



Mejoramiento genético de forrajeras para persistencia productiva en Chile: ejemplo exitoso en *Trifolium pratense* L. (Trébol Rosado)

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA)

Dr. Fernando Ortega Klose

Santiago, Chile, 21-08-2019



**CHILE LO
HACEMOS
TODOS**

Improving grassland and pasture management in temperate agriculture

Edited by Professor Athole Marshall & Dr Rosemary Collins
IBERS, Aberystwyth University, UK



Review

ce in Chile: a review

no Cajón-Vilcún s/n,

ento de Ciencias Químicas y Recursos

Chapter 8

Persistence and yield stability of temperate grassland legumes for sustainable animal production

F. Ortega, L. Inostroza and C. Moscoso, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile; and L. Parra and A. Quiroz, Universidad de La Frontera, Chile



TEMARIO

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. MEJORAMIENTO GENÉTICO DE TRÉBOL ROSADO PARA PERSISTENCIA**
- 3. TRATANDO DE ENTENDER LA “CAJA NEGRA” DE LA GANANCIA GENÉTICA OBTENIDA PARA PERSISTENCIA Y RENDIMIENTO EN TRÉBOL ROSADO.**
- 4. ALGUNAS CONCLUSIONES**

EL FITOMEJORAMIENTO DE FORRAJERAS ES COMPLEJO



CARACTERÍSTICAS DE ALGUNAS ESPECIES FORRAJERAS

Nombre común	Nombre científico	Polinización (1)	Longevidad (2)
Trébol rosado	<i>Trifolium pratense</i>	C	P
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	C	p
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	C	P
Trébol encarnado	<i>Trifolium incarnatum</i>	<u>CA</u>	A
Trébol subterráneo	<i>Trifolium subterraneum</i>	A	A
Trébol frutilla	<i>Trifolium fragiferum</i>	W	P
Lotería	<i>Lotus corniculatus</i> y <i>L. pedunculatus</i>	C	P
Ballica perenne	<i>Lolium perenne</i>	C	P
Ballica anual	<i>Lolium multiflorum</i>	C	A-B
Bromo	<i>Bromus valdivianus</i>	A	P
Festuca	<i>Festuca arundinacea</i>	C	P
Pasto ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	C	P
Poa	<i>Poa pratensis</i>	X	P

Fuente: Adaptado de Poehlman (1986) y Taylor (1987).

(1) **C**: Cruzada; **CA**: Cruzada o autopolinización; **W**: Cruzada en algunos cultivares; autopolinización en otros; **X**: Cruzada o apomíctica. (2) **P**: Perenne; **A**: Anual; **B**: Bianual.



