

XV ENCUENTRO
NACIONAL DEL SECTOR
FRIJOL

IV ENCUENTRO
NACIONAL DEL SECTOR
MAÍZ

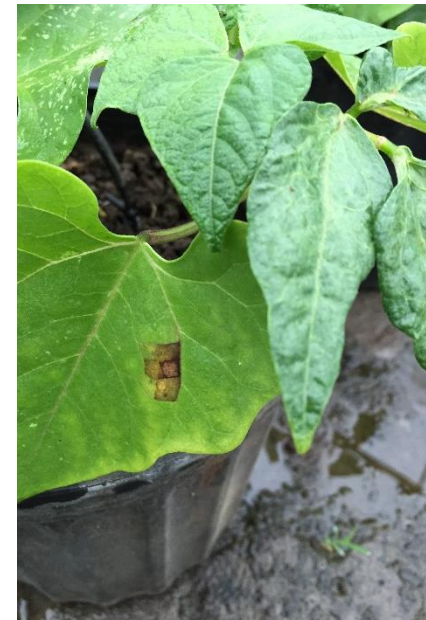


El amachamiento del frijol: estado del conocimiento

Ing. Rubén Calderón Cerdas

Introducción | El amachamiento

- ¿Qué es el amachamiento?
- ¿Cuáles son sus síntomas?
- ¿Cuál es el agente causal?
- ¿Cómo se transmite?
- ¿Cuáles son las pérdidas asociadas?
- ¿Puedo combatirlo con rotación de cultivos?
- ¿Existe germoplasma resistente?
- ¿Existen controladores biológicos?
- ¿Puedo combatirlo con agroquímicos?.



Introducción | Amachamiento



Lote de producción de frijol, a la derecha lote sin labrar (incidencia del 88%); parte izquierda con labranza (Incidencia: 9%). Los círculos azules evidencia el amachamiento. Pejibaye, San José, Costa Rica. 2017.

Introducción | Amachamiento



Lote de producción de frijol, a la derecha lote sin labrar (incidencia del 88%); parte izquierda con labranza (Incidencia: 9%). Los círculos azules evidencia el amachamiento. Pejibaye, San José, Costa Rica. 2017.

Introducción | Amachamiento

14 vainas



0 vainas

Lote de producción de frijol, a la derecha lote sin labrar (incidencia del 88%); parte izquierda con labranza (Incidencia: 9%). Los círculos azules evidencia el amachamiento. Pejibaye, San José, Costa Rica. 2017.

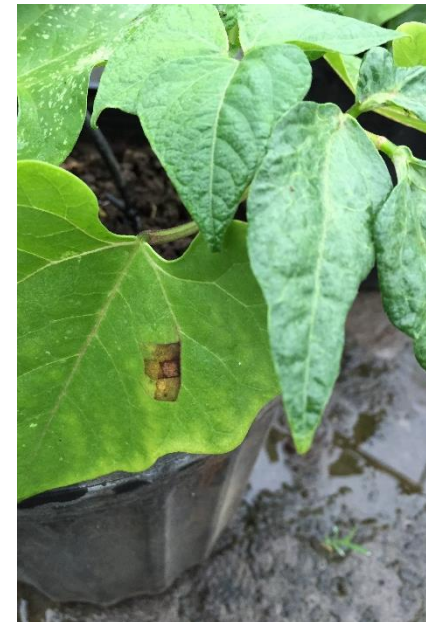
Introducción | Historia

- En 1984, Salas y Vargas reportaron manchas necróticas y angulares provocadas.
- El amachamiento se detectó por primera vez a inicios de los 90 en la región Brunca (Morales *et al.*, 1999).
- Diagnosticado como un ataque viral, específicamente del bromovirus del moteado clorótico del caupí (CCMV) (Morales *et al.* 1999).



Introducción | Historia

- Moreira *et al.* (2009) determinaron que el 43% de las muestras analizadas mediante DAS-ELISA para el CCMV y otros virus de frijol, resultaron positivas.
- En campo se observó una alta asociación entre plantas con síntomas de amachamiento y de falsa mancha angular (Barrantes 2006).
- Finalmente Chaves y Araya (2012) describieron a *A. besseyi* como agente causal del amachamiento.



Síntomas del amachamiento



Figura 1. Síntomas del amachamiento en plantas de frijol. Necrosis angular (a), deformación foliar (b), ausencia de vainas (c) y senectud tardía de las plantas (d). Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, Alajuela Costa Rica. 2015 y Pérez Zeledón, Costa Rica. 2016.

