

Adaptación local de híbridos cultivo-silvestre de girasol

Trabajo de intensificación

Alumno: Juan Ignacio Haussaire

Docente tutor: Ing. Agr., Dr. Alejandro Presotto

Docente concejero: Ing. Agr., Dr. Román Vercellino

Ing. Agr., Dra. Soledad Ureta

Asesor externo: Ing. Agr., Ignacio Fanna

2024

Índice

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVO	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
RESULTADOS.....	8
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIÓN	41
AGRADECIMIENTOS	42
BIBLIOGRAFÍA	43

RESUMEN

El girasol cultivado, *Helianthus annuus* var. *macrocarpus*, crece simpátricamente en Argentina con poblaciones silvestres de dos especies de *Helianthus* –*H. annuus* (antecesora al girasol cultivado) y *H. petiolaris*– que generalmente no interfieren con los cultivos. Sin embargo, se ha registrado hibridaciones entre estas especies, que en algunos casos generaron plantas que crecen en lotes de cultivo, producto de la gran capacidad de adaptación de los híbridos.

Luego de dos años de selección de biotipos silvestres e híbridos de girasol en cuatro ambientes contrastantes, se realizó un experimento recíproco en el campo experimental del Dpto. de Agronomía (UNS) durante la temporada estival 2021/22. En este experimento, se utilizaron semillas de 23 biotipos de girasol, producto de la combinación de dos poblaciones silvestres (BAR y RCU) y cuatro híbridos recíprocos entre estas poblaciones silvestres y un cultivar de girasol, en cuatro ambientes (6 biotipos x 4 ambientes; menos un biotipo en un ambiente que no prosperó). Los ambientes de selección fueron: ruderal (competencia con especies espontáneas en el sitio, sin intervención cultural), control (sin competencia con malezas, con intervención cultural), agrestal 1 (competencia con un cultivo de trigo, con intervención cultural) y agrestal 2 (competencia con un de cultivo de maíz, con intervención cultural). El diseño experimental fue de parcelas divididas con cuatro réplicas (bloques). Se aleatorizó el factor principal (ambiente) dentro del bloque y el factor secundario (biotipos) dentro de cada ambiente. Se emplearon tres de los cuatro ambientes originales en el ensayo recíproco: agrestal 2, ruderal y control. Debido a la gran cantidad de datos obtenidos, en el marco de este trabajo se analizaron los resultados del experimento solamente en el ambiente agrestal 2. Cada 15 días se midió la evolución de las siguientes variables: Ancho de hoja (AH), largo de hoja (LH), largo de pecíolo (LP), número de hojas/número de ramificaciones (NH/NR), altura de la planta (AP) y largo de la ramificación (LR).

Se realizó un análisis de varianza y se observó interacción entre el ambiente de selección y los biotipos para todas las variables, excepto en la variable LR. En general, las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales presentaron un valor promedio más alto que las seleccionadas en los ambientes ruderal y control para todas las variables, excepto en LR, donde no hubo diferencias significativas. Por otro lado, dentro de los ambientes de selección, se observó que los biotipos silvestres tuvieron mejor comportamiento en control y ruderal; mientras que los híbridos mejoraron en los ambientes agrestales y en algunos casos, superaron a los biotipos silvestres.

INTRODUCCIÓN

El girasol, *Helianthus annuus* var. *macrocarpus*, fue inicialmente domesticado en Norteamérica. Luego fue introducido a Rusia en el siglo XVII donde comenzó su mejoramiento por contenido de aceite, y más tarde se introdujo en Argentina en el siglo XIX a través de inmigrantes que lo utilizaban para consumo en forma de semillas tostadas. Durante las décadas de 1930 a 1950, se produjo una gran expansión como cultivo oleaginoso y de subproducto de harina, lo que llevó a las primeras exportaciones. Durante este período, se utilizaron materiales importados de Rusia, incluyendo variedades de porte alto y ciclo largo que se mezclaron con variedades naturalizadas. La variedad Klein surgió como resultado de la selección de esas poblaciones, con el objetivo de reducir el tamaño y el ciclo de la planta. Desde 1975 hasta la actualidad, los híbridos han aumentado aún más el rinde y facilitado el manejo. A principios del siglo XXI, Argentina se mantuvo entre los 10 principales países exportadores de girasol (www.asagir.org.ar).

La sección *Helianthus* incluye 13 especies anuales, adaptadas a hábitats secos y suelos arenosos. Dos especies silvestres de esta sección, *H. annuus* (antecesora al girasol cultivado) y *H. petiolaris*, han sido introducidas en Argentina y se han naturalizado en ambientes ruderales de varias provincias en el centro de país. Se cree que ambas especies fueron introducidas accidentalmente, como impurezas en lotes de semilla de especies forrajeras (Poverene et al. 2002).

El flujo génico entre el girasol cultivado y el silvestre ha sido documentado en su centro de origen y dispersión en América del Norte, donde varias especies silvestres del género *Helianthus* se comportan como malezas y dan origen a complejos híbridos con el girasol (Poverene et al. 2002). En Argentina, también se ha registrado la presencia de híbridos naturales entre el cultivo y la especie silvestre *H. annuus*, evidenciando la posibilidad de cruzamiento entre ambos biotipos (Ureta et al. 2008).

La selección natural preserva la variación favorable y elimina la variación desfavorable en un determinado ambiente. Los individuos más aptos tendrán una mayor probabilidad de supervivencia y de transmitir sus genes a sus descendientes. La hibridación, y posterior introgresión, es un mecanismo que genera rápidamente nueva variabilidad, lo que puede conllevar a una rápida adaptación a un nuevo ambiente (Kulmuni et al. 2024). Por ejemplo, en los híbridos de primera generación, una gran región de los cromosomas podría transferirse intactos del silvestre al cultivo (o viceversa), y la persistencia de rasgos específicos (alelos)

dependerá de si este segmento cromosómico imparte o no un costo en la aptitud biológica de los híbridos (Presotto et al. 2016).

A su vez, los ambientes agrícolas –benéficos para los cultivos– podrían ser más ventajosos para los híbridos cultivo-silvestre, mientras que los ambientes ruderales –donde las plantas suelen estar más expuestas a estreses bióticos y abióticos–, lo serían para las poblaciones silvestres (Mercer et al. 2006). En Argentina, el único biotipo maleza documentado es descendiente de un híbrido cultivo-silvestre (Casquero et al. 2013), lo que apoyaría la hipótesis propuesta.

Estudios sobre ecología de malezas han estudiado las características de crecimiento que le permiten explotar los nichos ecológicos abiertos que son dejados en los suelos cultivados, así como en los mecanismos que les permiten sobrevivir bajo condiciones de disturbio del suelo, como es el caso de los sistemas convencionales de labranza. Estos señalan que características como el rápido crecimiento entre la fase vegetativa y la floración, así como la altura, el área foliar, le permiten competir con el cultivo (Altieri 2019).

En un ensayo previo realizado en el grupo de trabajo, se seleccionaron híbridos cultivo-silvestre durante dos años, en tres ambientes: Un ambiente no cultivado o ruderal, un ambiente cultivado con trigo (agrestal 1) y un ambiente cultivado con maíz (agrestal 2). En el presente experimento, a través de un ensayo recíproco, los híbridos y sus parentales silvestres seleccionados en cada ambiente se compararon en uno de los ambientes (agrestal 2) midiendo periódicamente la evolución de caracteres morfológicos de las plantas.

OBJETIVO

El objetivo del trabajo fue evaluar la adaptación local de híbridos cultivo-silvestre seleccionados en los distintos ambientes, midiendo periódicamente la evolución de caracteres morfológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre 2019 y 2021, se realizó un experimento de selección de híbridos cultivo-silvestre en cuatro ambientes: i) no cultivado, competencia con especies espontáneas (ruderal), ii) cultivado con trigo (agrestal 1), iii) cultivado con maíz (agrestal 2) o iv) sin selección (control). En cada ambiente se evaluaron siete biotipos: dos silvestres (BAR y RCU), cuatro híbridos cultivo-silvestre – provenientes de la cruce entre un cultivar (Cacique CL, de ahora en más llamado IMI) y las dos poblaciones silvestres: BARxIMI; RCUxIMI; IMIxBAR; IMIxRCU–, y el cultivo. Todos los biotipos, excepto RCUxIMI del ruderal y el cultivo en todos los ambientes, produjeron semilla durante los dos años que duró el experimento de selección. Por lo tanto, esos dos biotipos (RCUxIMI ruderal y cultivo en todos los ambientes) no se incluyeron en el experimento recíproco.

Luego de los dos años de selección, se realizó un experimento recíproco en el campo experimental del Dpto. de Agronomía (UNS), en la temporada estival 2021/22. En ese experimento, se sembraron semillas de los 23 biotipos del experimento previo. El diseño experimental fue un diseño de parcelas divididas, con 4 réplicas (bloques), donde se aleatorizó el factor principal (ambiente) dentro del bloque, y el factor secundario (biotipos) dentro de cada ambiente. Se utilizaron tres de los cuatro ambientes originales: agrestal 2 (maíz), ruderal y control. Las plantas de los biotipos fueron criadas en bandejas multi-celda rellenas con sustrato comercial en invernáculo (luz natural, temperatura controlada y riego automático diario) y trasplantados a campo con 2-4 hojas verdaderas, en parcelas de 0,50 x 1,00 m. En cada parcela, se colocaron 6 plantas de cada biotipo. Un mes previo al trasplante, se niveló y desmalezó el lote, para homogeneizar las condiciones iniciales de los ambientes. Luego, en cada ambiente, se realizó el manejo correspondiente para emular las condiciones deseadas: El ambiente control permaneció libre de otras plantas (sin competencia) mediante desmalezado manual; en el ambiente ruderal no hubo intervención (competencia con otras especies de crecimiento espontáneo); y, en el agrestal 2, se llevaron a cabo las tareas propias de un cultivo de maíz (fertilización, siembra, control de malezas y cosecha). Las plantas de maíz (densidad: 60.000 plantas ha⁻¹) fueron sembradas en hileras espaciadas a 0,52 m. Se implementó un sistema de riego por goteo complementario para suplir deficiencias hídricas, según fuera necesario, en los tres ambientes por igual.

Desde el trasplante, y hasta que completaron su ciclo de vida, se midieron variables de crecimiento de las seis plantas de cada parcela, en forma periódica: a los 30, 45, 60, 75, 90 y 120 días desde el trasplante. Las variables a medir fueron: ancho y largo de hoja, largo de peciolo,

altura de la planta, largo y número de ramificaciones. Al final del ciclo, se estimó el número de capítulos de cada planta. Dado el volumen de datos recolectados, a los fines de este trabajo, se presentarán los datos obtenidos del crecimiento de los biotipos en el ambiente de maíz (agrestal 2).

Los datos tomados fueron analizados con análisis de la varianza (ANOVA), donde las fuentes de variación fueron: Bloque, ambiente de selección, biotipo, y la interacción entre ambiente y biotipo. Las medias se compararon con la prueba de Fisher ($p < 0,05$). Para el análisis se utilizó el software Infostat versión estudiantil.

RESULTADOS

El modelo fue significativo para todas las variables en todos los momentos medidos. Los efectos ambiente de selección y biotipo fueron en la mayoría de los casos significativos, excepto para LR (ambiente y biotipo), LP a los 90 días (solo biotipo) y para NH/NR a los 30 días (solo biotipo). La interacción biotipo por ambiente de selección fue significativa en la mayoría de los casos, excepto para NH/NR a los 30 días (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de la varianza para las variables: AH (Ancho de Hoja en mm.); LH (Largo de Hoja en mm.); LP (Largo de Pecíolo en mm.); AT (Altura Total en cm.); NH/NR (Número de Hojas desde los 30 días desde el trasplante / Número de Ramificaciones para el resto de los días); LR (Largo de Ramificación en cm.).

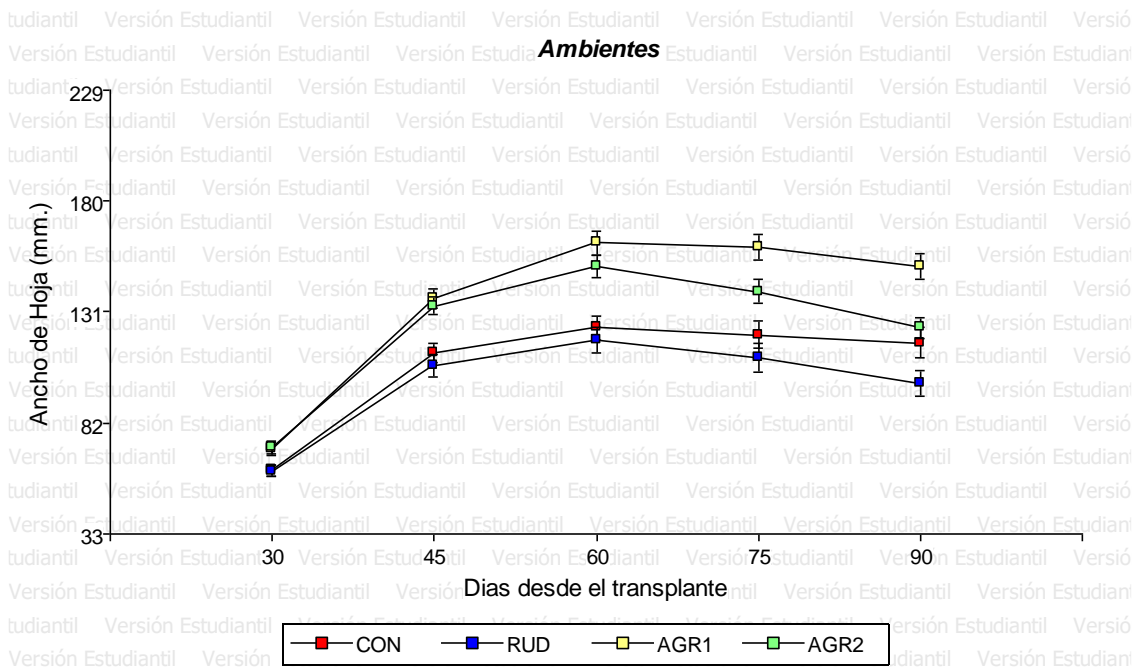
Variables	Días	30		45		60		75		90		120	
		F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
AH	Modelo	9,24	***	7,96	***	7,83	***	7,82	***	6,89	***		
	Bloque	42,15	***	10,16	***	5,63	***	4,07	**	1,9	ns		
	Ambiente	5,01	**	13,35	***	17,74	***	17,52	***	16,87	***	sd	
	Biotipo	10,91	***	11,2	***	9,06	***	5,28	***	4,59	***		
	Amb. x Biot.	2,51	**	5,18	***	5,73	***	7,45	***	6,65	***		
LH	Modelo	6,94	***	7,73	***	7,89	***	8,12	***	6,73	***		
	Bloque	29,59	***	8,93	***	5,08	**	2,14	ns	1,74	ns		
	Ambiente	2,62	ns	11,71	***	15,52	***	15,85	***	13,35	***	sd	
	Biotipo	8,8	***	13,71	***	10,59	***	6,53	***	4,32	***		
	Amb. x Biot.	2,34	**	4,49	***	5,9	***	8,32	***	7,25	***		
LP	Modelo	8,63	***	9,13	***	8,92	***	7,9	***	5,78	***		
	Bloque	48,41	***	13,03	***	5,48	**	2,19	ns	1,79	ns		
	Ambiente	3,11	*	14,99	***	22,57	***	23,16	***	11,07	***	sd	
	Biotipo	4,83	***	9,43	***	6,35	***	2,34	*	1,52	ns		
	Amb. x Biot.	2,65	**	6,94	***	7,65	***	7,84	***	7,02	***		
AT	Modelo	8,73	***	5,87	***	10,98	***	11,6	***	9,42	***	16,97	***
	Bloque	19,34	***	30,23	***	24,04	***	12,62	***	6,95	***	12,28	***
	Ambiente	24,68	***	1,77	ns	21,96	***	25,69	***	17,23	***	54,1	***
	Biotipo	8,25	***	4,25	***	12,31	***	12,39	***	12,22	***	18,25	***
	Amb. x Biot.	3,2	***	2,11	*	5,35	***	8,09	***	7,27	***	9,56	***
NH/NR	Modelo	1,78	*	5,58	***	5,63	***	3,55	***	3,03	***	4,35	***
	Bloque	2,14	ns	6,21	***	2,07	ns	0,33	ns	0,39	ns	1,8	ns
	Ambiente	3,5	*	4,75	**	5,68	***	5,37	**	3,92	**	9,24	***
	Biotipo	1,86	ns	6,96	***	10,87	***	5,47	***	5,18	***	6,63	***
	Amb. x Biot.	1,31	ns	5,12	***	4,52	***	3,17	***	2,64	**	3,04	***
LR	Modelo			2,38	***	2,14	**	2,07	**	1,86	**		
	Bloque			4,67	**	4,14	**	1,59	ns	0,78	ns		
	Ambiente	sd		1,7	ns	0,73	ns	0,68	ns	0,25	ns	sd	
	Biotipo			2,24	*	0,99	ns	0,66	ns	0,63	ns		
	Amb. x Biot.			2,08	*	2,42	**	2,97	***	2,88	***		