TÉCNICAS DE AISLACIÓN GRAMÍNEAS ALÓGAMAS

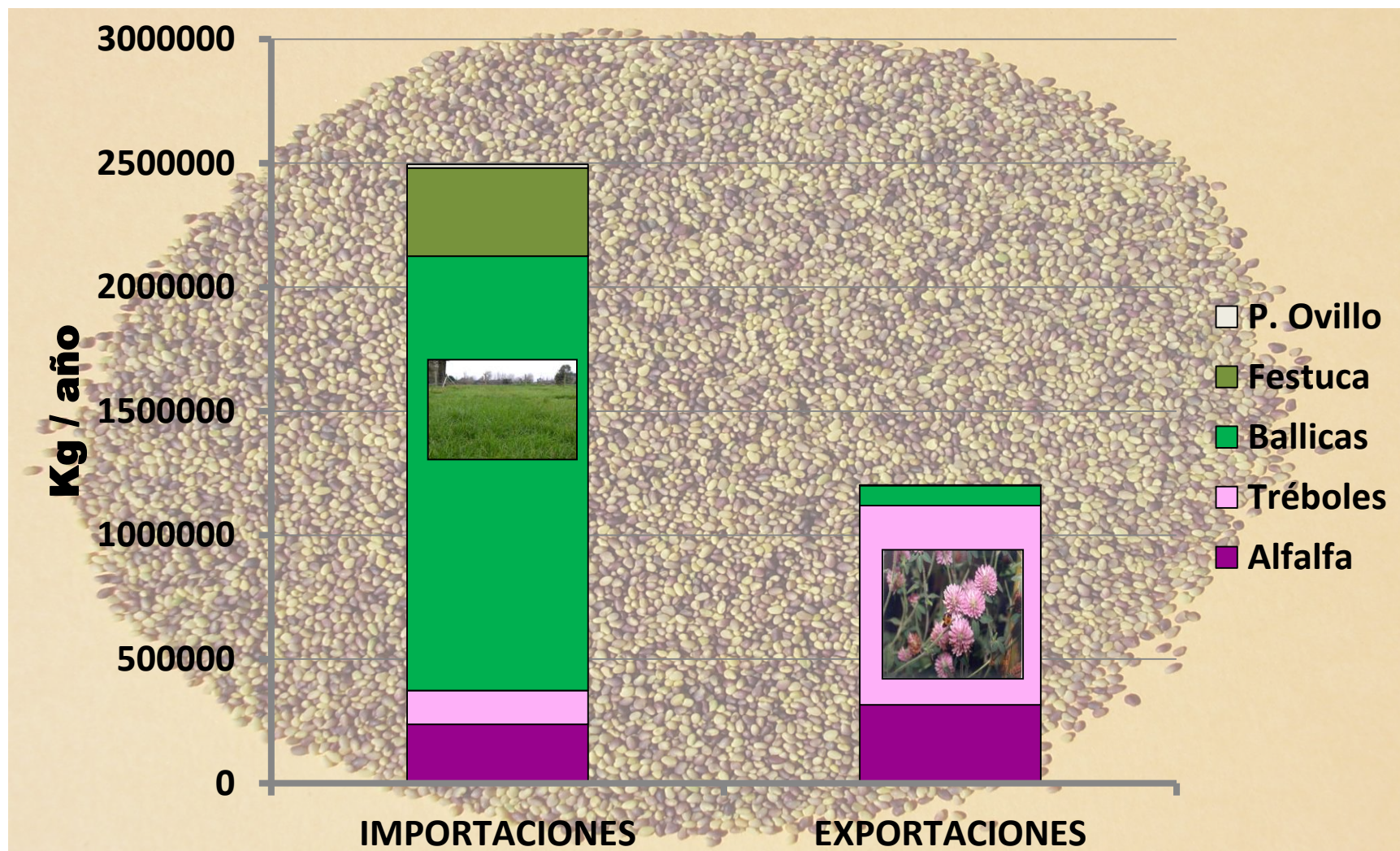


TÉCNICAS DE AISLACIÓN LEGUMINOSAS ALÓGAMAS



BALANCE DE IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE SEMILLA FORRAJERA DE CHILE (Kg/año), PRINCIPALES GRUPOS DE ESPECIES, PROMEDIO AÑOS 2001 A 2017

(Fuente: Elaborado por Moscoso y Ortega a partir de datos de ODEPA-SNAduanas)