Micrografía de hojas sanas y enfermas

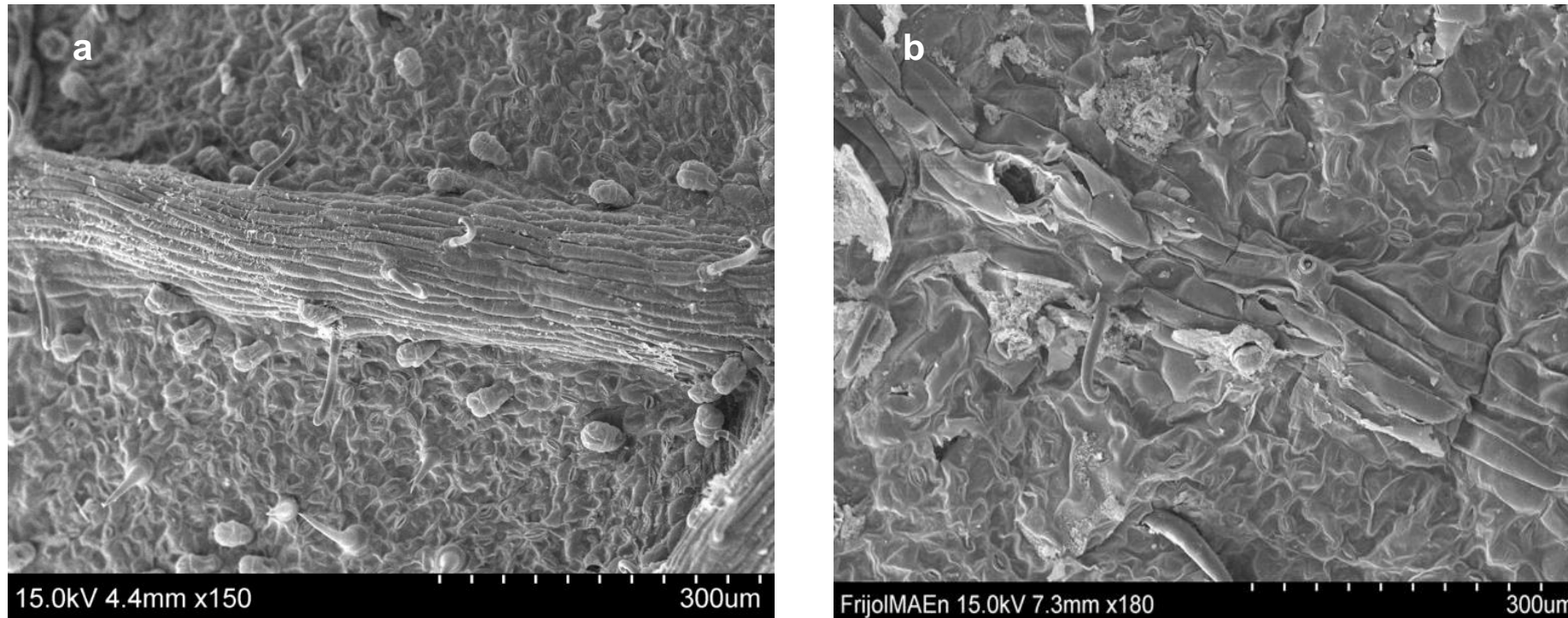


Figura 2. Micrografía electrónica de barrido de una hoja de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) con síntomas de deformación foliar. a. hoja sana, b. hoja con síntomas de deformación.

Descripción de la senectud tardía

- La senescencia tardía fue cuantificada como el contenido relativo de clorofila foliar. Se utilizó un clorofilómetro en plantas sanas y enfermas con la misma edad cronológica.



Figura 3. Evaluación del índice de clorofila de plantas de frijol con amachamiento.

Resultados | Índice de clorofila

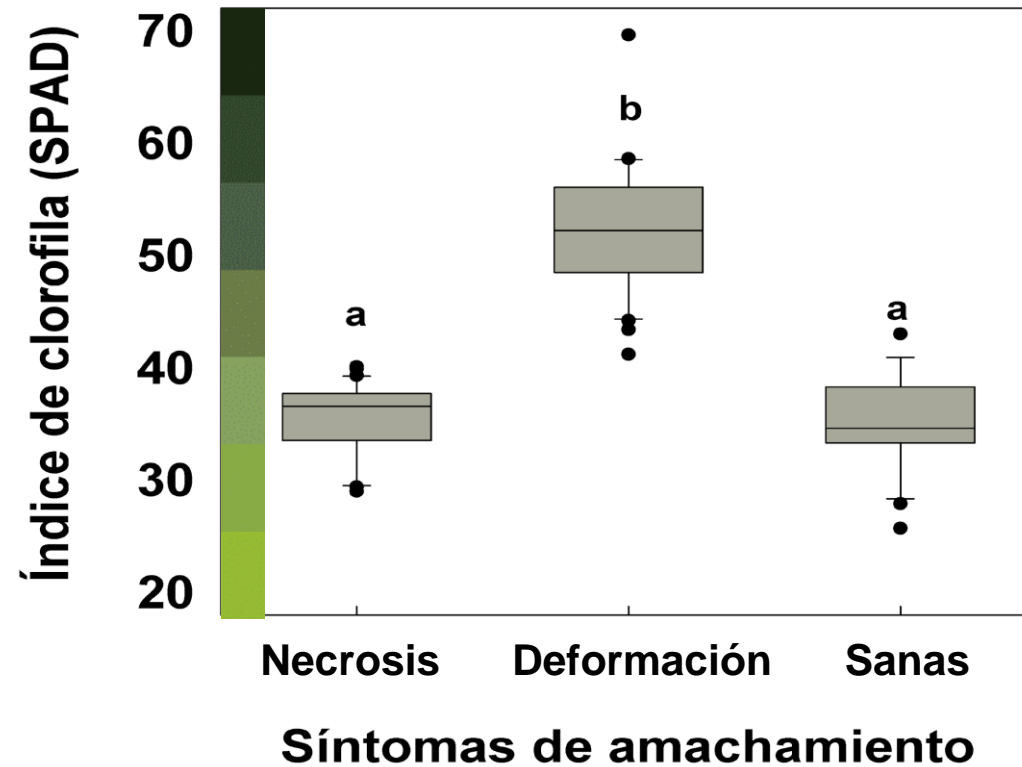


Figura 4. Índice de clorofila de plantas con dos síntomas del amachamiento del frijol: necrosis y deformación foliar. Pejibaye, San José. 2016.