***: P-Valor < 0,001; **: P-Valor < 0,01; *: P-Valor < 0,05; ns: P-Valor no significativo); sd (sin datos); Amb. x Biot. (Ambiente por Biotipo).

A continuación, se muestra el análisis de las variables por separado, primero observando las tendencias entre los ambientes de selección y, luego, debido a la interacción biotipo por ambiente, los biotipos dentro de cada ambiente de selección.

Ancho de Hoja

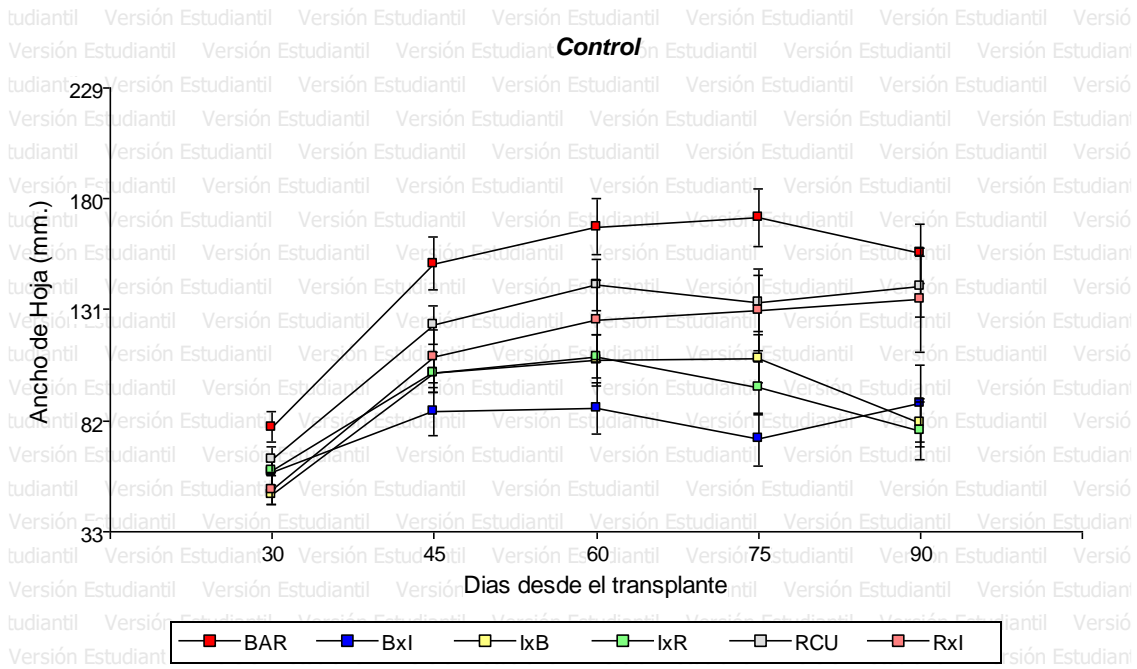
En la figura de evolución del ancho de hoja entre las plantas seleccionadas en los diferentes ambientes se puede observar que esta variable fue similar en los ambientes agrestales, excepto al final del período. Mientras que en el ambiente ruderal las hojas presentaron menor ancho, similar al ambiente control (Figura 1).



30		45		60		75		90	
RUD	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A
CON	A	CON	A	CON	A	CON	A	CON	B
AGR1	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B
AGR2	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	C	AGR1	C

Figura 1. Evolución del ancho de hoja (mm.) de plantas seleccionadas en cuatro ambientes. Las líneas de colores señalan los ambientes de selección. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

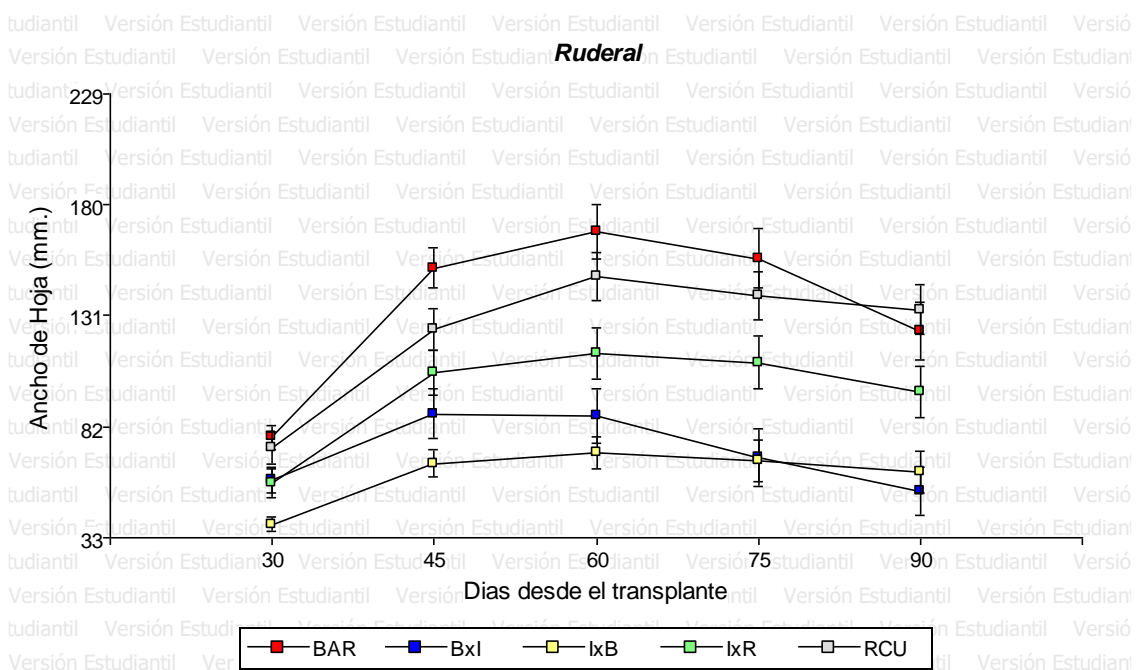
En las plantas seleccionadas en el ambiente control, las menores diferencias entre biotipos se observaron a los 30 días y las mayores a los 75. En este momento, los biotipos silvestres presentaron los mayores valores, particularmente BAR que se diferenció significativamente de sus dos híbridos. RCU, por otro lado, se diferenció de su híbrido con madre cultivada (IxR) (Figura 2).



	30		45		60		75		90
IxB	A	BxI	A	BxI	A	BxI	A	IxR	A
RxI	A	IxR	AB	IxB	AB	IxR	AB	IxB	A
BxI	A	IxB	AB	IxR	AB	IxB	AC	BxI	AB
IxR	A	RxI	AB	RxI	B	RxI	BC	RxI	BC
RCU	AB	RCU	BC	RCU	BC	RCU	C	RCU	C
BAR	B	BAR	C	BAR	C	BAR	D	BAR	C

Figura 2. Evolución del ancho de hoja (mm.) de plantas seleccionadas en el ambiente control. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

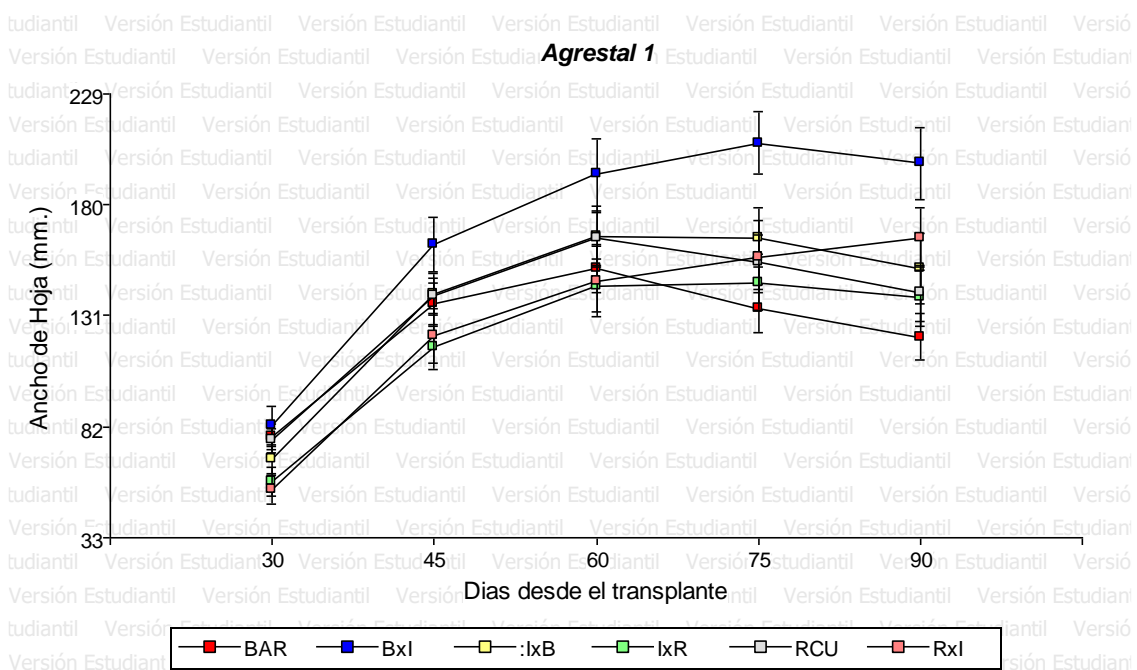
En las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal la mayoría de los biotipos tuvieron crecimiento hasta los 60 días, excepto en Bxl, hasta los 45 días. Las menores diferencias se observaron a los 30 días y las mayores a los 45. Los biotipos silvestres presentaron los mayores valores, BAR se diferenció de sus dos híbridos en todas las fechas, no así RCU con su único híbrido para este ambiente, lxB (Figura 3).



	30		45		60		75		90
lxB	A	lxB	A	lxB	A	lxB	A	Bxl	A
lxB	B	Bxl	AB	Bxl	AB	Bxl	A	lxB	A
Bxl	B	lxB	BC	lxB	BC	lxB	B	lxB	B
RCU	BC	RCU	C	RCU	C	RCU	BC	BAR	BC
BAR	C	BAR	D	BAR	C	BAR	C	RCU	C

Figura 3. Evolución del ancho de hoja (mm.) de plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores señalan los biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

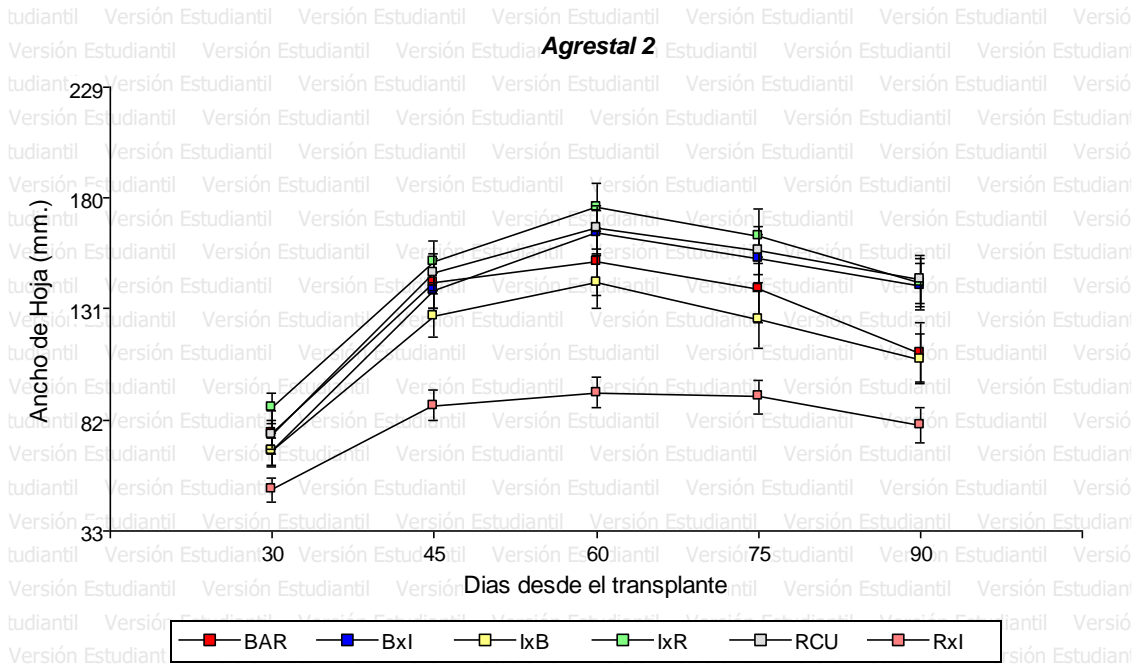
En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1, la mayoría de los biotipos alcanzaron su máximo crecimiento entre los 60 días; para lxB, BAR y RCU y 75 días para Bxl e lxB. El híbrido Rxl siguió creciendo hasta los 90 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 45 días y las máximas a los 90. El híbrido Bxl fue el que mayor valor tuvo y se diferenció significativamente de su parental silvestre BAR a partir de los 60 días (Figura 4).



