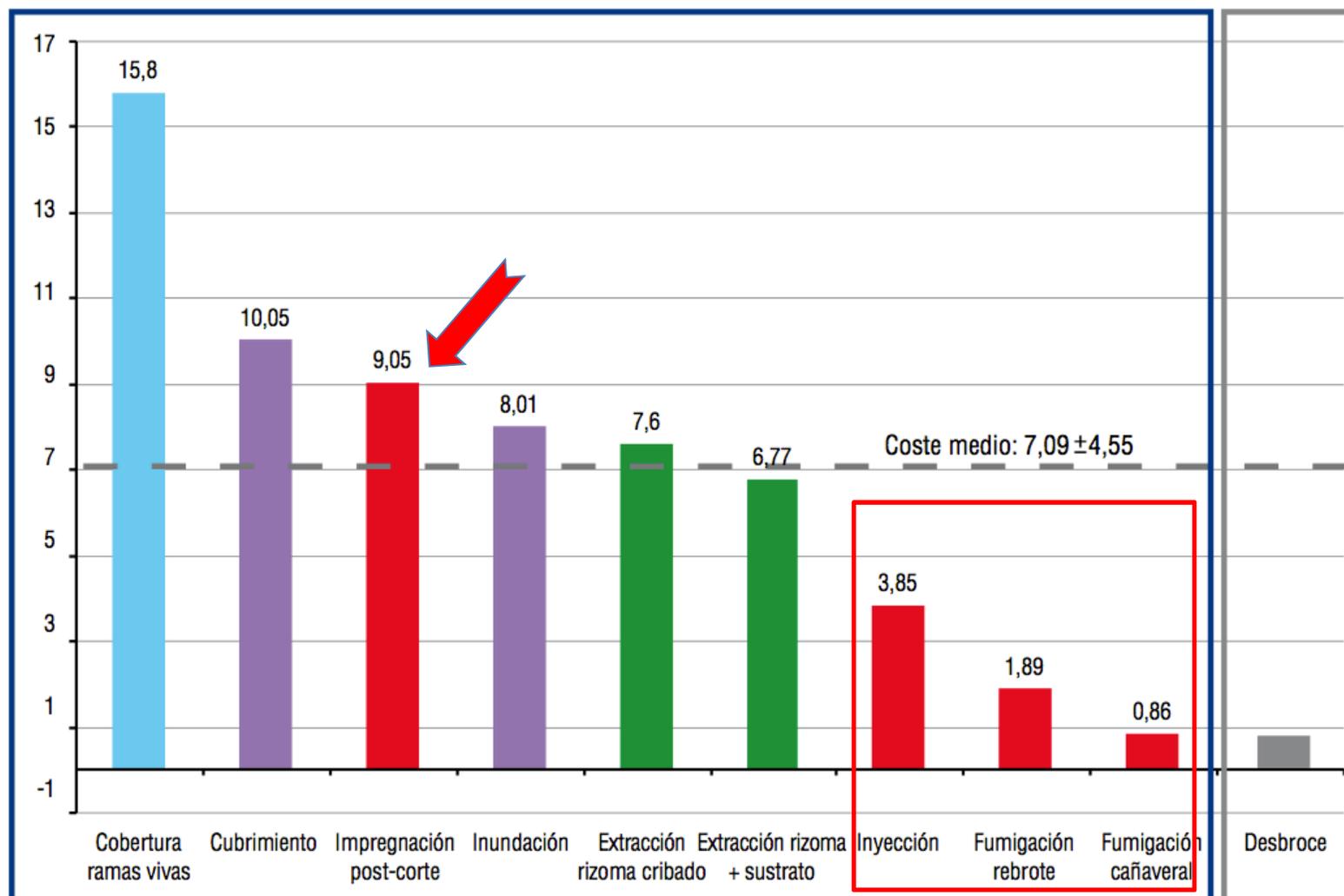
- ✓ Coste elevado del desbroce comparado con métodos químicos
- ✓ Menor coste de los métodos químicos en comparación con el resto [excp. impreg]