Distribución geográfica del amachamiento

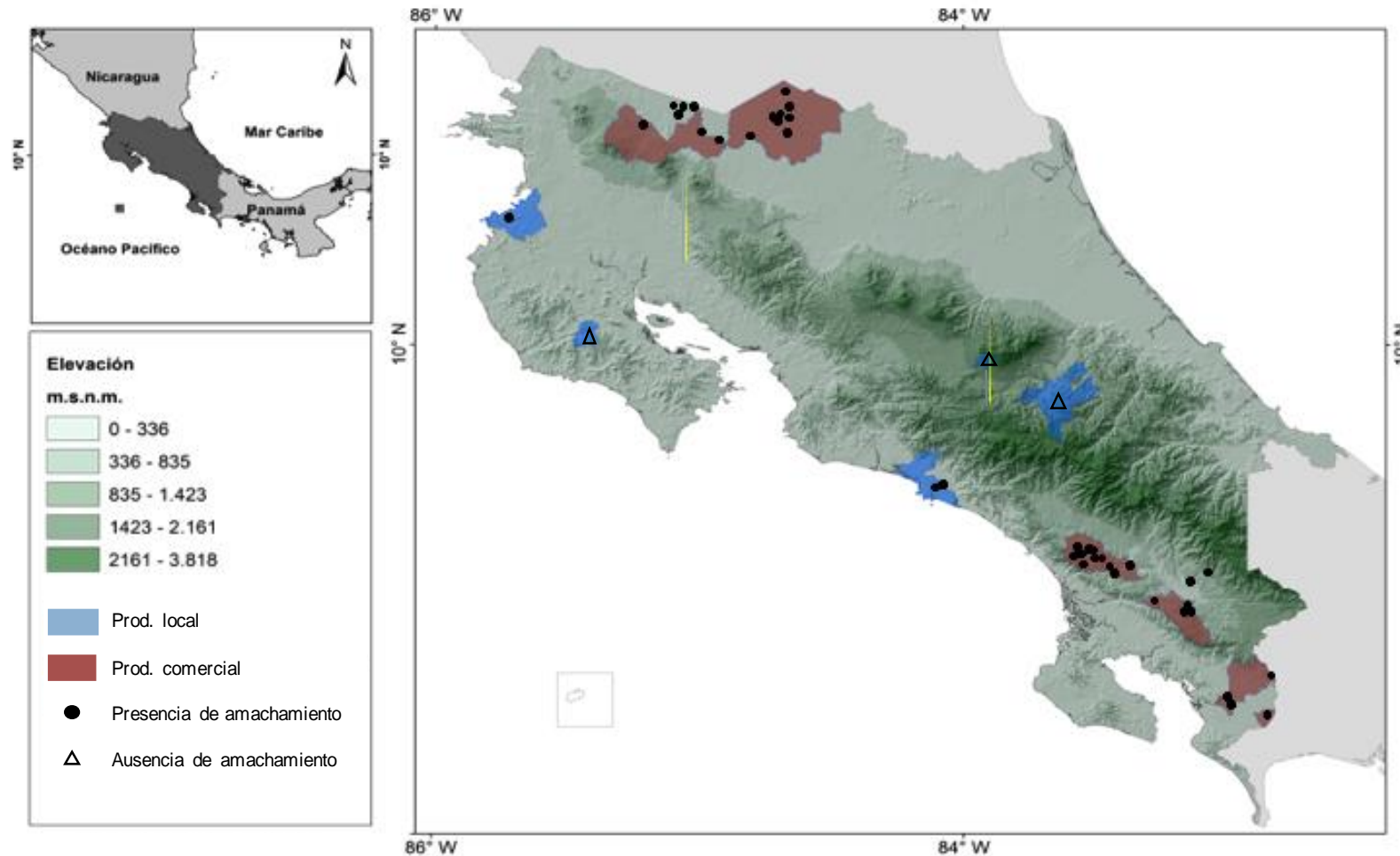
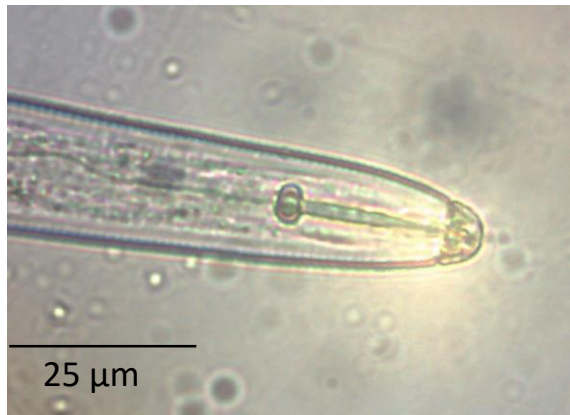


Figura 5. Ubicación geográfica de las fincas de producción de frijol con presencia de amachamiento (círculos negros) y fincas libres de amachamiento (triángulos). Además, se destacan los distritos con producción comercial de frijol (rojo) y producción para el autoconsumo y pequeños mercados locales (azul).

Diseminación

- En frijol, el nematodo pasa del rastrojo a la planta por salpique de lluvia.
- En arroz se transmite por semilla.
- En frijol no se transmite por semilla.