	30		45		60		75		90
Rxl	A	lxB	A	lxB	A	BAR	A	BAR	A
lxB	A	Rxl	A	Rxl	A	lxB	A	lxB	AB
lxB	AB	BAR	AB	BAR	A	RCU	A	RCU	AB
RCU	B	RCU	AB	RCU	AB	Rxl	A	lxB	AB
BAR	B	lxB	AB	lxB	AB	lxB	A	Rxl	BC
Bxl	B	Bxl	B	Bxl	B	Bxl	B	Bxl	C

Figura 4. Evolución del ancho de hoja (mm.) de plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores señalan los biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2, todos los biotipos obtuvieron su máximo crecimiento a los 60 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 45 días y las máximas entre los 60 y 75. El biotipo IxR fue el que se mantuvo con valores más altos y no tuvo diferencias con su parental silvestre RCU (Figura 5).

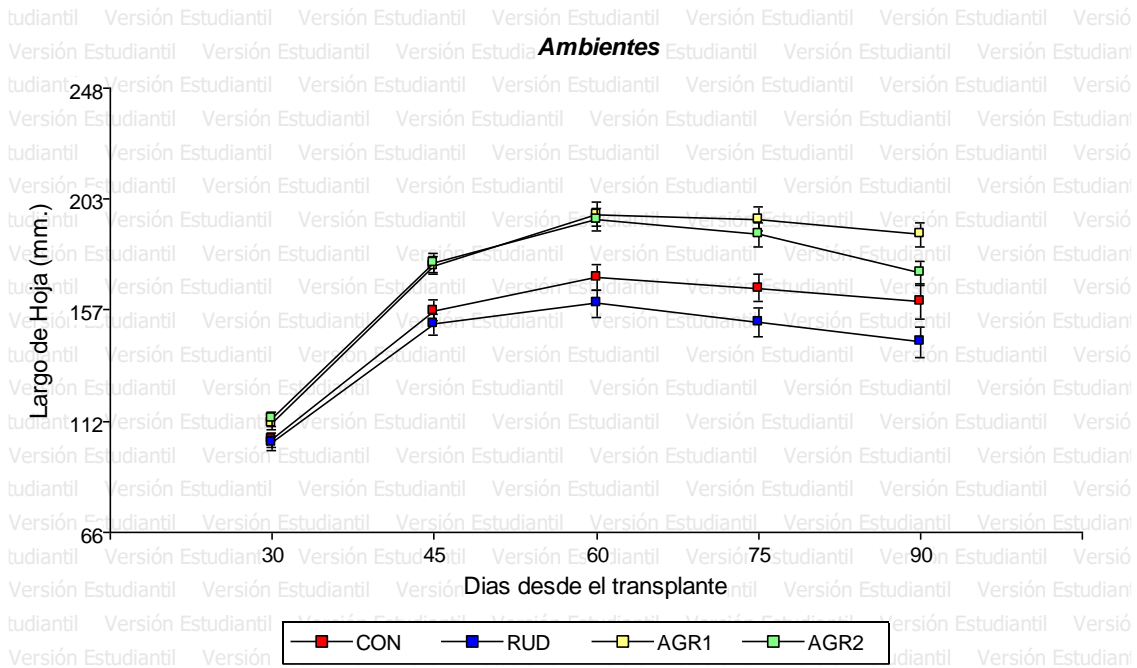


30		45		60		75		90	
RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A
BxI	AB	IxB	B	IxB	B	IxB	B	IxB	A
IxB	AB	BxI	B	BAR	BC	BAR	BC	BAR	AB
RCU	BC	BAR	B	BxI	BC	BxI	BC	BxI	B
BAR	BC	RCU	B	RCU	BC	RCU	BC	IxR	B
IxR	C	IxR	B	IxR	C	IxR	C	RCU	B

Figura 5. Evolución del ancho de hoja (mm.) de plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores señalan los biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Largo de Hoja

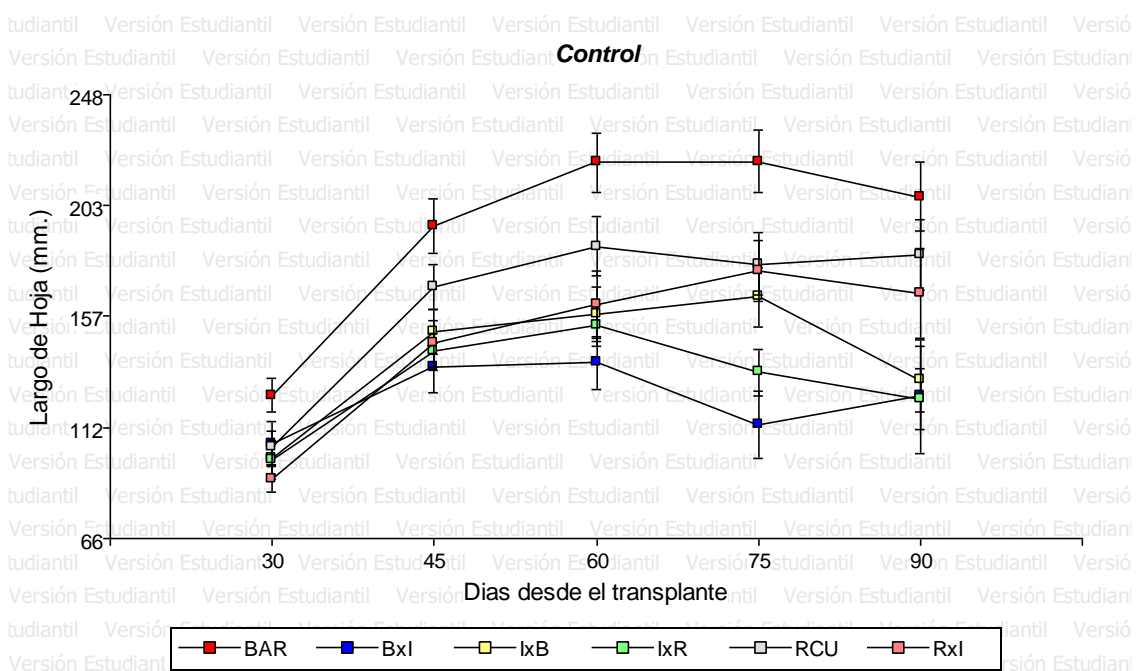
Esta variable tuvo un comportamiento similar al ancho de hoja. Las plantas seleccionadas en los ambientes ruderal y control tuvieron valores mínimos de largo de hoja y se mantuvieron similares hasta los 90 días. Los ambientes agrestales tuvieron los máximos valores y también se mantuvieron similares hasta los 90 días (Figura 6).



30		45		60		75		90	
RUD	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A
CON	A	CON	A	CON	A	CON	A	CON	B
AGR1	AB	AGR1	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B
AGR2	B	AGR2	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	C

Figura 6. Evolución del largo de la hoja (mm.) de plantas seleccionadas en cuatro ambientes. Las distintas líneas de colores señalan los ambientes de selección. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

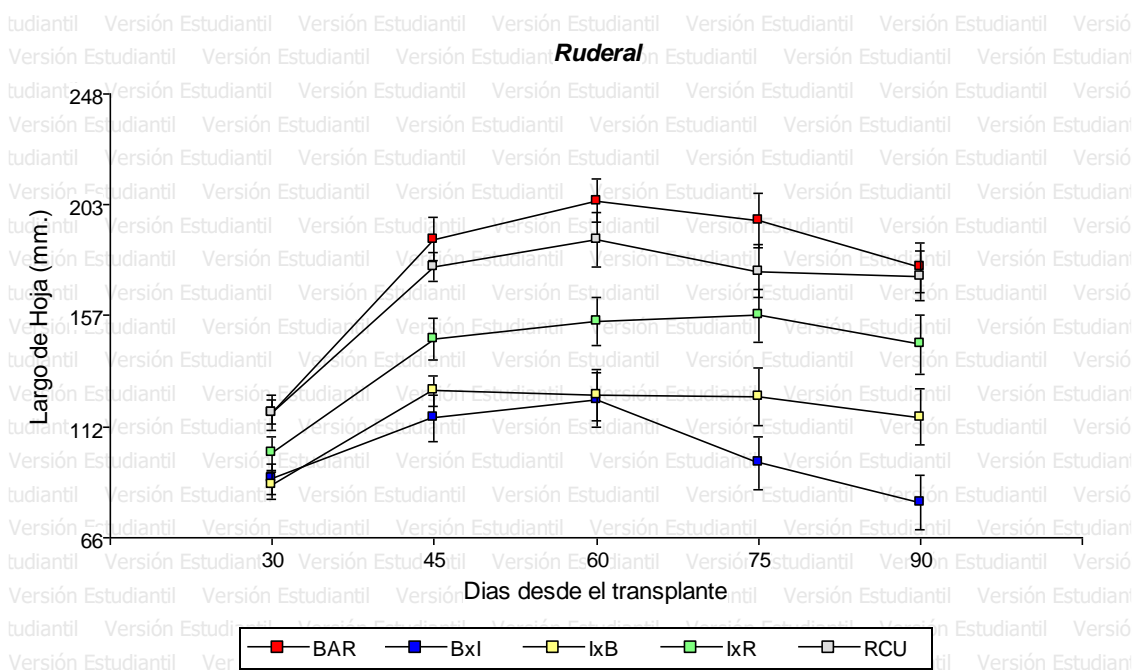
En las plantas seleccionadas en el ambiente control hubo máximo crecimiento a los 60 días, salvo Rxl e lxB a los 75. La fecha con menos diferencias entre biotipos fue a los 30 días y las mayores a los 75. Los mayores valores fueron para los biotipos silvestres BAR y RCU. El primero se diferenció significativamente de los dos híbridos en todo el periodo y el segundo no se diferenció del híbrido con madre silvestre (Rxl); pero si del híbrido recíproco (lxB), en todas las fechas (Figura 7).



	30	45		60		75		90	
Rxl	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A	lxB	A
lxB	A	Rxl	AB	lxB	A	lxB	AB	Bxl	A
lxB	A	Rxl	AB	lxB	AB	lxB	BC	lxB	A
RCU	A	lxB	AB	Rxl	AB	Rxl	C	Rxl	AB
Bxl	AB	RCU	BC	RCU	B	RCU	C	RCU	B
BAR	B	BAR	C	BAR	C	BAR	D	BAR	B

Figura 7. Evolución del largo de la hoja (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente control. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

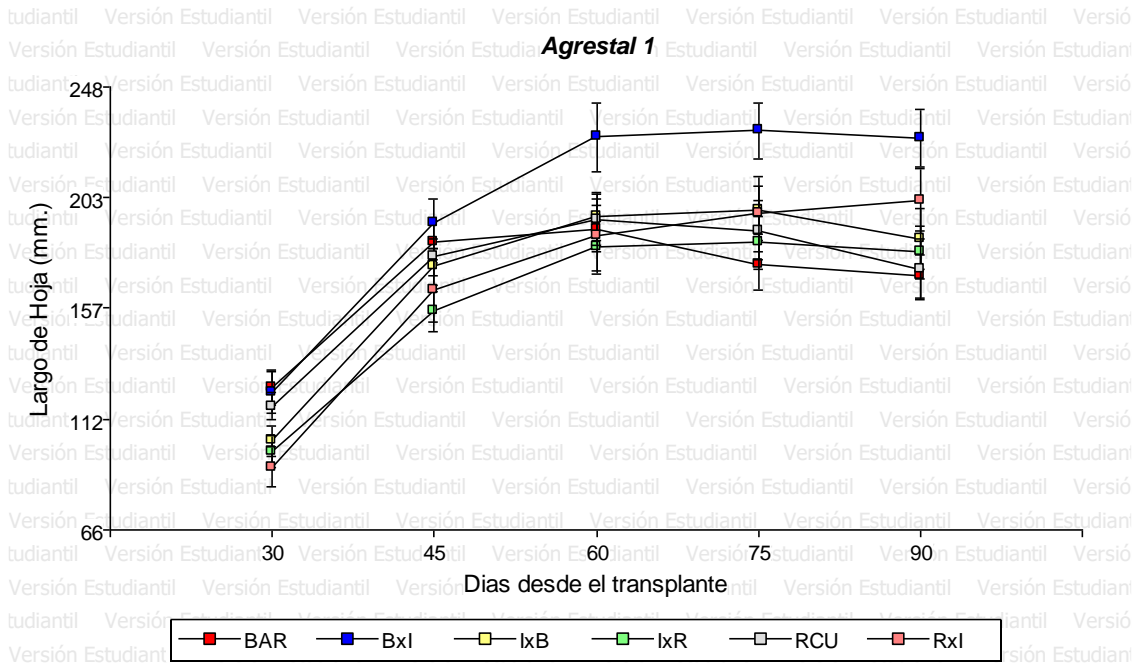
En las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal hubo un máximo crecimiento para la mayoría de los biotipos hasta los 60 días, salvo en IxB a los 45. Las mínimas diferencias se dieron a los 30 días y las máximas a los 90. Los biotipos silvestres tuvieron los mayores valores. El biotipo BAR se diferenció de sus híbridos en todo el periodo y el RCU no se diferenció en la mayoría de las fechas con el híbrido IxR, salvo a los 45 y 60 días (Figura 8).