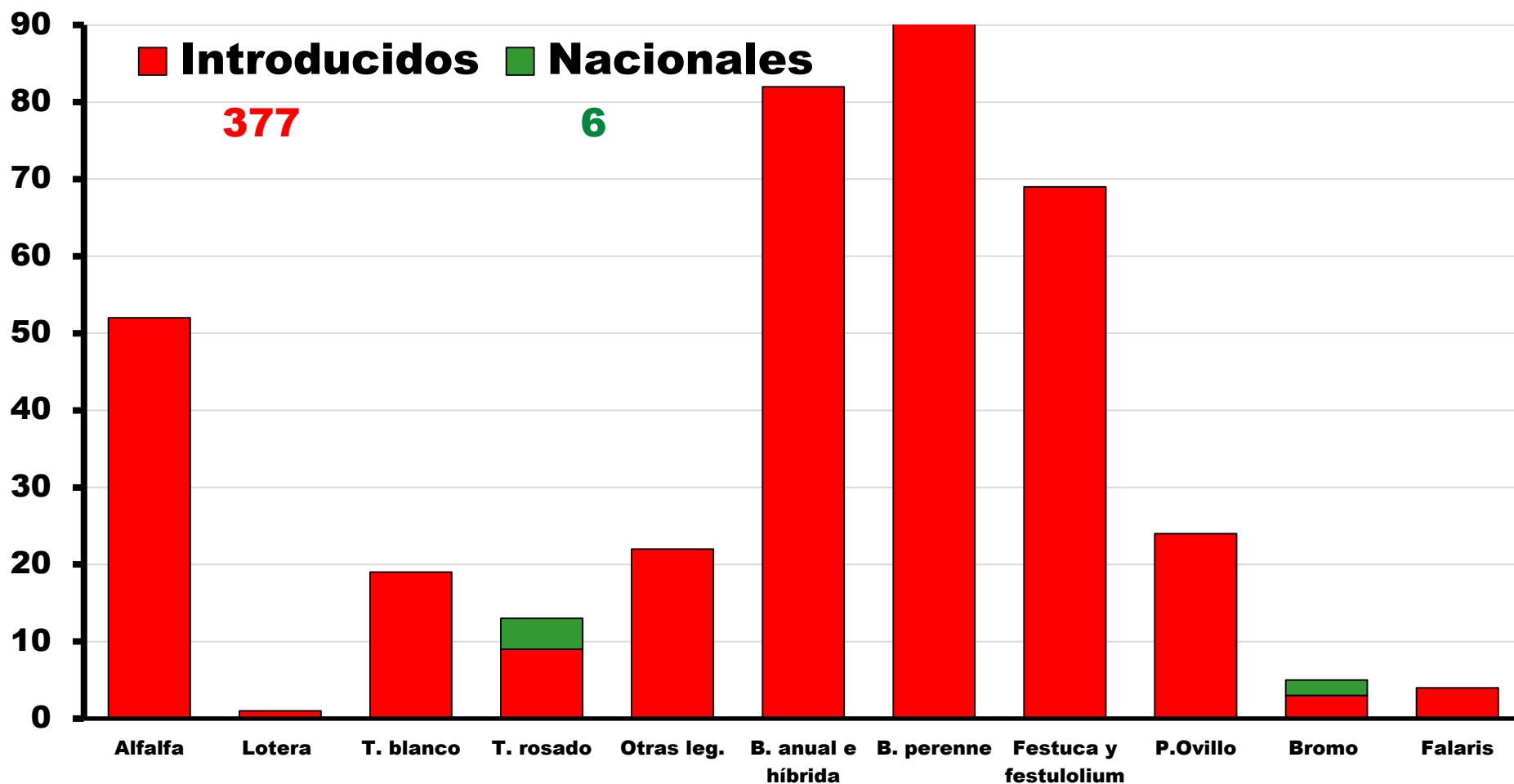
CULTIVARES DE FORRAJERAS SELECCIONADOS O MEJORADOS EN CHILE

Período	Cultivares seleccionados / creados en Chile
1958-1963	T. Rosado Quiñequeli-INIA Alfalfa Liguén Lotera Quimey T. Blanco Millay
1965-1972	B. Perenne Santa Elvira Alfalfa Rayén
1972-1987	Alfalfa Palihue Alfalfa Huinca
1989 en adelante	T. Rosado Redqueli-INIA T. Rosado Toltén Bromo Bronco-INIA Bromo Bromino-INIA Hualputras Conbarbalá y Cauquenes T. Rosado Superqueli-INIA



NÚMERO DE CULTIVARES FORRAJEROS REGISTRADOS EN CHILE

(Fuente: LVOD actualizado, Servicio Agrícola y Ganadero, al 5-08-2019)



**FACTORES
BIÓTICOS**
(Enfermedades y
plagas)

**ESPECIES
ASOCIADAS**
(COMPETENCIA)

GENOTIPO

DENSIDAD DE PLANTAS

**PERSISTENCIA
&
RENDIMIENTO**

TAMAÑO DE PLANTA

MORFOFISIOLOGÍA

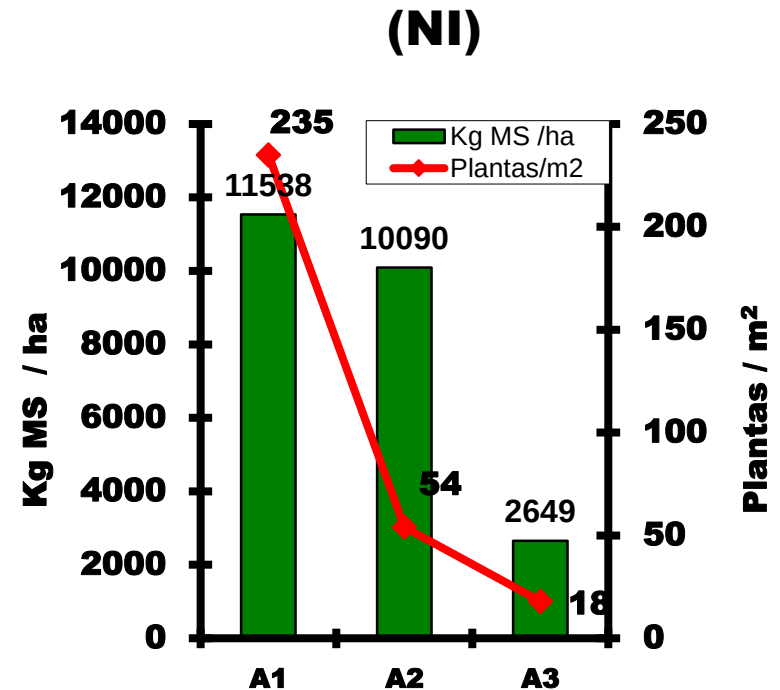
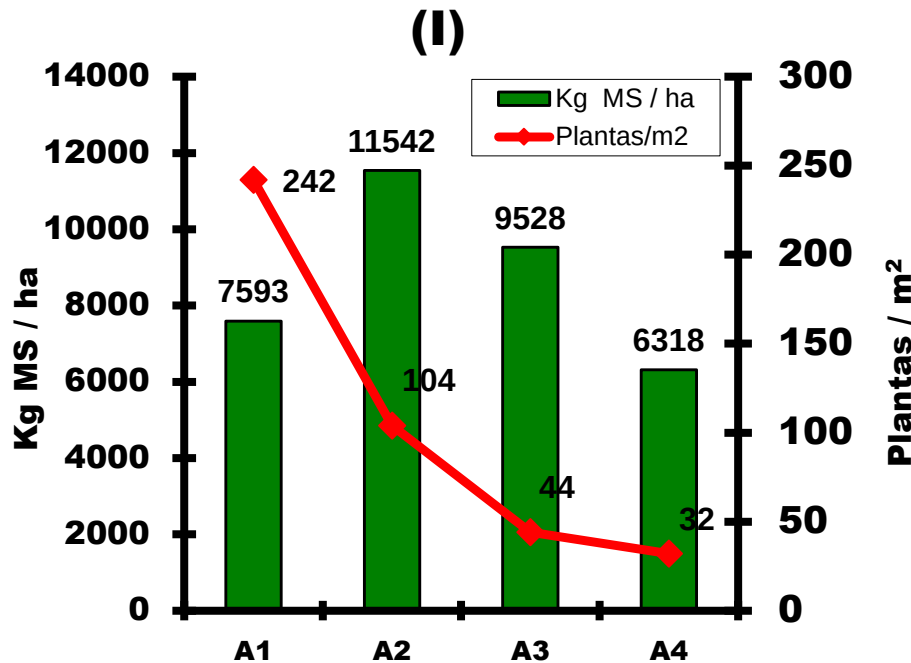
- Calidad y anticalidad
- Rend. semilla

**FACTORES
ABIÓTICOS**
(Clima, suelo, agua,
etc.)

MANEJO
(Defoliación,
pastoreo,
fertilización, etc.)