Identidad genética

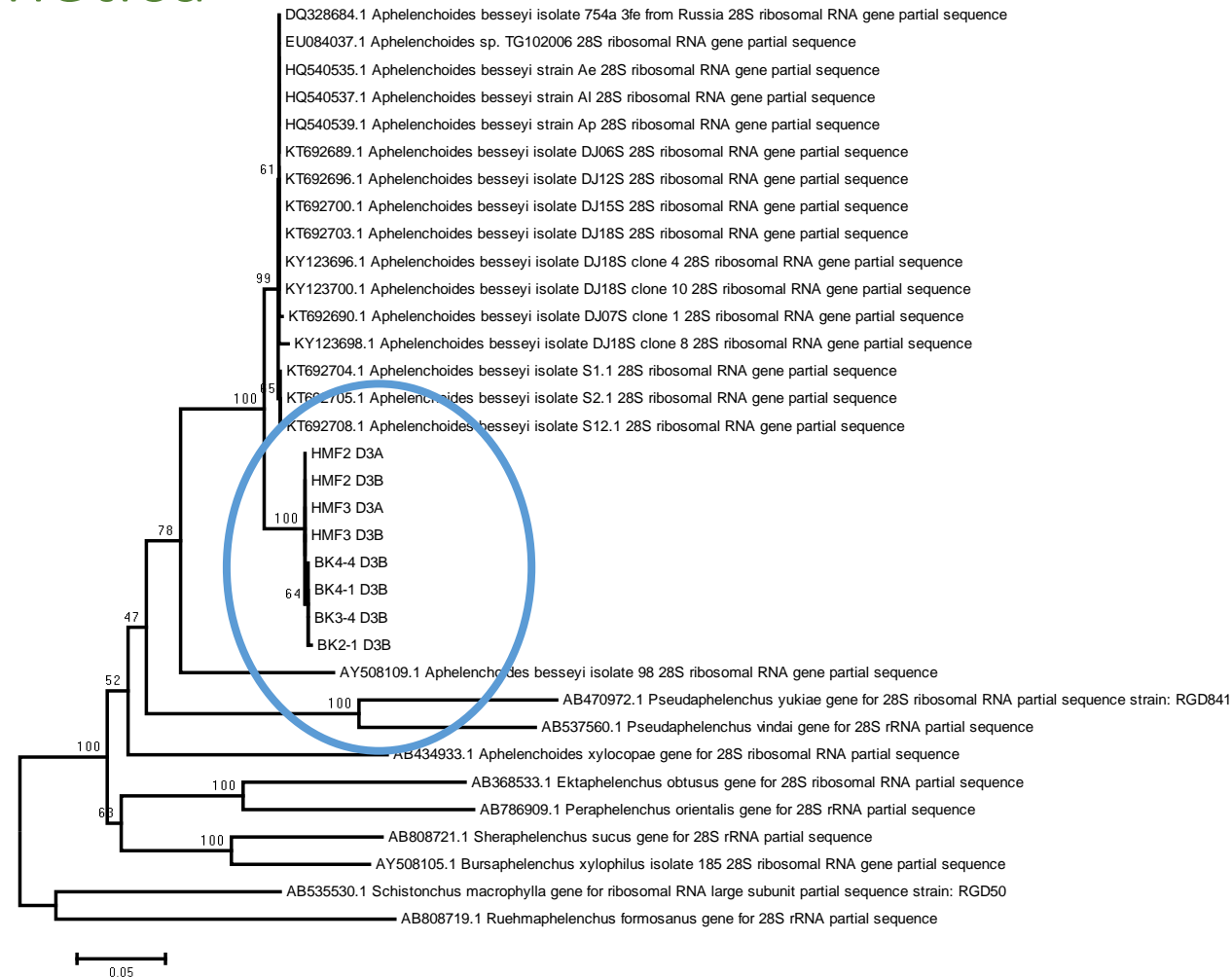


Figura 6. Árbol filogenético a partir de secuencias genómicas del segmento D2/D3 del gen 28S ADNr de individuos de *A. besseyi* de distintas regiones productoras de frijol de Costa Rica (HMF=Huetar Norte y BK= región Brunca) con respecto a distintas accesiones reportadas por la literatura.

Pérdidas

- La incidencia en campo alcanza hasta un 89%.
- Las pérdidas reportadas en campo llegan al 85%.
- Las variedades Chirripó, Chánguena. Bribrí, Cabécar, Gibre, Brunca y Guaymí son susceptibles.

Fuente: Chaves y Araya, 2012



Pérdidas en el rendimiento

Cuadro 1. Porcentaje de pérdida en el rendimiento de cinco materiales genéticos infectados por el nematodo *A. besseyi*

Genotipo	Pérdida (%)
Cabécar	28,7
Bayo	45,1
Chimbolo	33,3
<i>P. dumosus</i>	93,4
<i>P. acutifolius</i>	65,4

Resistencia | ¿Germoplasma resistente?