Coste de los diferentes métodos



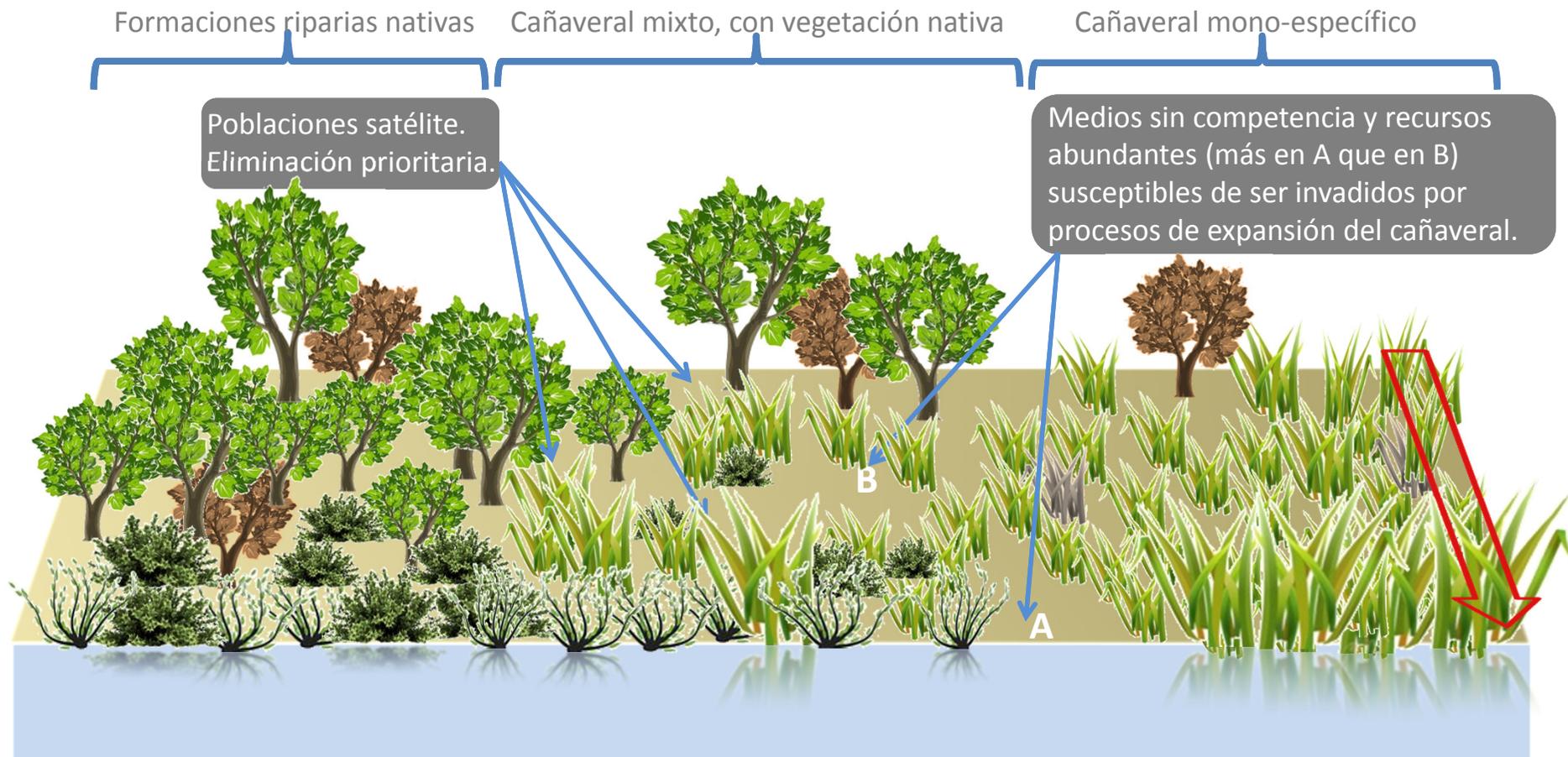
- ✓ Coste elevado del desbroce comparado con métodos químicos
- ✓ Menor coste de los métodos químicos en comparación con el resto [excp. impreg]

Coste de los diferentes métodos



- ✓ Coste elevado del desbroce comparado con métodos químicos
- ✓ Menor coste de los métodos químicos en comparación con el resto [excp. impreg]

			Eficacia %	Coste €/m ²	Duración	
Intervención con reperfilado de la ribera			Extracción rizoma	100-91	10-12,5	⌚
			Cobertura ramas	100	15,8	⌚
Intervención sin reperfilado de la ribera	Cañaverales monoespecíficos	Cerca del agua	Impregnación/inyección	82	9,05/3,85	⌚ ⌚ ⌚ ...
		A partir de 5m de la orilla	Cubrimiento	100	10,95	⌚ ⌚
			Inundación	100	8,01	⌚
		No vinculados a medios acuáticos	Fumigación rebrote	93	1,89	⌚ ⌚ ⌚ ...
			Fumigación cañaveral	94	0,86	⌚ ⌚
	Cañaverales mixtos	Cerca del agua	Impregnación/inyección	82	9,05/3,85	⌚ ⌚ ⌚ ...
		A partir de 5m de la orilla	Desbroces reiterados	No evaluado	No evaluado	
			Fumigación rebrote	82	1,89	⌚ ⌚ ⌚ ...



a) Los trabajos de eliminación deben priorizar la intervención en las áreas menos alteradas, eliminando poblaciones satélite, y progresar hacia las más invadidas (cañaverales más consolidados).
 b) Los trabajos deben alterar el medio lo imprescindible para evitar nuevas invasiones, y mantener los restos de vegetación nativa (Bradley, 1997)

- Mayor consolidación
- +
- Mayor productividad cerca de la orilla
- ||
- Mayor dificultad eliminación

Conclusiones

- ✓ La eliminación de *A. donax* es posible mediante utilización de métodos físicos (recubrimientos, inundación), químicos (fumigación o impregnación con herbicidas) o mecánicos (arranque de rizomas).
- ✓ La siega y la quema NO deben ser considerados como métodos de control. Al contrario, su aplicación provoca la dominancia de *A. donax*.
- ✓ La eficacia de los métodos físicos, mecánicos y de fomento de la competencia es mayor que la de los métodos químicos, pero su coste mayor.
- ✓ Los métodos químicos SIEMPRE requieren tratamientos de repaso, los cuales tienen bajo coste pero consolidan su eficacia. Si se pretende un control definitivo de *A. donax* pero no se dispone de recursos para asegurar los tratamientos de repaso es preferible NO iniciar la actuación. Suelen ser necesarias 3 anualidades.
- ✓ El coste de los distintos tratamientos difiere significativamente, como también difiere el impacto de cada uno de ellos sobre el medio. La elección del método más adecuado para cada caso dependerá de factores como las características del medio, su valor ambiental, el tipo de intervención que se prevea realizar o la disponibilidad presupuestaria a medio plazo.

The background of the slide is a photograph of a cornfield. The corn plants are tall and green, with long, narrow leaves. A semi-transparent green grid pattern is overlaid on the top half of the image, where the text is located. The text is white and stands out against the green background.

Gracias por la atención.
Contacto: invasoras@gva.es