RENDIMIENTO PROMEDIO DE FORRAJE (Kg MS / ha) Y DENSIDAD DE PLANTAS (Plantas/m²) DE TRÉBOL ROSADO EN ENSAYOS DE CARILLANCA

(I), irrigado; (NI) no irrigado



**ENFERMEDADES Y
PLAGAS**

**ESPECIES
ASOCIADAS
(COMPETENCIA)**



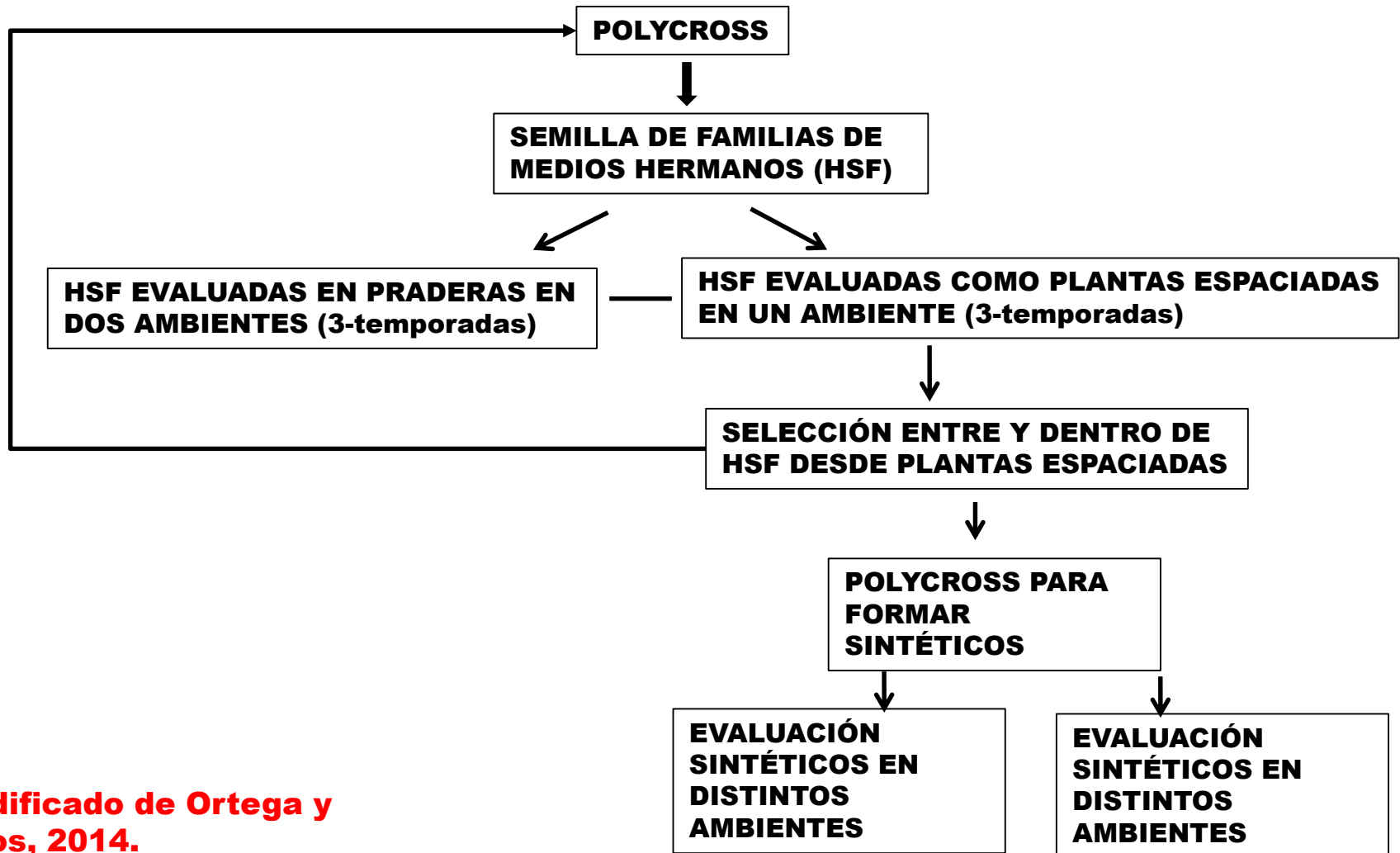
**FACTORES
ABIÓTICOS
(Clima, suelo, agua,
etc etc.)**

**MANEJO
(Defoliación,
pastoreo,
fertilización, etc.)**



***Hylastinus obscurus* (Marsham) – Red Clover root borer**

DIAGRAMA DEL MÉTODO DE MEJORAMIENTO UTILIZADO DESDE 1989 (Polycross y progenies de medios hermanos)