Cabécar, *P. vulgaris*



P. acutifolius



Chimbolo, *P. vulgaris*



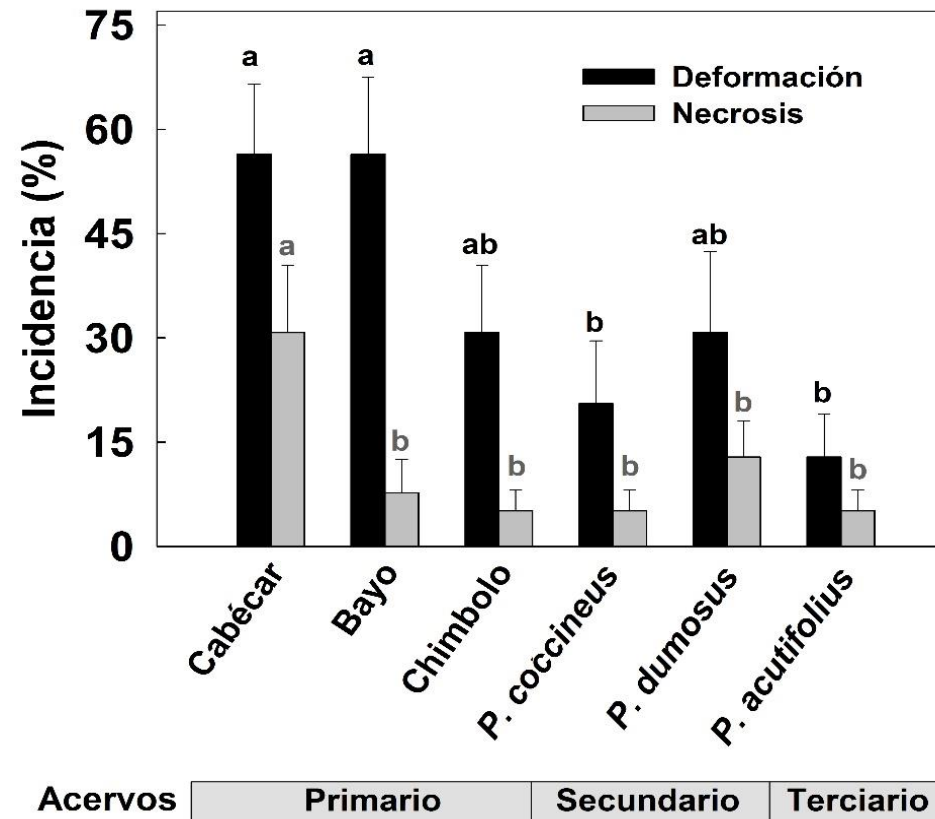
P. dumosus



Bayo, *P. vulgaris*



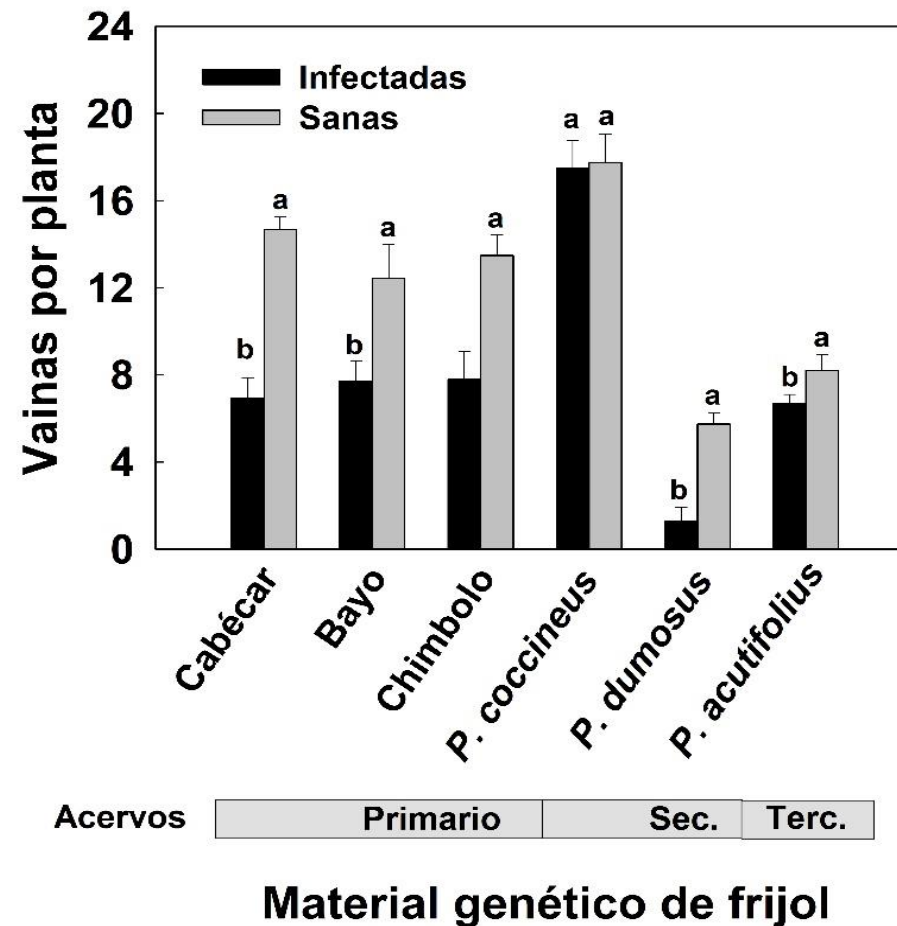
P. coccineus



Material genético de frijol

Figura 7. Incidencia de los síntomas de necrosis y deformación foliar del amachamiento en plantas de frijol de los acervos primarios, secundarios y terciario. Primer bioensayo. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, Alajuela Costa Rica. Setiembre 2015.