	30		45		60		75		90
IxB	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A
Bxl	A	IxB	AB	IxB	A	IxB	A	IxB	B
IxR	AB	IxR	B	IxR	B	IxR	B	IxR	BC
RCU	B	RCU	C	RCU	C	RCU	BC	RCU	CD
BAR	B	BAR	C	BAR	C	BAR	C	BAR	D

Figura 8. Evolución del largo de la hoja (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

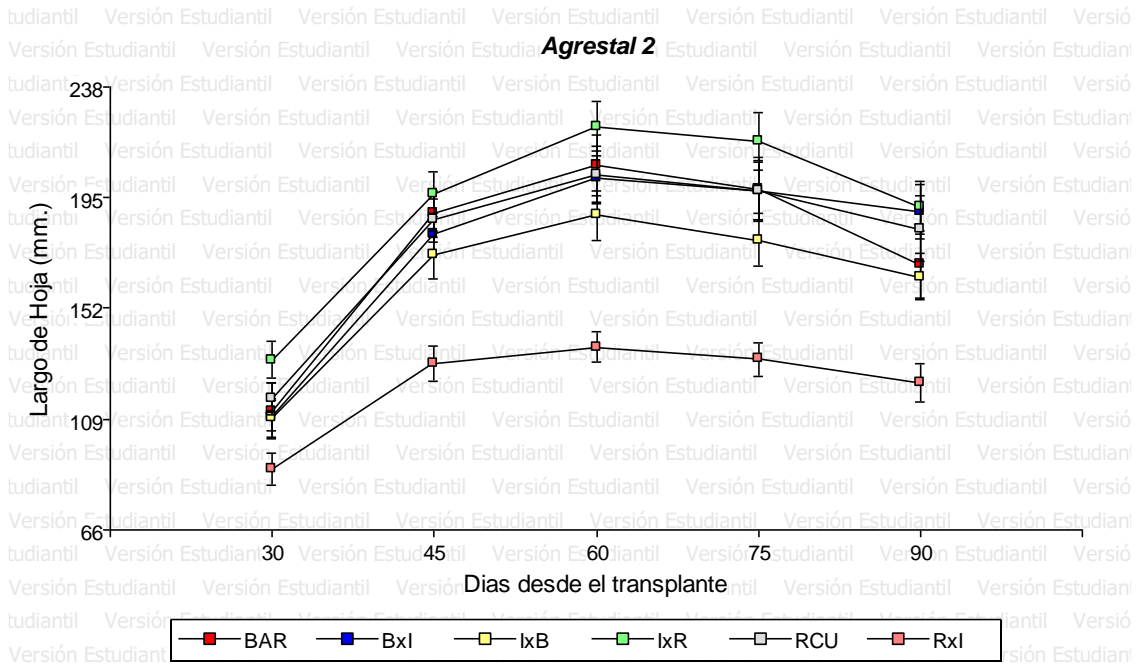
Para las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1, el máximo crecimiento para la mayoría de los biotipos, se dio a los 60 días, excepto por RxI que continuó creciendo. Las mínimas diferencias se dieron a los 75 días y las máximas a los 30. El híbrido BxI tuvo los valores más altos y se diferenció de su biotipo madre BAR a partir de los 60 días (Figura 9).



	30		45		60		75		90
RxI	A	IxR	A	IxR	A	BAR	A	BAR	A
IxR	AB	RxI	AB	RxI	A	IxR	A	RCU	A
IxB	AC	IxB	AC	BAR	A	RCU	A	IxR	A
RCU	BD	RCU	AC	RCU	A	RxI	AB	IxB	A
BxI	CD	BAR	BC	IxB	AB	IxB	AB	RxI	AB
BAR	D	BxI	C	BxI	B	BxI	B	BxI	B

Figura 9. Evolución del largo de la hoja (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Para las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2 el máximo crecimiento de todas las variables fue a los 60 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 90 días y las máximas entre los 45 a 75 días. El biotipo IxR fue el que más alto valor tuvo y no tuvo diferencias significativas con de su biotipo padre RCU durante todo el periodo (Figura 10).

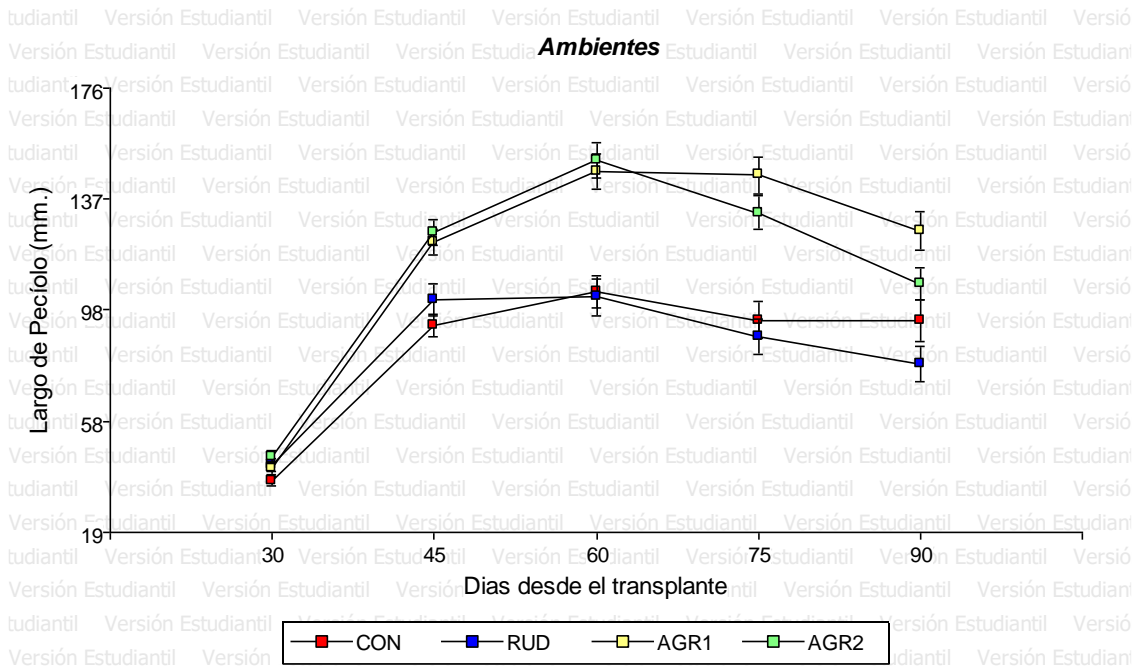


	30	45		60		75		90	
RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A
IxB	AB	IxB	B	IxB	B	IxB	B	IxB	B
BxI	AB	BxI	BC	BxI	BC	BxI	BC	BAR	B
BAR	ABC	RCU	BC	RCU	BC	RCU	BC	RCU	B
RCU	BC	BAR	BC	BAR	BC	BAR	BC	BxI	B
IxR	C	IxR	C	IxR	C	IxR	C	IxR	B

Figura 10. Evolución del largo de la hoja (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Largo de Pecíolo

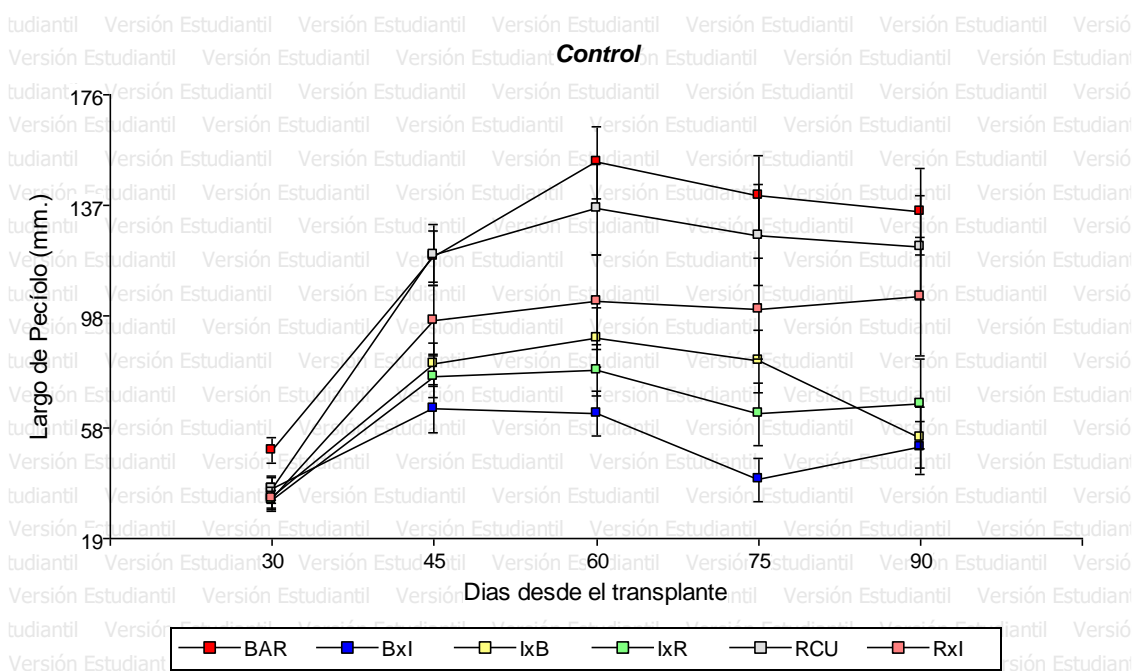
Al igual que con las variables anteriores, los valores más altos de largo de pecíolo fueron para las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales y se mantuvieron similares hasta los 90 días, mientras que las plantas seleccionadas en los ambientes control y ruderal presentaron los valores más bajos y también se mantuvieron similares hasta los 90 días (Figura 11).



30		45		60		75		90	
CON	A	CON	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A
AGR1	AB	RUD	A	CON	A	CON	A	CON	AB
RUD	AB	AGR1	B	AGR1	B	AGR2	B	AGR2	B
AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR1	B	AGR1	C

Figura 11. Evolución del largo del pecíolo (mm.) de las plantas seleccionadas en los cuatro ambientes. Las distintas líneas de colores señalan los ambientes. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

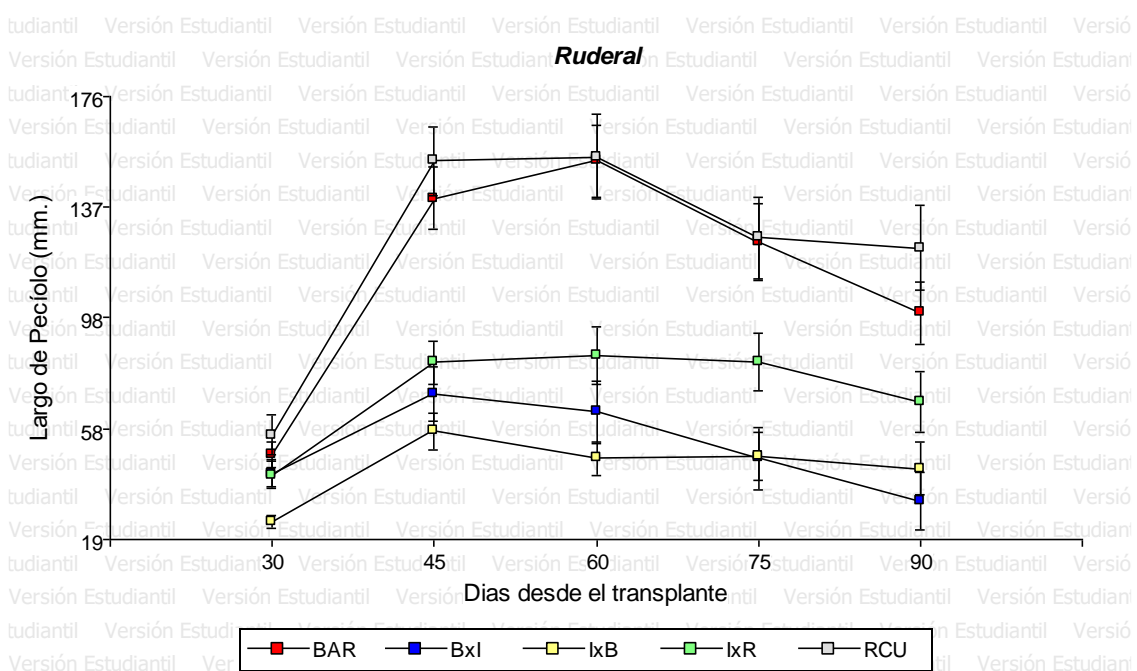
Para las plantas seleccionadas en el ambiente control, los valores máximos de crecimiento de la mayoría de los biotipos se alcanzaron a los 60 días, salvo en Bxl a los 45. Las menores diferencias se dieron a los 30 días y las mayores a los 75. Los valores más altos fueron para los biotipos silvestres RCU y BAR. El primero se diferenció del híbrido IxR y no tuvo diferencias con el híbrido Rxl en casi todas las fechas, salvo a los 30 días. BAR se diferenció de sus dos híbridos IxB y Bxl en todo el periodo (Figura 12).



30		45		60		75		90	
IxR	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A
Rxl	A	IxR	AB	IxR	AB	IxR	AB	IxB	A
IxB	A	IxB	AB	IxB	AB	IxB	B	IxR	A
Bxl	A	Rxl	BC	Rxl	BC	Rxl	BC	Rxl	AB
RCU	A	BAR	C	RCU	CD	RCU	CD	RCU	B
BAR	B	RCU	C	BAR	D	BAR	D	BAR	B

Figura 12. Evolución del largo del pecíolo (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente control. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

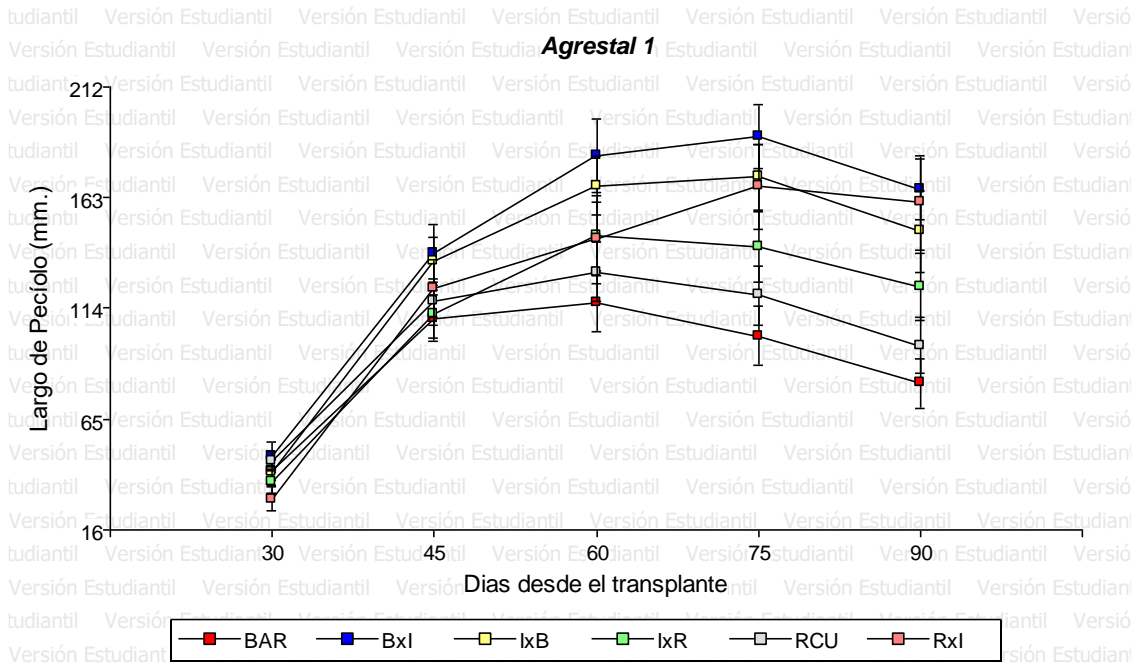
En las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal, los máximos valores de crecimiento se alcanzaron entre los 45 días en los híbridos con BAR y a los 60 días en el resto. Las menores diferencias fueron a los 30 días y las máximas a los 90. Los biotipos RCU y BAR tuvieron los mayores valores. El primero se diferenció de su híbrido IxR en todas las fechas y el segundo también se diferenció de sus dos híbridos IxB en todas las fechas y de Bxl a partir de los 45 días (Figura 13).