**Modificado de Ortega y
otros, 2014.**

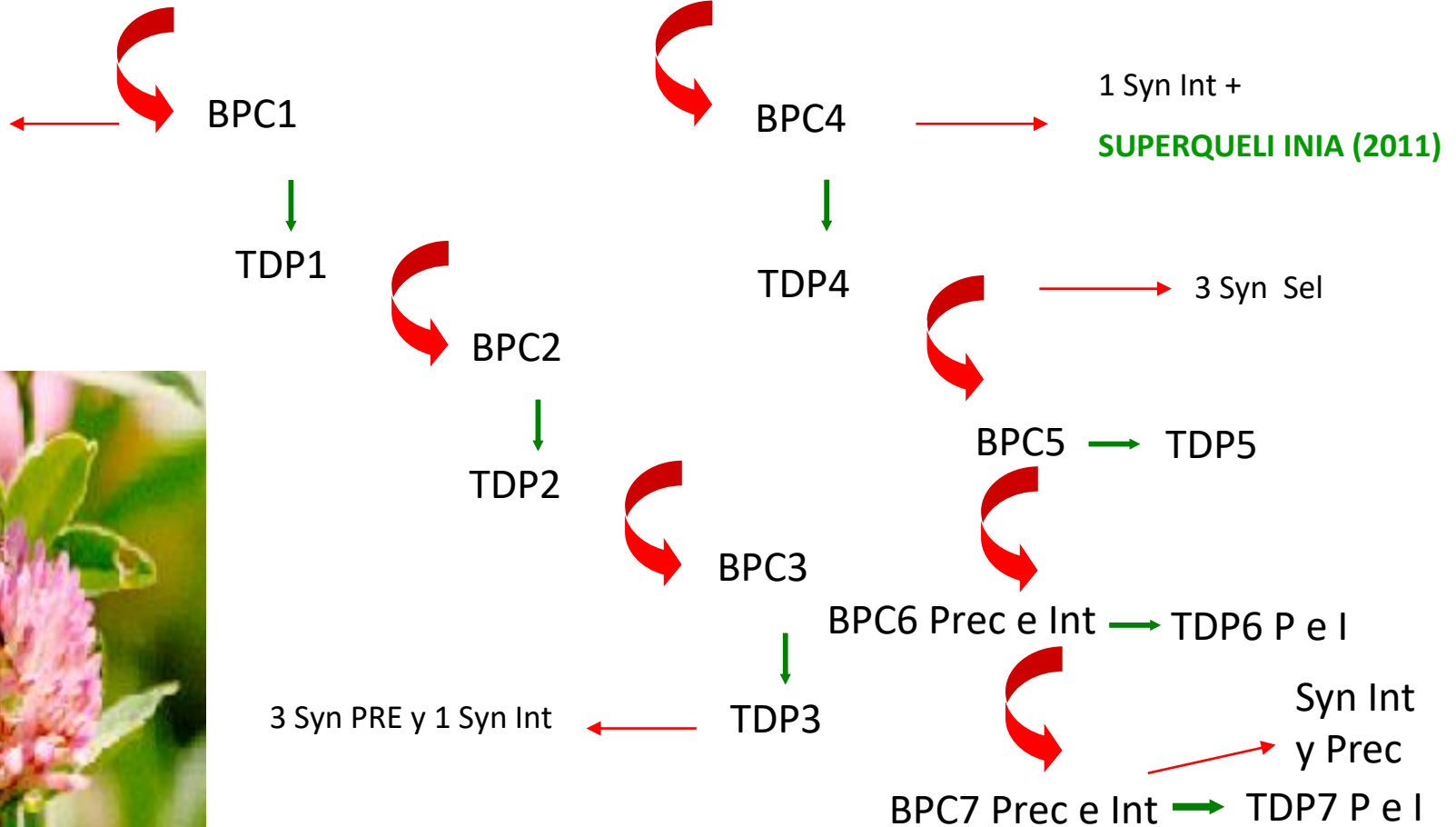
SELECCIÓN MASAL

→ QUIÑEQUELI INIA
(1962)

EVALUACIÓN DE PROCEDENCIAS Y CULTIVARES INTRODUCIDOS (1987-89)