Resultados | Componentes del rendimiento



Vainas por planta

Figura 8. Número de vainas por planta de los seis genotipos infectados por *Aphelenchoides besseyi*. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, Alajuela Costa Rica. 2016.

Rotación de cultivos

Cuadro 2. Incidencia del amachamiento según la rotación de cultivo utilizada. Región Brunca, Costa Rica. 2009.

Rotación	R8
Chile picante-frijol	3,66 a
Ayote-frijol	15,43 ab
Arroz-frijol	28,73 b
Maíz-frijol	63,57 c
Frijol-frijol	62,19 c

Fuente: Chaves y Araya, 2012



Fuente: Chaves y Araya, 2012

Hongos nematopatógenos *in vitro*

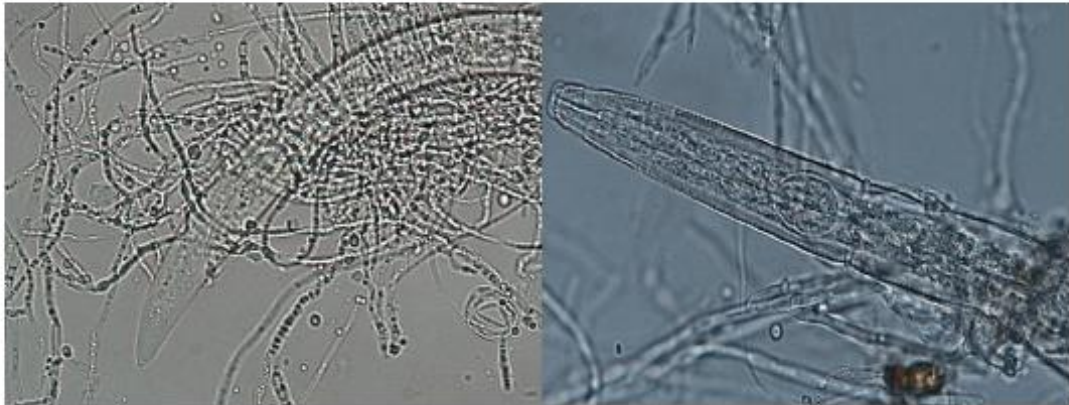


Figura 4. Juveniles de *A. besseyi* parasitados por *Trichoderma* sp.



Figura 2. Juveniles de *A. besseyi* parasitados por *Arthrobotrys* sp.

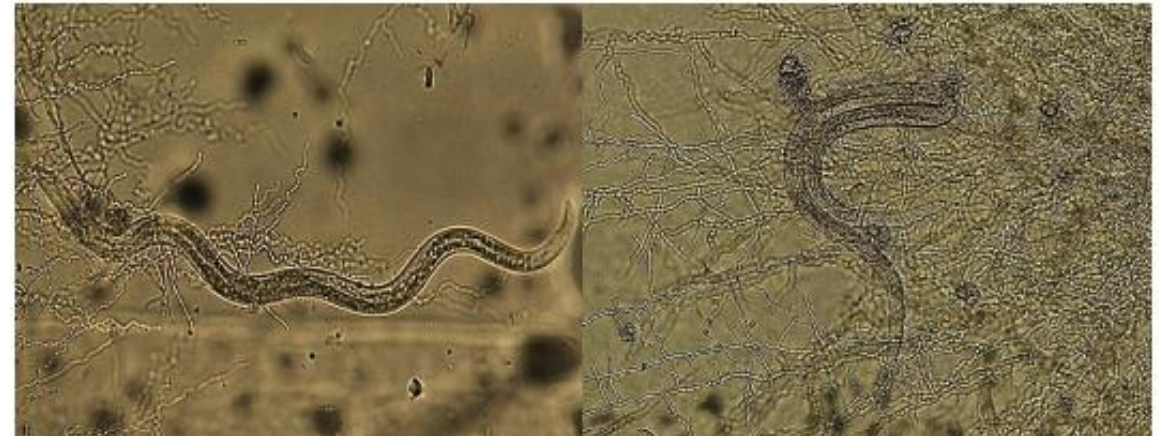


Figura 3. Juveniles de *A. besseyi* parasitados por *P. clamydosporia*.

Hongos nematopatógenos *in vitro*

Cuadro 5. Actividad antagonista *in vitro* de los hongos *Arthrobotrys* sp., *Trichoderma* sp., *Pochonia chlamydosporia*, *Paecilomyces lilacinus* y *Lecanicillium* sp. contra el nematodo *A. besseyi*.

Código	Tratamientos	% Nematodos muertos		% Nematodos parasitados		% Mortalidad potencial	
		120 horas	144 horas	120 horas	144 horas	120 horas	144 horas
Art	<i>Arthrobotrys</i> sp.	5 c	15	8 a	12 a	13 ab	27 a
Tri	<i>Trichoderma</i> sp.	11 a	16	7 a	9 a	18 a	25 a
Poc	<i>Pochonia chlamydosporia</i>	6 bc	14	10 a	9 a	16 a	23 a
Pae	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	10 ab	12	0 b	0 b	10 bc	12 b
Lec	<i>Lecanicillium</i> sp.	7 bc	12	0 b	0 b	7 cd	12 b
Tes	Testigo	5 c	13	0 b	0 b	5 d	13 b
Pr > ChiSq		0,0089	0,4398	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Separación de medias realizadas mediante la prueba de LSMeans ($P < 0,05$). Porcentajes seguidos por la misma letra (a, b, c) y dentro de la misma columna no son significativamente diferentes.