30		45		60		75		90	
IxB	A	IxB	A	IxB	A	Bxl	A	Bxl	A
IxR	B	Bxl	A	Bxl	AB	IxB	A	IxB	A
Bxl	BC	IxR	A	IxR	B	IxR	A	IxR	AB
BAR	BC	BAR	B	BAR	C	BAR	B	BAR	BC
RCU	C	RCU	B	RCU	C	RCU	B	RCU	C

Figura 13. Evolución del largo del pecíolo (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

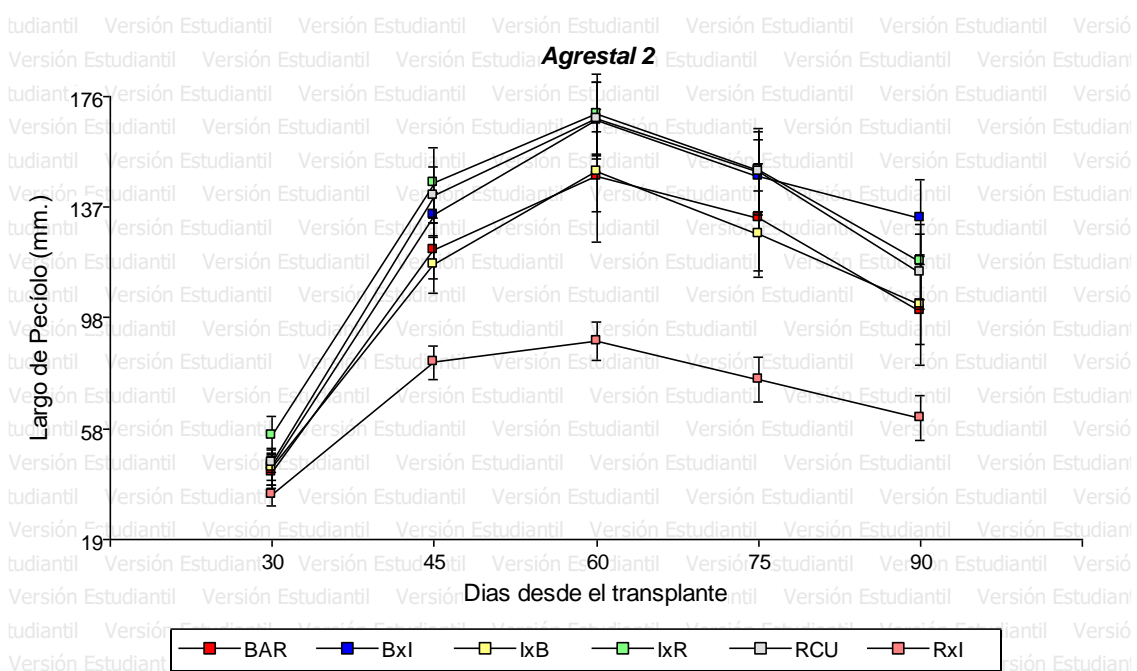
En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1, el máximo crecimiento se dio entre los 60, en RCU y sus híbridos, y los 75 días, en el resto. Las mínimas diferencias se dieron a los 45 días y las máximas entre los 75 y 90 días. El híbrido Bxl tuvo valores más altos y se diferenció del biotipo madre BAR en todo el periodo salvo a los 30 días (Figuras 14).



	30	45	60	75	90
Rxl	A	BAR	BAR	BAR	BAR
IxR	AB	IxR	RCU	RCU	RCU
IxB	AB	RCU	Rxl	IxR	IxR
BAR	AB	Rxl	IxR	Rxl	IxB
RCU	B	IxB	IxB	IxB	Rxl
Bxl	B	Bxl	Bxl	Bxl	Bxl

Figura 14. Evolución del largo del pecíolo (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2, los valores máximos de crecimiento se dieron a los 60 días, las menores diferencias se dieron a los 30 días y las mayores diferencias a los 45. El híbrido RxI fue el que menor largo de pecíolo presentó y se diferenció del resto de los biotipos en todas las fechas, salvo a los 30 y 90 días. IxR fue el que más valor obtuvo, aunque no se diferenció de RCU en todo el período. BAR no se diferenció de sus híbridos en todas las fechas (Figura 15).

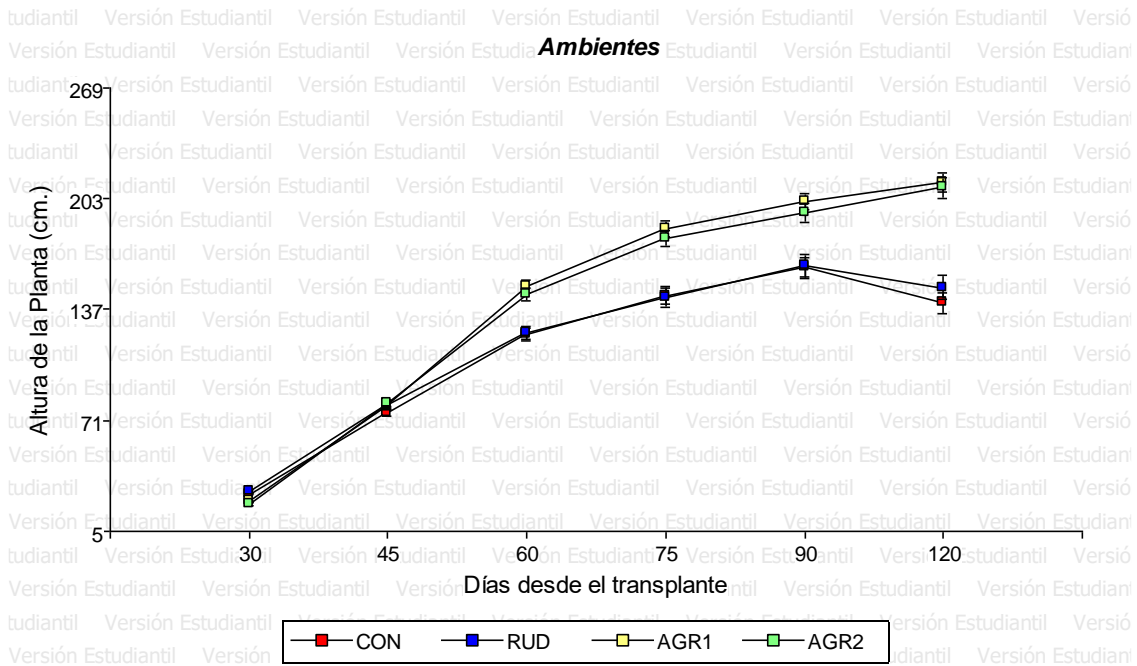


30		45		60		75		90	
RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A
IxR	AB	IxB	B	BAR	B	IxB	B	BAR	AB
IxB	AB	BAR	BC	IxB	B	BAR	B	IxB	B
BAR	AB	BxI	BC	BxI	B	BxI	B	RCU	B
RCU	B	RCU	BC	RCU	B	RCU	B	IxR	B
BxI	B	IxR	C	IxR	B	IxR	B	BxI	B

Figura 15. Evolución del largo del pecíolo (mm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Altura de planta

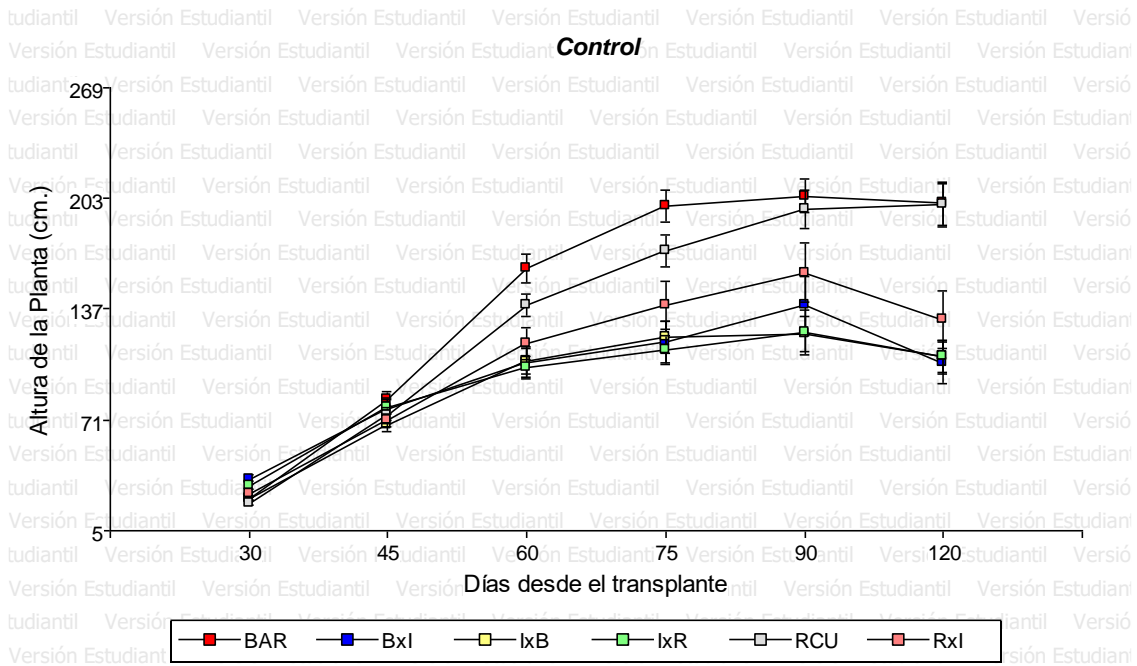
Para la altura, las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales tuvieron los valores máximos y crecieron hasta los 120 días. Por otro lado, las plantas seleccionadas en los ambientes control y ruderal fueron más bajas y tuvieron su máximo crecimiento hasta los 90 días (Figura 16).



30		45		60		75		90		120	
AGR2	A	CON	A	CON	A	RUD	A	CON	A	CON	A
AGR1	A	RUD	A	RUD	A	CON	A	RUD	A	RUD	A
CON	B	AGR1	A	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	B
RUD	B	AGR2	A	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	B

Figura 16. Evolución de la altura de la planta (cm.) de las plantas seleccionadas en los cuatro ambientes. Las líneas de colores señalan los ambientes de selección. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

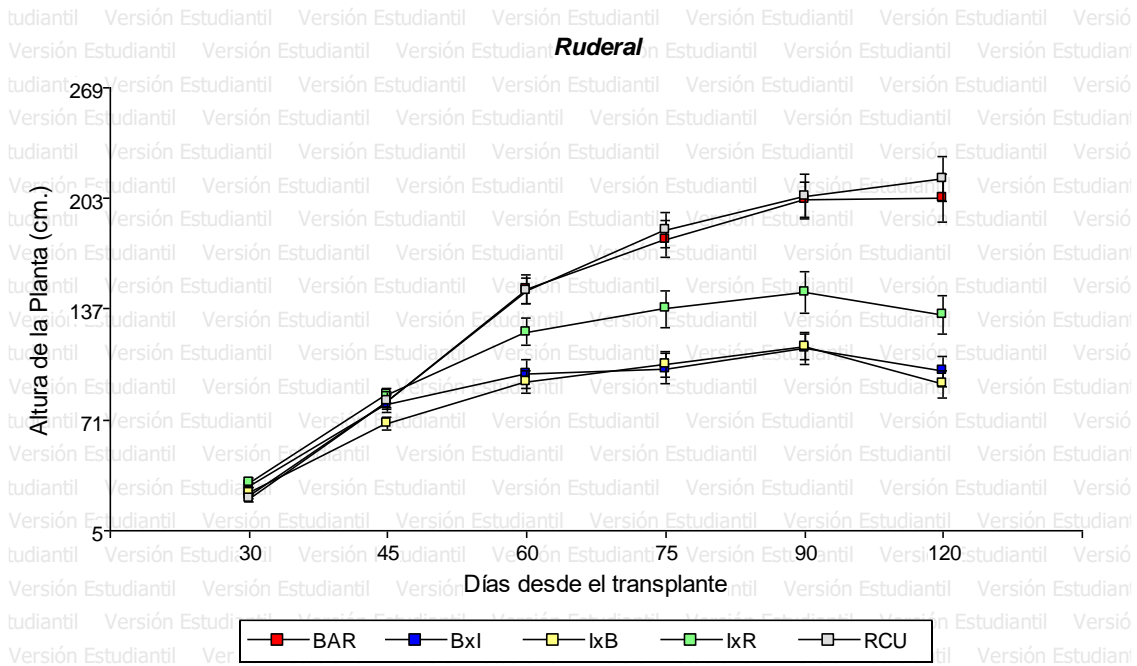
En las plantas seleccionadas en el ambiente control, el máximo crecimiento se dio a los 90 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 45 días y las máximas a los 60. Los biotipos silvestres BAR y RCU tuvieron los máximos valores en casi todas las fechas. BAR se diferenció de sus híbridos en la mayoría de las fechas. RCU también se diferenció de sus híbridos, particularmente de IxR. (Figura 17).



30		45		60		75		90		120	
RCU	A	IxB	A	IxR	A	IxR	A	IxB	A	BxI	A
IxB	A	RxI	AB	BxI	A	BxI	A	IxR	A	IxR	A
BAR	A	RCU	AB	IxB	A	IxB	A	BxI	A	IxB	A
RxI	A	BxI	AB	RxI	AB	RxI	A	RxI	A	RxI	A
IxR	B	IxR	AB	RCU	BC	RCU	B	RCU	B	RCU	B
BxI	B	BAR	B	BAR	C	BAR	B	BAR	B	BAR	B

Figura 17. Evolución de la altura de la planta (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente control. Las distintas líneas de colores señalan los biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

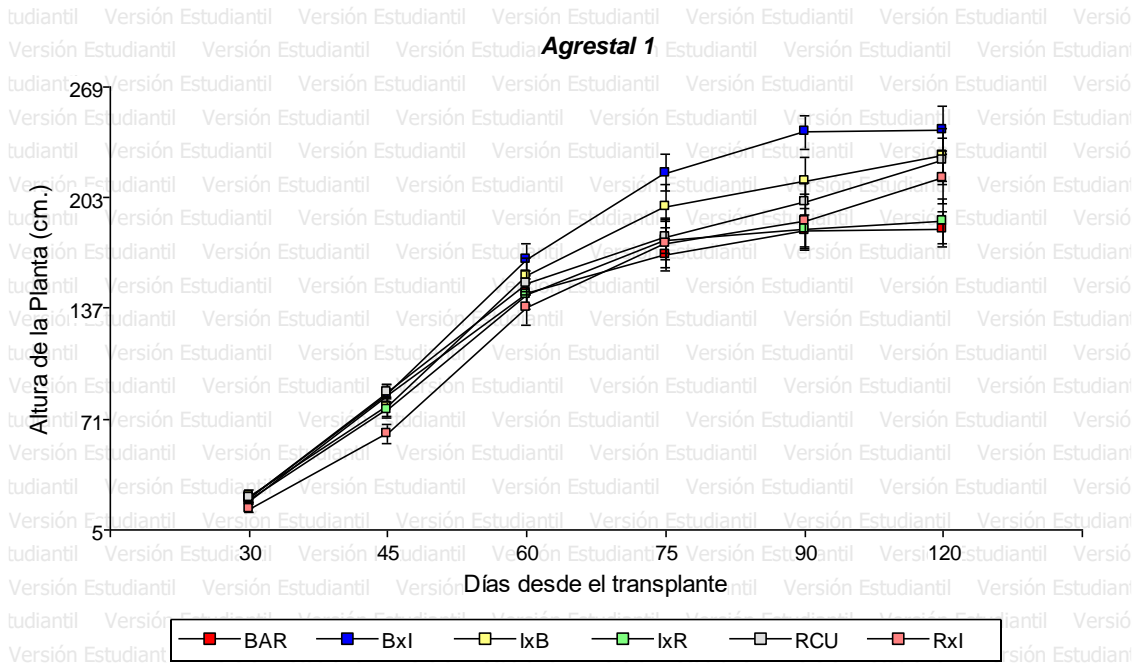
En las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal, La mayoría de los biotipos alcanzaron su máximo crecimiento a los 90 días, mientras que BAR y RCU, a los 120. Las menores diferencias se dieron a los 45 días y las máximas a los 120. Los biotipos silvestres BAR y RCU tuvieron los valores más altos. Ambos se diferenciaron de sus híbridos en la mayoría de las fechas (Figura 18).