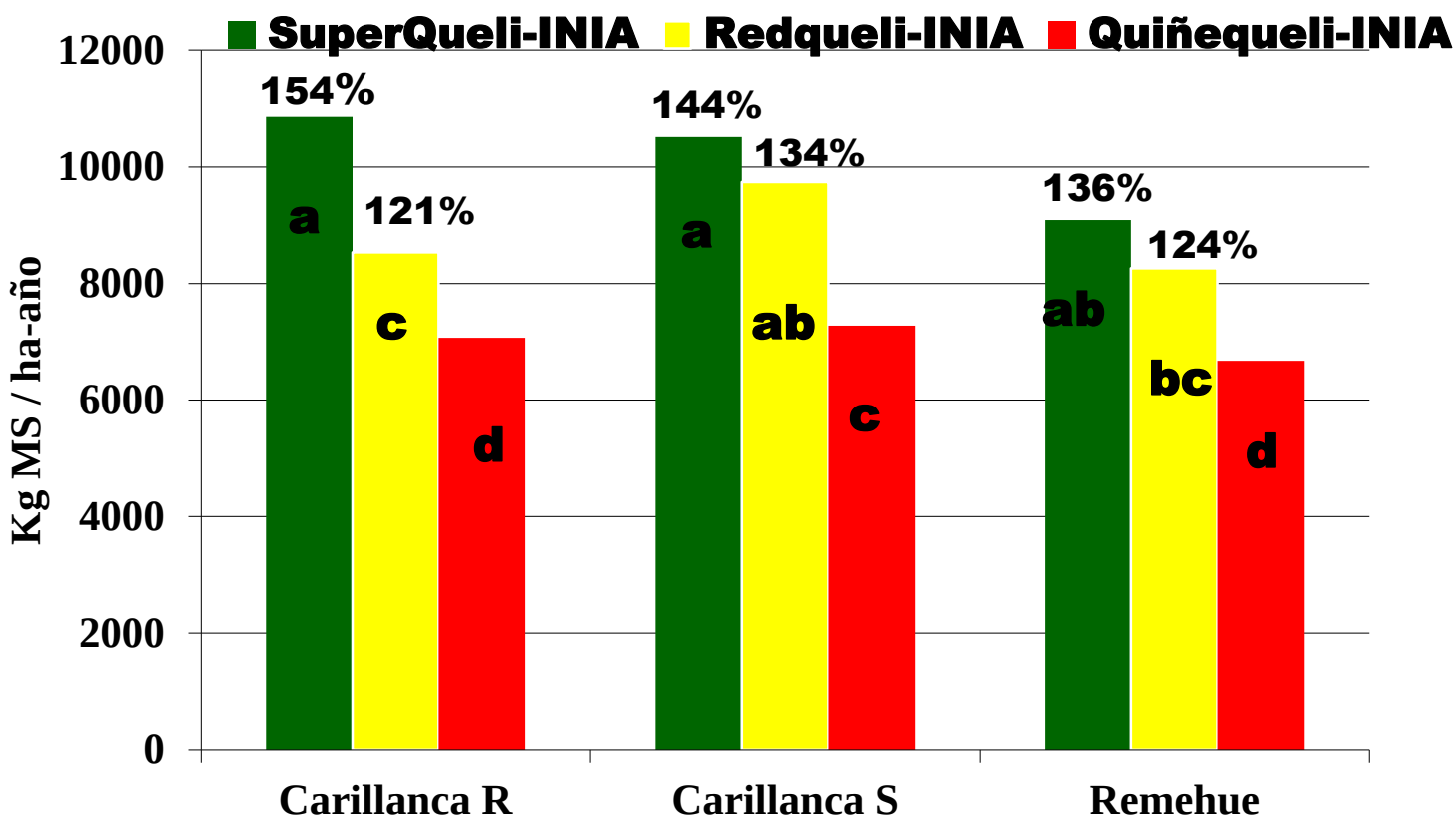
REDQUELI INIA
(1997)

+ 2 Syn Int



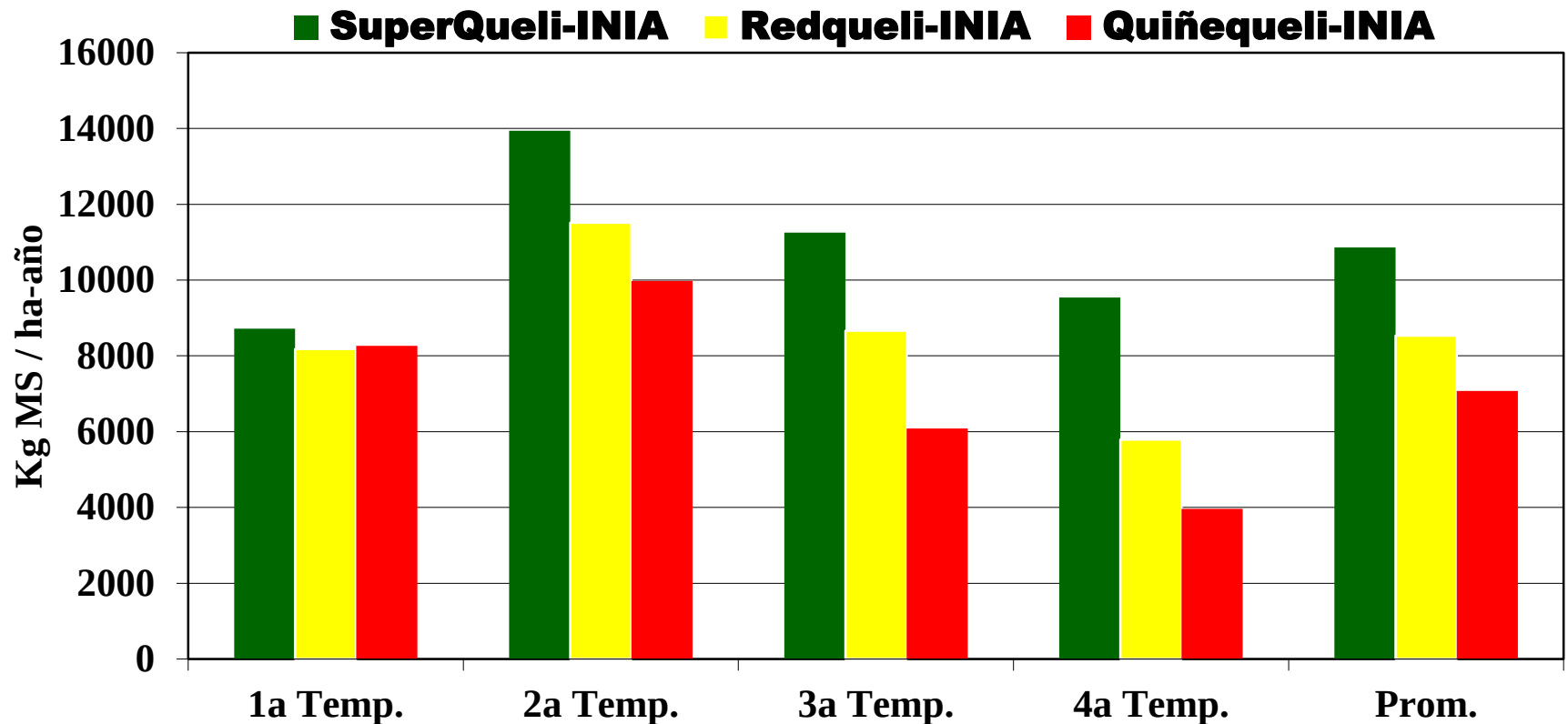
RENDIMIENTO PROMEDIO DE TRÉBOL ROSADO (kg MS / ha) POR TEMPORADA EN DISTINTOS AMBIENTES