Hongos nematopatógenos en plantas de frijol

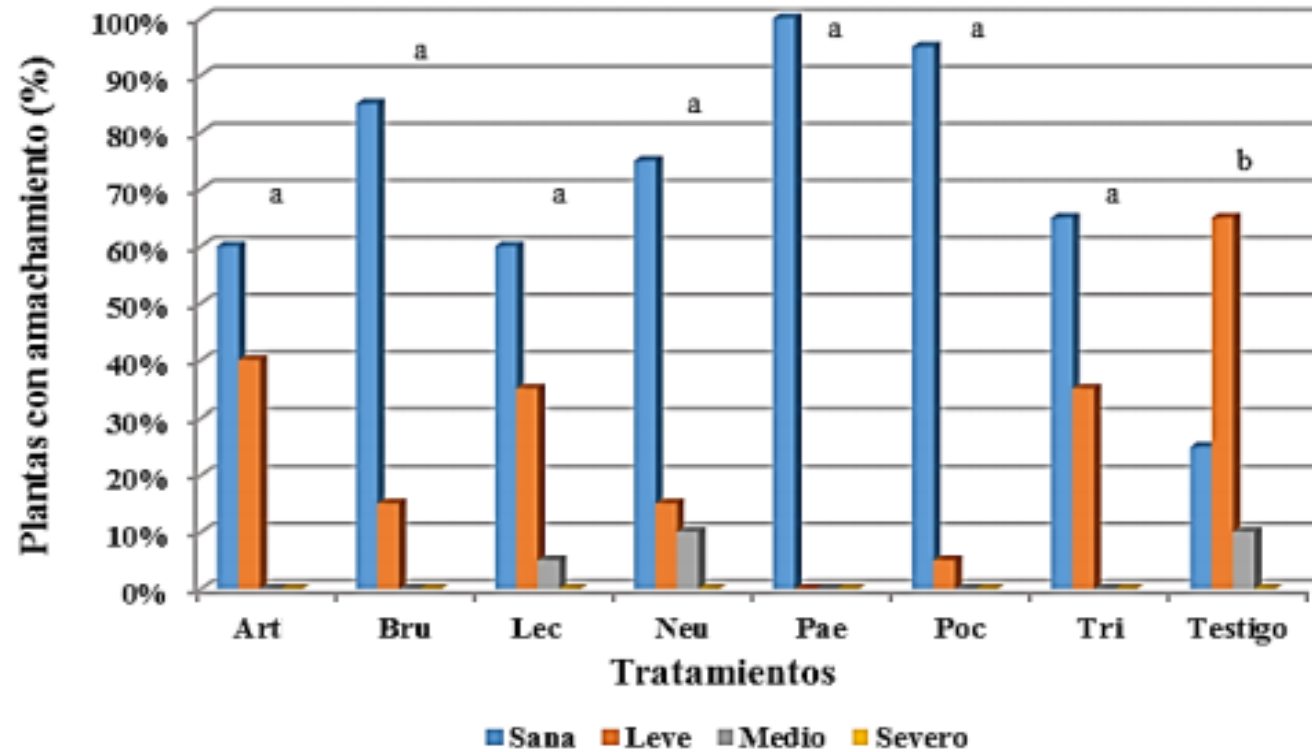


Figura 7. Porcentaje promedio de plantas con amachamiento, según tratamientos utilizados, 28 días después de la siembra. Tratamientos con letra distinta al testigo son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Agroquímicos formulados *in vitro*

- Mortalidad luego de una hora
- Abamectina (0)
- Aceite Agrícola (0)
- Calcio líquido (0)
- Calcio líquido + aceite Agrícola (0)
- Benfuracarb (0)
- Benomil (10%)
- Bifentrina (10%)
- Ácido cítrico (90%)),
- Chlorpirifos (0)
- Diazinon (0)
- Fipronil (0)
- Microthiol (0)
- Caolinita (0), Caolinita + Aceite agrícola (0)
- Aceite tomillo (80%).
- Ácido cítrico logro $L_{50} > 2$ min y aceite de tomillo $L_{50} = 20$ min.