	30	45		60		75		90		120	
RCU	A	IxB	A	IxB	A	BxI	A	BxI	A	IxB	A
BAR	A	BxI	AB	BxI	A	IxB	A	IxB	A	BxI	AB
IxB	AB	BAR	B	IxR	B	IxR	B	IxR	A	IxR	B
BxI	BC	RCU	B	RCU	C	BAR	C	BAR	B	BAR	C
IxR	C	IxR	B	BAR	C	RCU	C	RCU	B	RCU	C

Figura 18. Evolución de la altura de la planta (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

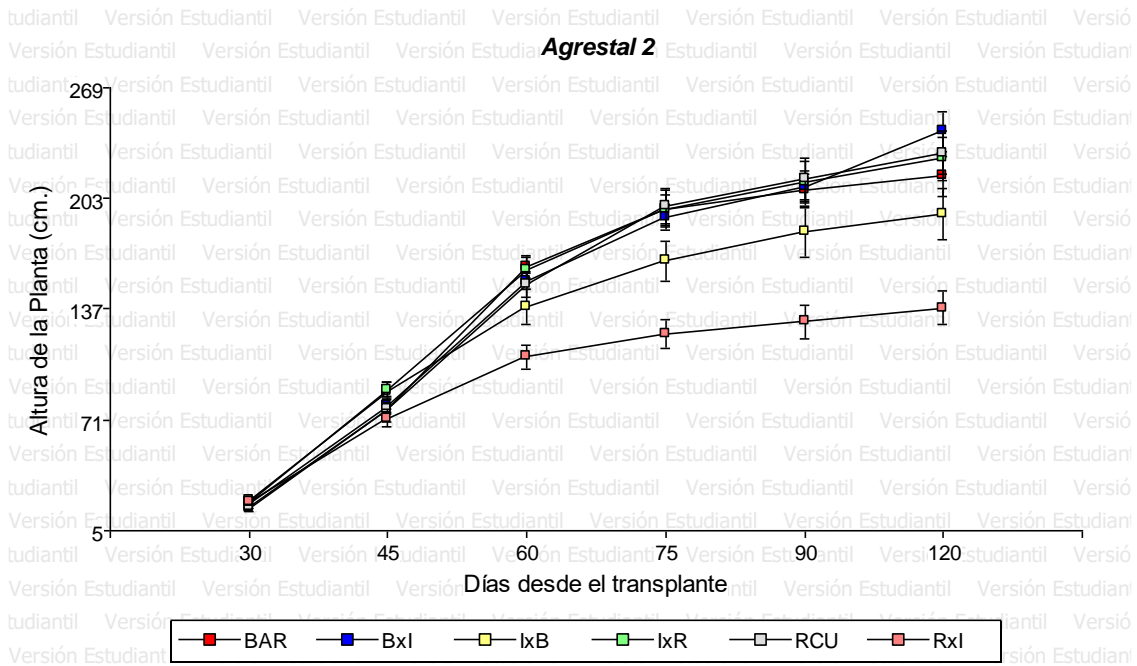
En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1, los biotipos tuvieron su máximo crecimiento a los 120 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 30 días y las máximas a los 120. Los híbridos con BAR fueron los que más valor obtuvieron diferenciándose de su parental silvestre, particularmente Bxl, a partir de los 75 días (Figura 19).



	30	45	60	75	90	120
Rxl	A	Rxl	A	BAR	A	BAR
BAR	AB	lxR	AB	lxR	A	lxR
lxR	B	lxB	B	BAR	A	Rxl
RCU	B	BAR	B	RCU	A	RCU
Bxl	B	Bxl	B	lxB	AB	lxB
lxB	B	RCU	B	Bxl	B	Bxl

Figura 19. Evolución de la altura de la planta (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2, los biotipos obtuvieron su máximo crecimiento a los 120 días. Las diferencias mínimas fueron a los 30 días y las máximas a los 120. Los biotipos que mayor valor obtuvieron fueron RCU, BAR, Bxl e lxr no habiendo diferencias entre ellos. El biotipo BAR no se diferenció de sus dos híbridos y el biotipo RCU se diferenció de su híbrido Rxl a partir de los 60 días (Figura 20).

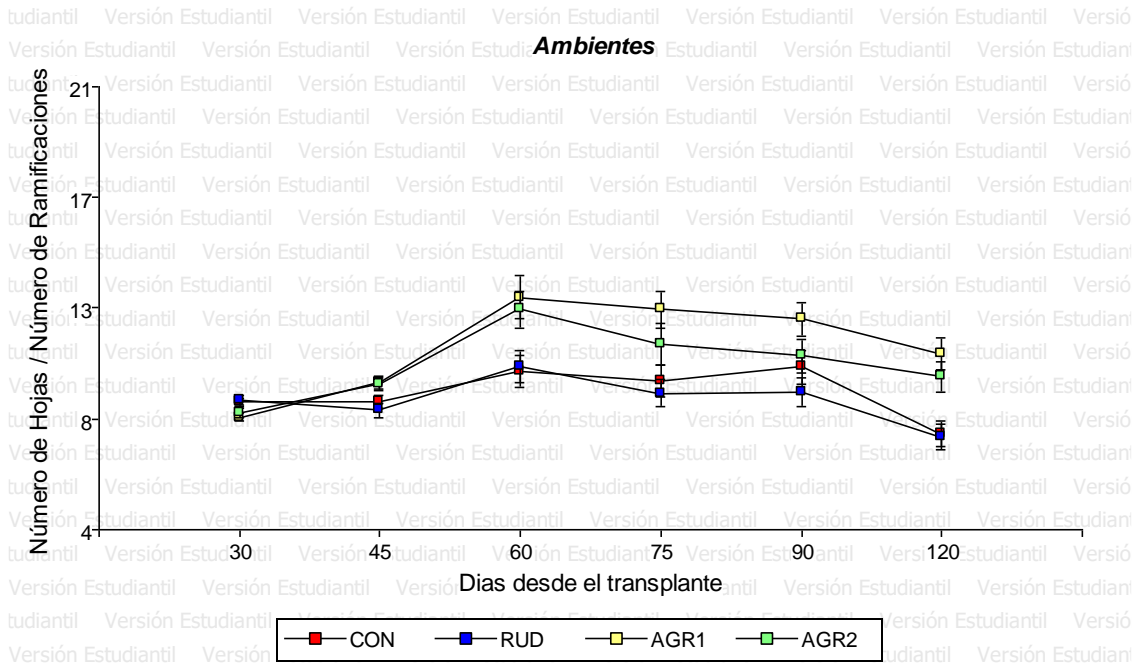


	30	45	60	75	90	120
BAR	A	Rxl	A	Rxl	A	Rxl
RCU	A	BAR	AB	lxB	B	lxB
Bxl	A	RCU	AB	RCU	B	Bxl
lxB	A	Bxl	AB	Bxl	B	BAR
lxl	A	lxB	B	lxl	B	lxl
lxB	A	lxl	B	BAR	B	RCU

Figura 20. Evolución de la altura de la planta (cm) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Número de hojas / Número de ramificaciones

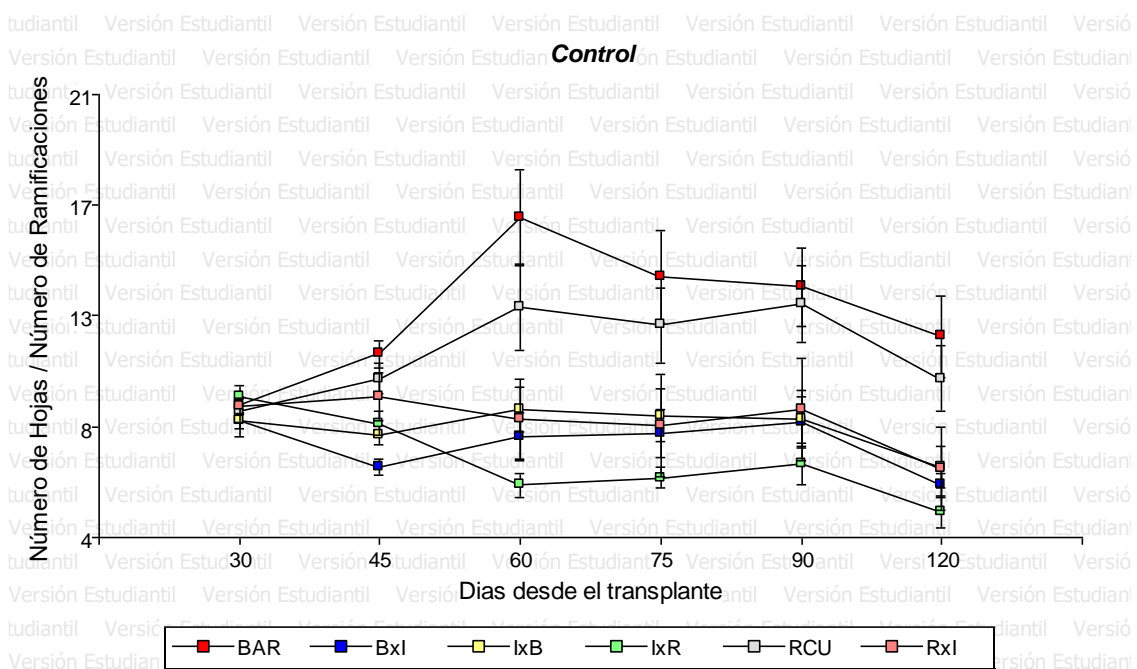
Para esta variable, las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales presentaron los mayores valores, a partir de los 45 días; mientras que los ambientes ruderal y control fueron los que tuvieron los menores valores de hojas/ramificaciones (Figura 21).



30		45		60		75		90		120	
AGR1	A	RUD	A	CON	A	RUD	A	RUD	A	RUD	A
AGR2	AB	CON	A	RUD	A	CON	A	CON	A	CON	A
CON	B	AGR2	B	AGR2	B	AGR2	AB	AGR2	AB	AGR2	B
RUD	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	B	AGR1	B

Figura 21. Evolución del número de hojas/ramificaciones de las plantas seleccionadas en los cuatro ambientes. Las líneas de colores señalan los ambientes de selección. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

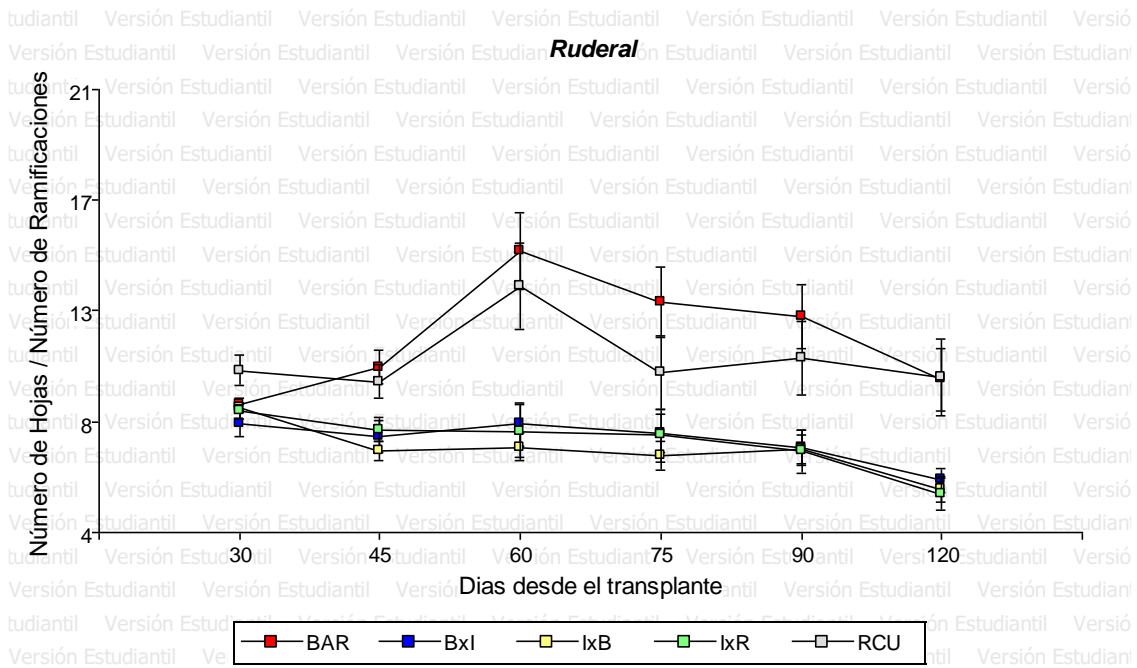
Para las plantas seleccionadas en el ambiente control, la mayoría de los biotipos obtuvo el máximo número de hojas/ramificaciones a los 60 días, salvo para RxI a los 45 e IxR a los 30. Las menores diferencias se observaron a los 30 días y las mayores a los 45. Los biotipos silvestres BAR y RCU fueron los que mayores valores obtuvieron. El primero se diferenció de sus dos híbridos a partir de los 45 días. RCU se diferenció de IxR a partir de los 45 días y de RxI a partir de los 60 (Figura 22).