(Carillanca riego: 4 ensayos, 4 temporadas cada uno; Carillanca seco: 3 ens., 3 temp.cada uno; Remehue: 1 ens., 3 temp.). % indica rendimiento en relación a Quiñequeli INIA

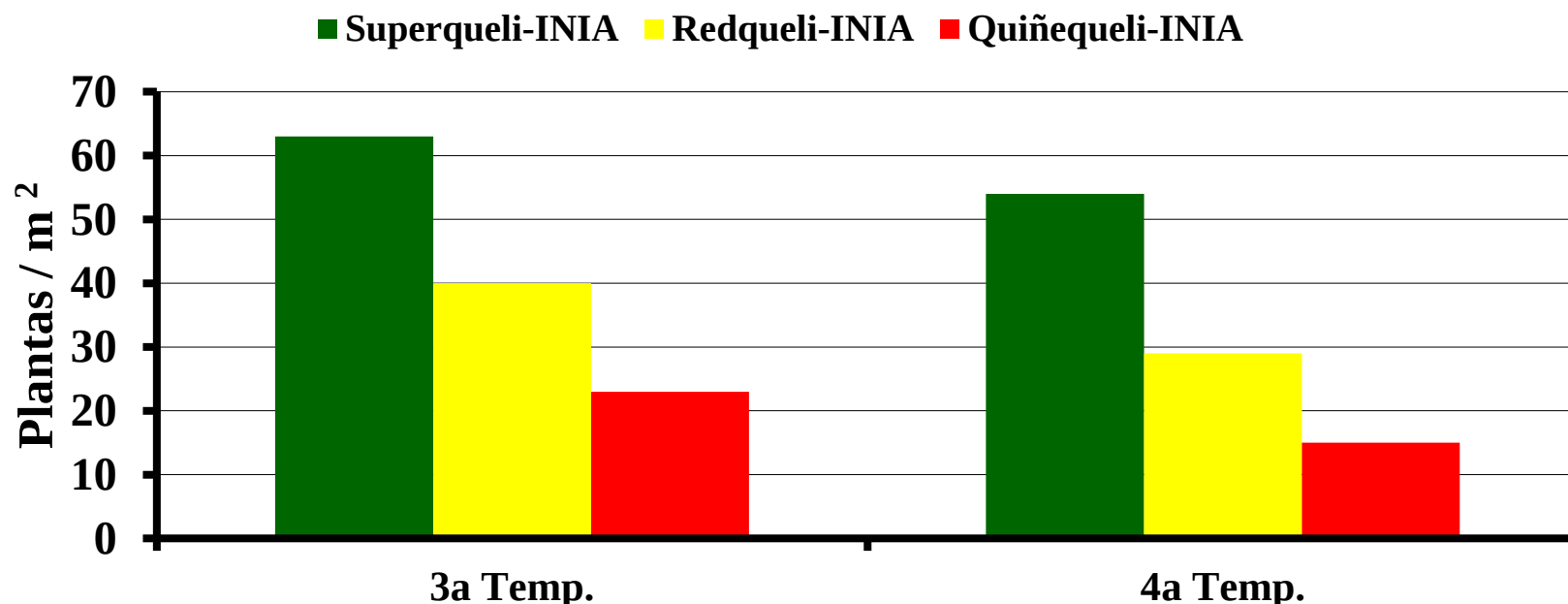


Letras distintas indican diferencias significativas según DUNCAN (p=5%)
Carillanca R y Carillanca S, análisis combinado de varianza.