Agroquímicos formulados en campo

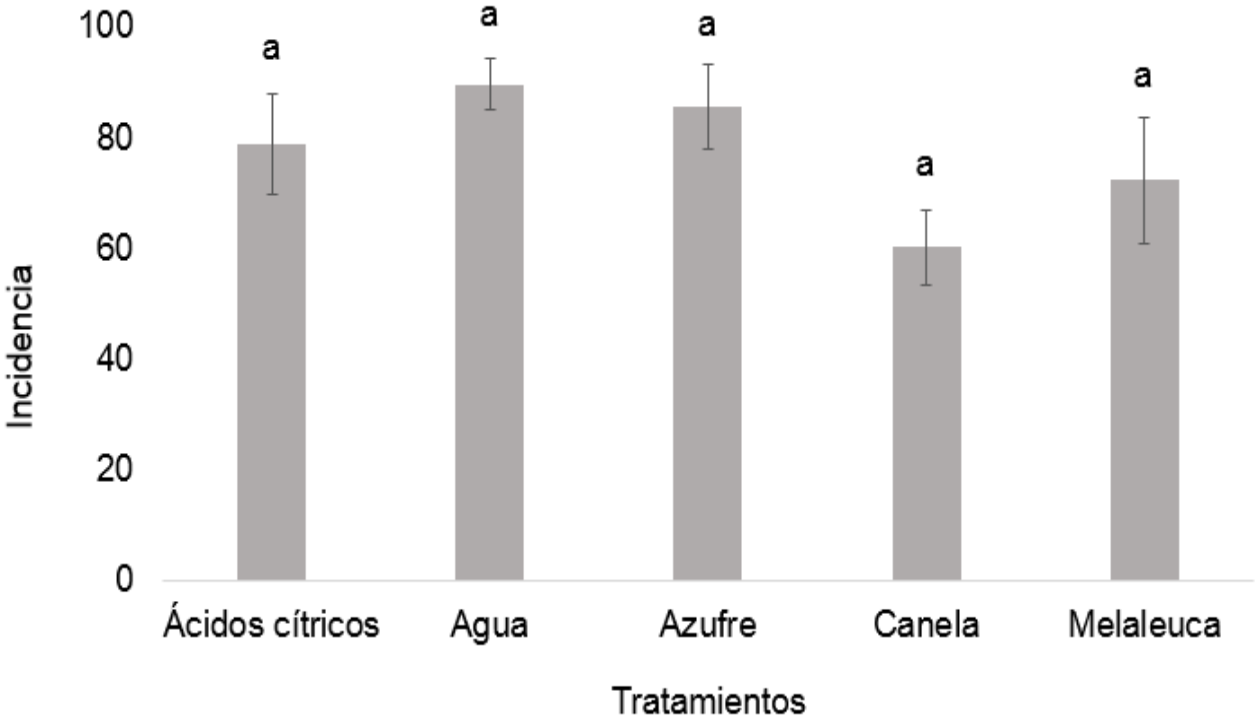


Figura 9 . Incidencia de la enfermedad del amachamiento sobre las microparcels, según los tratamientos evaluados en el ensayo (n=4).

Gracias

Resultados | Componentes del rendimiento

Granos por vaina

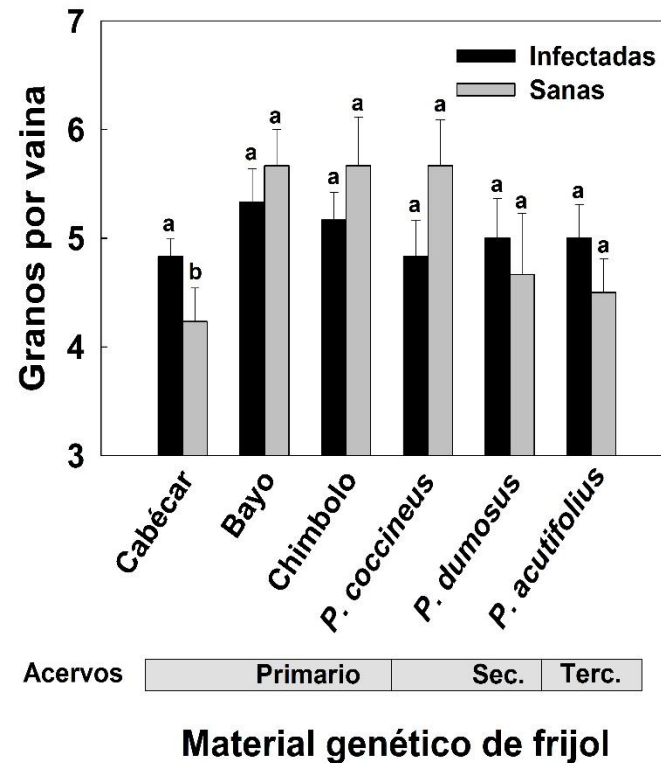
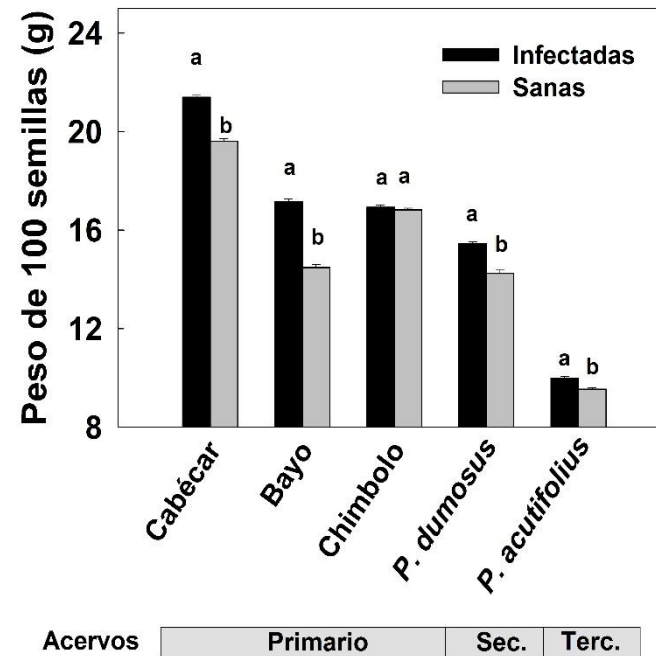


Figura 28. Cantidad de vainas por planta de cada una de las variedades de frijol. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, Alajuela Costa Rica. 2016.

Resultados | Componentes del rendimiento

Peso de 100 granos



Material genético de frijol

Figura 29. Peso de 100 granos de frijol de cada una de las variedades. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit, Alajuela Costa Rica. 2016.