30		45		60		75		90		120	
BxI	A	BxI	A	IxR	A	IxR	A	IxR	A	IxR	A
IxB	A	IxB	AB	BxI	A	BxI	A	BxI	AB	BxI	A
RCU	A	IxR	B	RxI	A	RxI	AB	IxB	AB	RxI	A
RxI	A	RxI	BC	IxB	A	IxB	AB	RxI	AB	IxB	A
BAR	A	RCU	CD	RCU	B	RCU	BC	RCU	BC	RCU	B
IxR	A	BAR	D	BAR	B	BAR	C	BAR	C	BAR	B

Figura 22. Evolución del número de hojas/ramificaciones de las plantas seleccionadas en el ambiente control. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

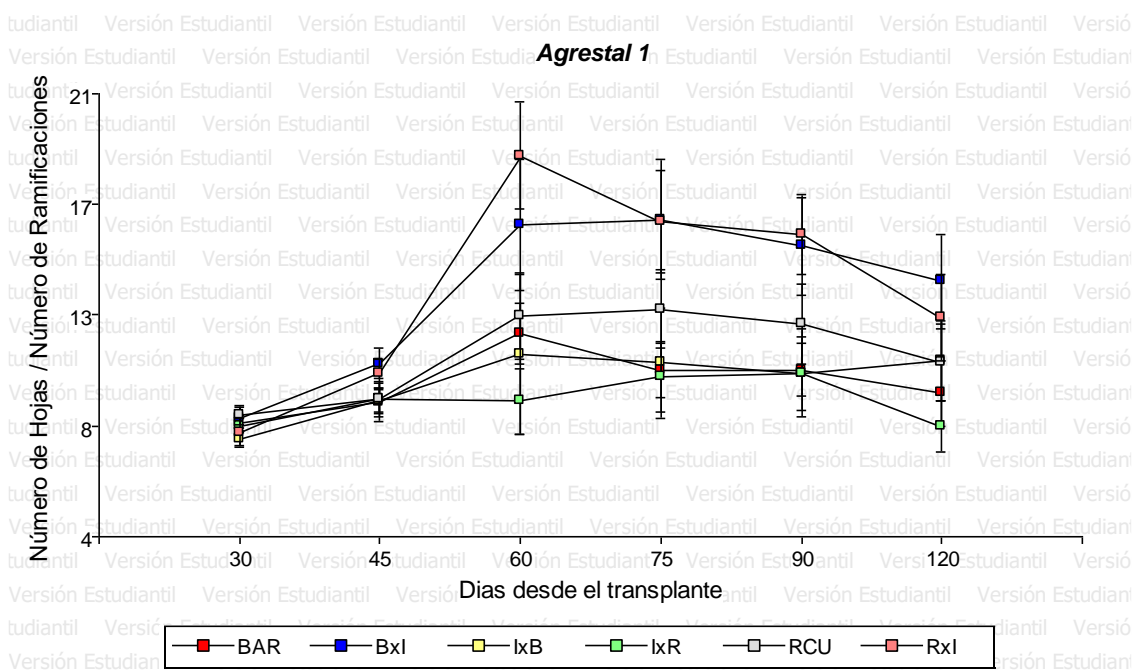
Para las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal, los dos biotipos silvestres obtuvieron mayores valores y un máximo número de hojas/ramificaciones a los 60 días, mientras que los híbridos tuvieron su máximo número de hojas a los 30 días. Las menores diferencias entre biotipos se observaron a los 30 días y las mayores a los 75. El biotipo RCU se diferenció de su híbrido IxR en todo el periodo, y el biotipo BAR se diferenció de sus dos híbridos a partir de los 45 días (Figura 23).



30		45		60		75		90		120	
BxI	A	IxB	A	IxB	A	IxB	A	IxR	A	IxR	A
IxR	A	BxI	A	IxR	A	IxR	AB	IxB	A	IxB	A
IxB	A	IxR	A	BxI	A	BxI	AB	BxI	A	BxI	A
BAR	A	RCU	B	RCU	B	RCU	BC	RCU	B	BAR	B
RCU	B	BAR	B	BAR	B	BAR	C	BAR	B	RCU	B

Figura 23. Evolución del número de hojas/ramificaciones de las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

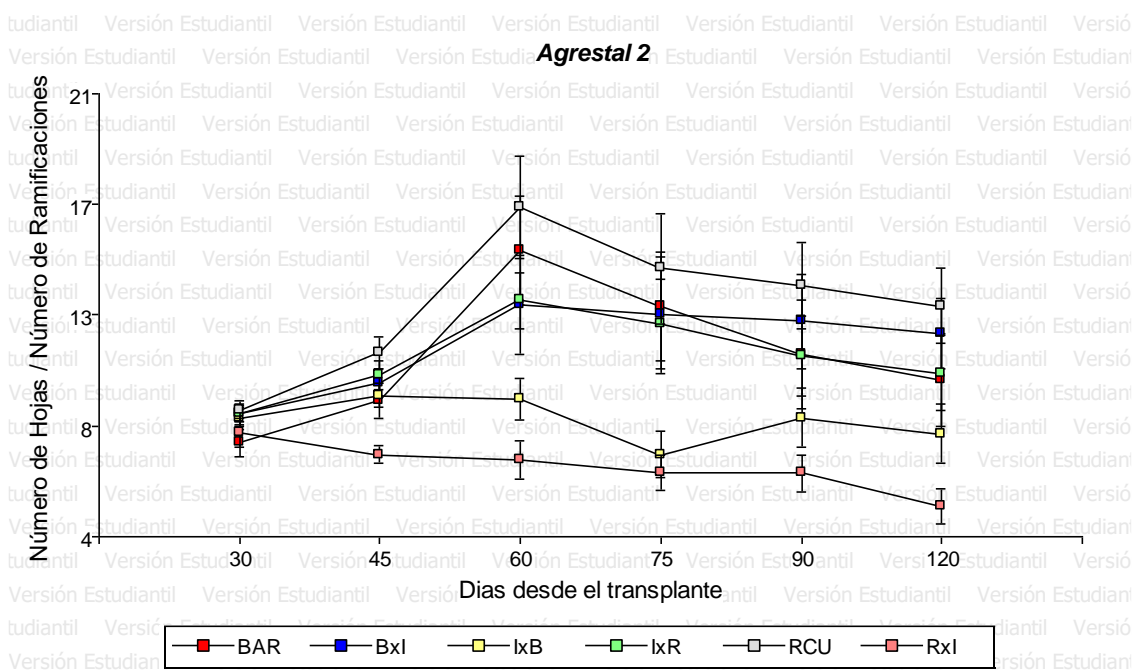
Para las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1, la mayoría de los biotipos obtuvo su máximo número de ramificaciones a los 60 días, salvo en IxR a los 90 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 30 días y las máximas a los 60 días. Los híbridos Rxl y Bxl fueron los que mayores valores obtuvieron. El primero se diferenció de su biotipo madre BAR a partir de los 75 días y el segundo solo se diferenció en los 60 días (Figura 24).



30		45		60		75		90		120	
IxB	A	BAR	A	IxR	A	IxR	A	IxR	A	IxR	A
Rxl	A	IxB	A	IxB	AB	BAR	A	IxB	A	BAR	A
IxR	A	RCU	A	BAR	AB	IxB	AB	BAR	A	RCU	AB
BAR	A	IxR	A	RCU	AB	RCU	ABC	RCU	AB	IxB	AB
Bxl	A	Rxl	A	Bxl	BC	Rxl	BC	Bxl	B	Rxl	AB
RCU	A	Bxl	A	Rxl	C	Bxl	C	Rxl	B	Bxl	B

Figura 24. Evolución del número de hojas/ramificaciones de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2 la mayoría alcanzó la máxima cantidad de ramificaciones a los 60 días, salvo en RxI a los 30 días e lxB a los 45 días. Las menores diferencias se dieron a los 30 días y las mayores a los 60 y 120 días. El biotipo RCU fue el que mayor valor obtuvo, sin diferenciarse del híbrido lxB en todo el periodo, y se diferenció del híbrido RxI, a partir de los 45 días (Figura 25).

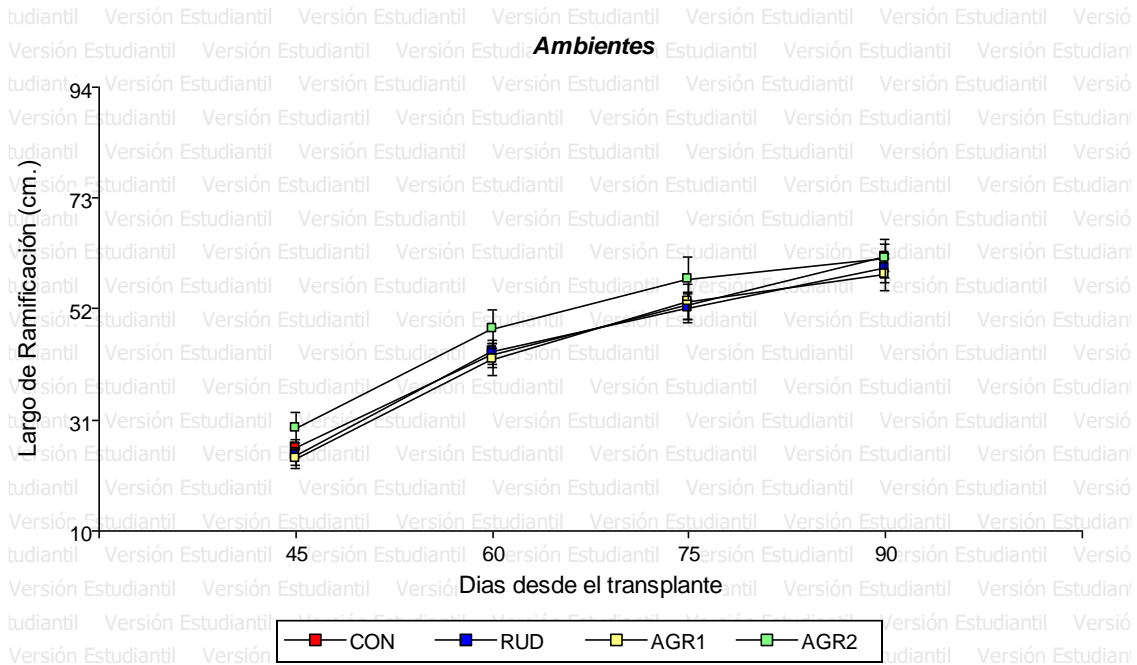


30		45		60		75		90		120	
BAR	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A	RxI	A
RxI	A	BAR	B	lxB	AB	lxB	AB	lxB	AB	lxB	AB
lxB	A	lxB	B	BxI	BC	lxB	BC	lxB	ABC	BAR	BC
lxB	A	BxI	BC	lxB	BC	BxI	BC	BAR	ABC	lxB	BC
BxI	A	lxB	BC	BAR	C	BAR	BC	BxI	BC	BxI	C
RCU	A	RCU	C	RCU	C	RCU	C	RCU	C	RCU	C

Figura 25. Evolución del número de hojas/ramificaciones de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

Largo de Ramificación

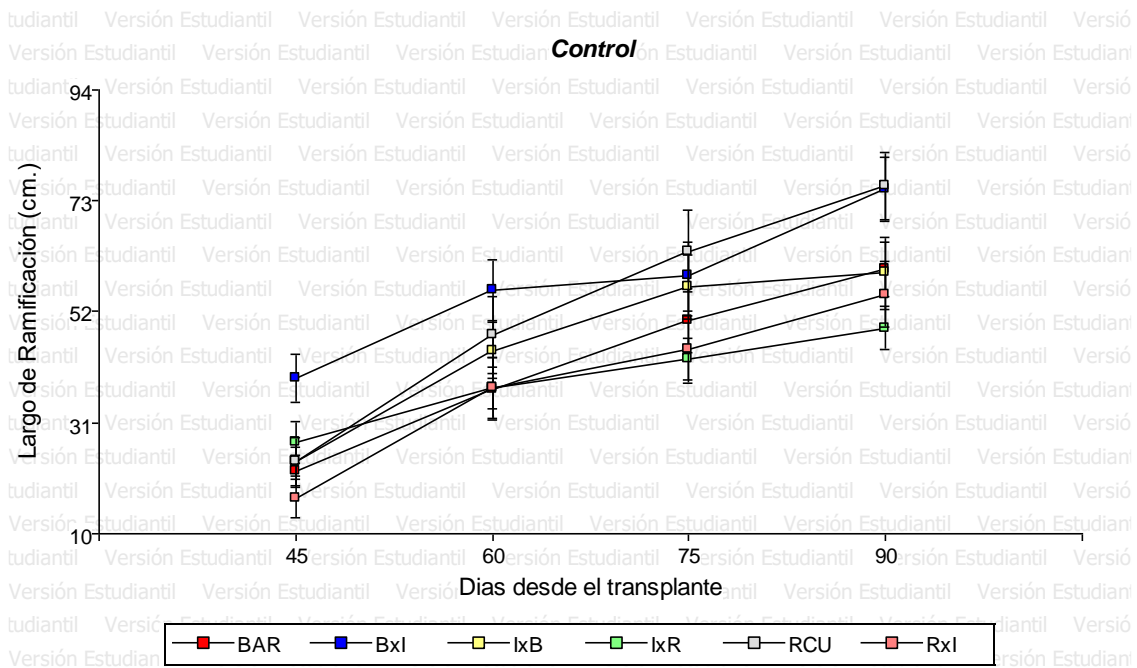
En esta variable, no se observaron diferencias en las plantas seleccionadas en los diferentes ambientes, excepto a los 45 días entre los agrestales (Figura 26).



45		60		75		90	
AGR1	A	AGR1	A	RUD	A	AGR1	A
RUD	AB	CON	A	CON	A	RUD	A
CON	AB	RUD	A	AGR1	A	AGR2	A
AGR2	B	AGR2	A	AGR2	A	CON	A

Figura 26. Evolución de largo de ramificación (cm.) de las plantas seleccionadas en los cuatro ambientes. Las líneas de colores señalan los ambientes de selección. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los ambientes.

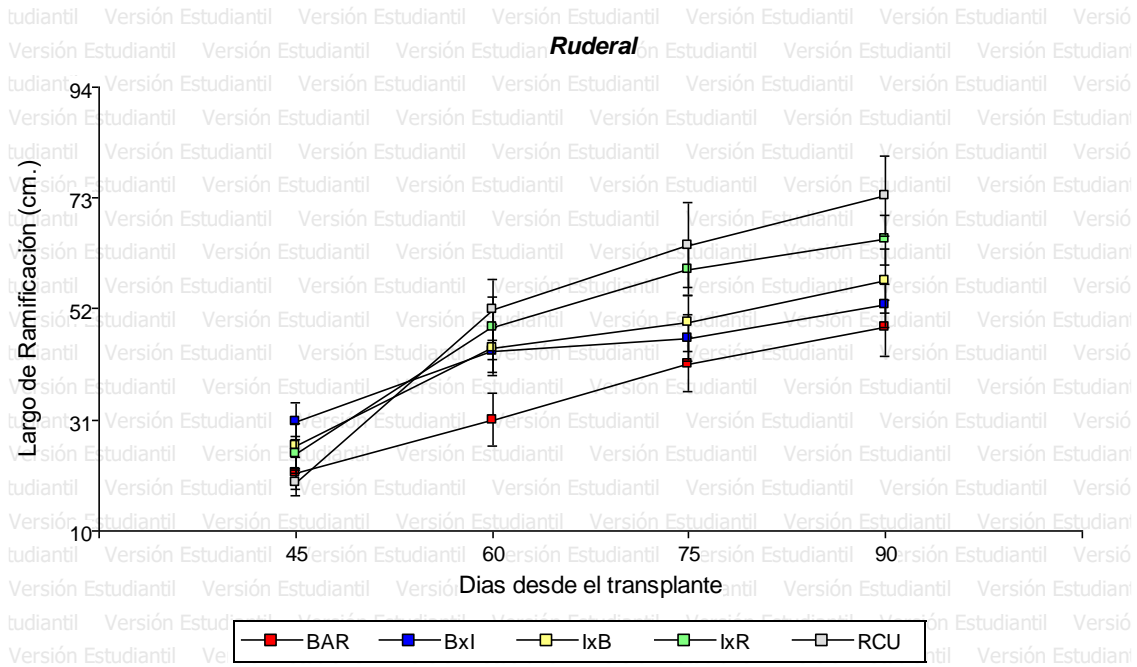
En las plantas seleccionadas en el ambiente control, el máximo crecimiento de todos los biotipos se dio a los 90 días, las mínimas diferencias se dieron a los 45 días. Los biotipos Bxl y RCU fueron los que mayores valores obtuvieron en casi todo el periodo. El primero Bxl se diferenció de su parental silvestre BAR en la primera mitad de las fechas y el biotipo RCU se diferenció de sus dos híbridos en la segunda mitad del periodo (Figura 27).



45		60		75		90	
Rxl	A	BAR	A	lxR	A	lxR	A
BAR	A	Rxl	A	Rxl	A	Rxl	AB
RCU	A	lxR	A	BAR	AB	lxB	AB
lxB	A	lxB	AB	lxB	AB	BAR	AB
lxR	A	RCU	AB	Bxl	AB	Bxl	BC
Bxl	B	Bxl	B	RCU	B	RCU	C

Figura 27. Evolución de largo de ramificación (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente control. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

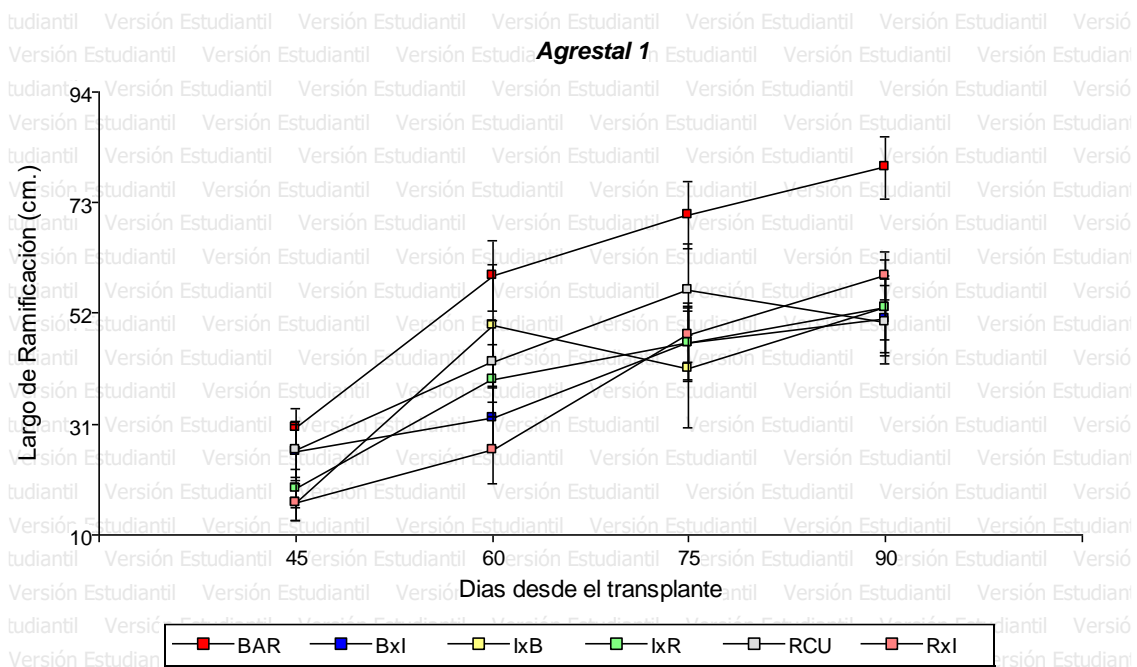
En las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal, el máximo crecimiento se observó a los 90 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 30 días y las máximas a los 75 días. Los biotipos RCU y su híbrido IxR fueron los que mayores valores tuvieron en la mayoría del período, y BAR y Bxl, los menores (Figura 28).



45		60		75		90	
RCU	A	BAR	A	BAR	A	BAR	A
BAR	AB	Bxl	AB	Bxl	AB	Bxl	A
IxR	AB	IxB	AB	IxB	AC	IxB	AB
IxB	AB	IxR	B	IxR	BC	IxR	AB
Bxl	B	RCU	B	RCU	C	RCU	B

Figura 28. Evolución de largo de ramificación (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

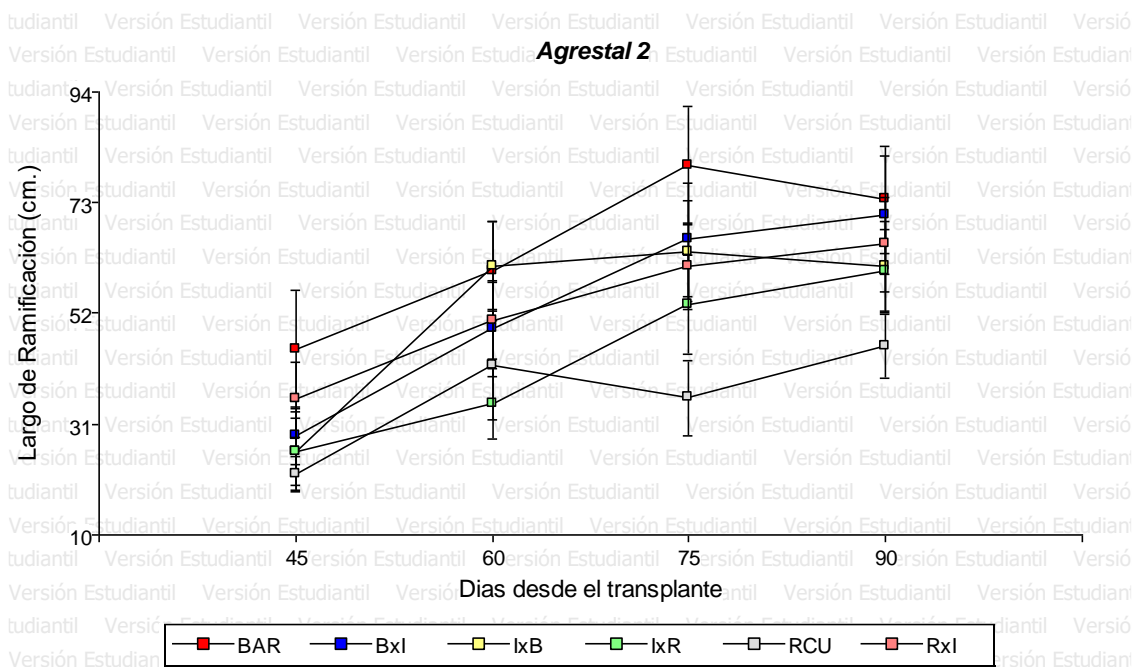
En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal1, la mayoría de los biotipos obtuvieron su máximo crecimiento a los 90 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 45 días y las máximas a los 75 días. El biotipo BAR obtuvo los máximos valores y se diferenció de su híbrido Bxl a partir de los 60 días y de lxB en la segunda mitad del periodo (Figura 29).



45		60		75		90	
lxB	A	Rxl	A	lxB	A	RCU	A
Rxl	A	Bxl	A	Bxl	A	Bxl	A
lxR	A	lxR	A	lxR	A	lxR	A
Bxl	A	RCU	AB	Rxl	A	lxB	A
RCU	A	lxB	AB	RCU	AB	Rxl	AB
BAR	A	BAR	B	BAR	B	BAR	B

Figura 29. Evolución de largo de ramificación (cm) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 1. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

En las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2 el máximo crecimiento para casi todos los biotipos se produjo a los 90 días; salvo en los híbridos con BAR, a los 75 días. Las mínimas diferencias se dieron a los 60 días y las máximas a los 75 días. El biotipo BAR fue el que se mantuvo con más altos valores y no se diferenció de sus dos híbrdo (Figura 30).



45		60		75		90	
RCU	A	lxR	A	RCU	A	RCU	A
lxB	AB	RCU	A	lxR	AB	lxR	AB
lxR	AB	Bxl	A	Rxl	B	lxB	AB
Bxl	AB	Rxl	A	lxB	B	Rxl	AB
Rxl	AB	BAR	A	Bxl	B	Bxl	B
BAR	B	lxB	A	BAR	B	BAR	B

Figura 30. Evolución de largo de ramificación (cm.) de las plantas seleccionadas en el ambiente agrestal 2. Las líneas de colores representan los diferentes biotipos. Debajo se indican los resultados de la comparación de medias entre los biotipos.

DISCUSIÓN

En general, se puede observar que las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales presentaron los mayores valores de crecimiento de las variables medidas, mientras que las plantas seleccionadas en el ambiente ruderal fueron similares al control y presentaron menor crecimiento que las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales. Esto podría estar asociado a que en los ambientes agrestales –considerado un ambiente benigno resultado de la provisión de fertilizantes y/o protección contra adversidades bióticas (malezas, insectos, enfermedades)– una de las principales limitaciones es la competencia interespecífica maleza-cultivo, donde el rápido crecimiento y la máxima capacidad de intercepción de luz (por altura y tamaño de la hoja) se asocian con mayor aptitud biológica (Altieri, 2019). En cambio, en los ambientes ruderales, las plantas suelen estar afectadas por estreses abióticos (por ejemplo: estrés por sequía) por lo tanto, una reducción en la tasa de crecimiento sería un mecanismo de tolerancia (Mercer et al. 2006). Estos resultados indicarían también que hubo adaptación local de los biotipos seleccionados en ambientes agrestales ya que el ambiente en el que se realizó la comparación fue un ambiente agrestal (en competencia con un cultivo de maíz).

En las plantas seleccionadas en el ambiente control, los biotipos BAR y RCU presentaron los valores más altos. El primero se diferenció de sus dos híbridos en todas las variables, excepto LR. Por otro lado, el biotipo RCU no mostró diferencias significativas con su híbrido Rxl, excepto en las variables NH/NR y LR. De manera similar, entre los biotipos seleccionados en el ambiente ruderal, los biotipos silvestres (BAR y RCU) tuvieron el mayor crecimiento en todas las variables, diferenciándose de sus híbridos en la mayoría de los caracteres. Esto manifiesta la gran plasticidad fisiológica y morfológica que tiene *Helianthus annuus*, adaptándose a diferentes ambientes (Poverene et al. 2002). Por otro lado, también indicaría que las poblaciones silvestres, a pesar de haber sido seleccionadas en ambientes ruderales, poseerían una gran plasticidad fenotípica como para tener un buen comportamiento en el ambiente agrestal (ambiente de evaluación).

Por otro lado, entre las plantas seleccionadas en los ambientes agrestales (competencia con trigo y maíz), la tendencia se invirtió y en general, los híbridos tuvieron mejor comportamiento que las poblaciones silvestres. Esto podría indicar, en principio, que los híbridos tienen mejor comportamiento relativo en los ambientes agrestales (Mercer et al. 2006) y a su vez, que hubo adaptación local de estos híbridos.

Para la variable largo de ramificación parece hubo menos variabilidad entre los ambientes de selección que en las otras variables. Esto podrían señalar que esta variable está mayormente controlada por el genotipo y/o que no está asociada a la aptitud biológica de las plantas, así como lo está el número de ramificaciones (Mercer et al. 2006; Casquero et al. 2013).

CONCLUSIÓN

En la comparación entre los ambientes, las plantas seleccionadas en los agrestales tuvieron un promedio más alto que las seleccionadas en los ambientes ruderal y control para todas las variables, excepto para largo de ramificación que no tuvo diferencias significativas.

Por otro lado, dentro de los ambientes de selección, se observó que los biotipos silvestres tuvieron mejor comportamiento en control y ruderal; mientras que los híbridos mejoraron en los ambientes agrestales y en algunos casos, superaron a los biotipos silvestres.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron a la realización de esta investigación:

- Mi familia: Por su apoyo constante e incondicional durante mi crecimiento personal y profesional.
- Dr. Ing. Agr., Alejandro Presotto e Ing. Agr., Ignacio Fanna: Por su valiosa dirección y asesoramiento en la confección de este trabajo.
- Dr. Ing. Agr., Boris Berzellino y Dra. Ing. Agr., Soledad Ureta: Por su asesoramiento en la redacción de este trabajo.
- Departamento de Agronomía (UNS): Por facilitarme los recursos materiales para llevar adelante esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri MA, 2019, AGROECOLOGIA. Bases científicas para una agricultura sustentable, Editorial Nordan–Comunidad.

Casquero M, Presotto A, Cantamutto M. 2013. Exoferality in Sunflower (*Helianthus annuus* L.): A Case Study of Intraspecific/Interbiotype Interference Promoted by Human Activity. *Field Crops Research*. 142: 95-101

Kulumuni J, Wiley B, Otto S. 2024. On the fast track: hybrids adapt more rapidly than parental populations in a novel environment. *Evolution Letters* 8: 128–136

Mercer KL, Wyse DL, Shaw RG. 2006. Effects of Competition On the Fitness of Wild and Crop-Wild Hybrid Sunflower from a Diversity of Wild Populations and Crop Lines. *Evolution* 60: 2044–2055.

Poverene MM, Cantamutto MA, Carrera AD, Ureta MS, Salaberry MT, Echeverria MM, Rodriguez RH. 2002. El Girasol Silvestre (*Helianthus* spp.) en la Argentina: Caracterización para la Liberación de Cultivares Transgénicos. *RIA* 31: 97-116.

Presotto A, Pandolfo C, M Poverene, M Cantamutto. 2016. Can achene selection in sunflower crop–wild hybrids by pre-dispersal seed predators hasten the return to phenotypically wild sunflowers? *Springer Science+Business Media Dordrecht*. DOI 10.1007/s10681-015-1579-9

Ureta MS, Cantamutto M, Carrera A, Delucchi C, Poverene M. 2008. Natural hybrids between cultivated and wild sunflowers (*Helianthus* spp.) in Argentina. *Genet Resour Crop Evol* 55: 1267–1277.