RENDIMIENTO DE TRÉBOL ROSADO (kg MS / ha) POR TEMPORADA CON RIEGO. INIA CARILLANCA, PROMEDIO DE CUATRO ENSAYOS



POBLACIÓN (Plantas/m²) DE TRÉBOL ROSADO EN LA TERCERA Y CUARTA TEMPORADA BAJO RIEGO. INIA CARILLANCA, PROMEDIO CUATRO ENSAYOS



**CORRELACIONES (r) ENTRE DENSIDAD POBLACIONAL PROMEDIO (P,
Plantas/m²) Y RENDIMIENTO DE FORRAJE (Kg MS / ha-temporada)
DURANTE CUATRO TEMPORADAS EN TRES ENSAYOS BAJO RIEGO, EN
INIA CARILLANCA (Ortega y otros, 2014)**

	TRCr2005			TRCr2007			TRCr2008		
	r	P	Rango	r	P	Rango	r	P	Rango
A1	-0.15 ns	242	174-320	-0.08 ns	286	233-364	0.48 ns	163	114-227
A2	0.68 *	104	72-129	0.63 ns	110	74-131	0.66 ns	74	39-94
A3	0.88 **	44	24-58	0.86 **	46	17-70	0.83 **	54	20-70
A4	0.89**	32	14-48	0.86 **	31	9-52	0.89 **	35	9-54

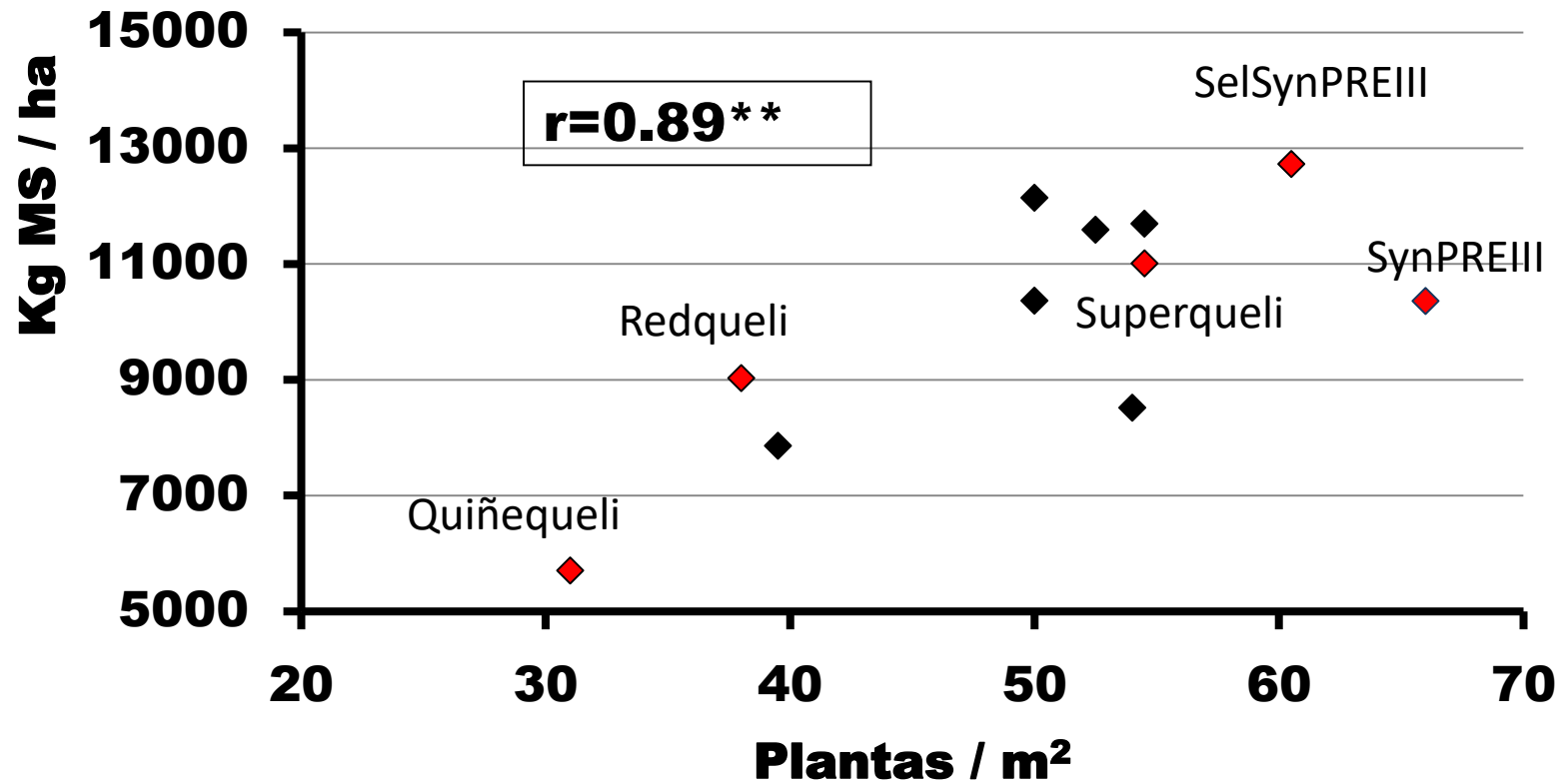
*** y ** indica correlación significativa (p= 5 and 1% respectivamente); ns indica correlación no significativa.**

CORRELACIONES (r) ENTRE DENSIDAD POBLACIONAL PROMEDIO (P, Plantas/m²) Y RENDIMIENTO DE FORRAJE (Kg MS / ha-temporada) DURANTE TRES TEMPORADAS EN DOS ENSAYOS SIN RIEGO, EN INIA CARILLANCA (Ortega y otros, 2014)

	TRCsec2006			TRCsec2008		
	r	P	Rango	r	P	Rango
A1	0.06 ns	235	196-282	-0.16 ns	161	110-217
A2	0.48 ns	54	41-64	0.68 *	38	25-53
A3	0.94 **	19	6-29	0.94 **	26	15-41

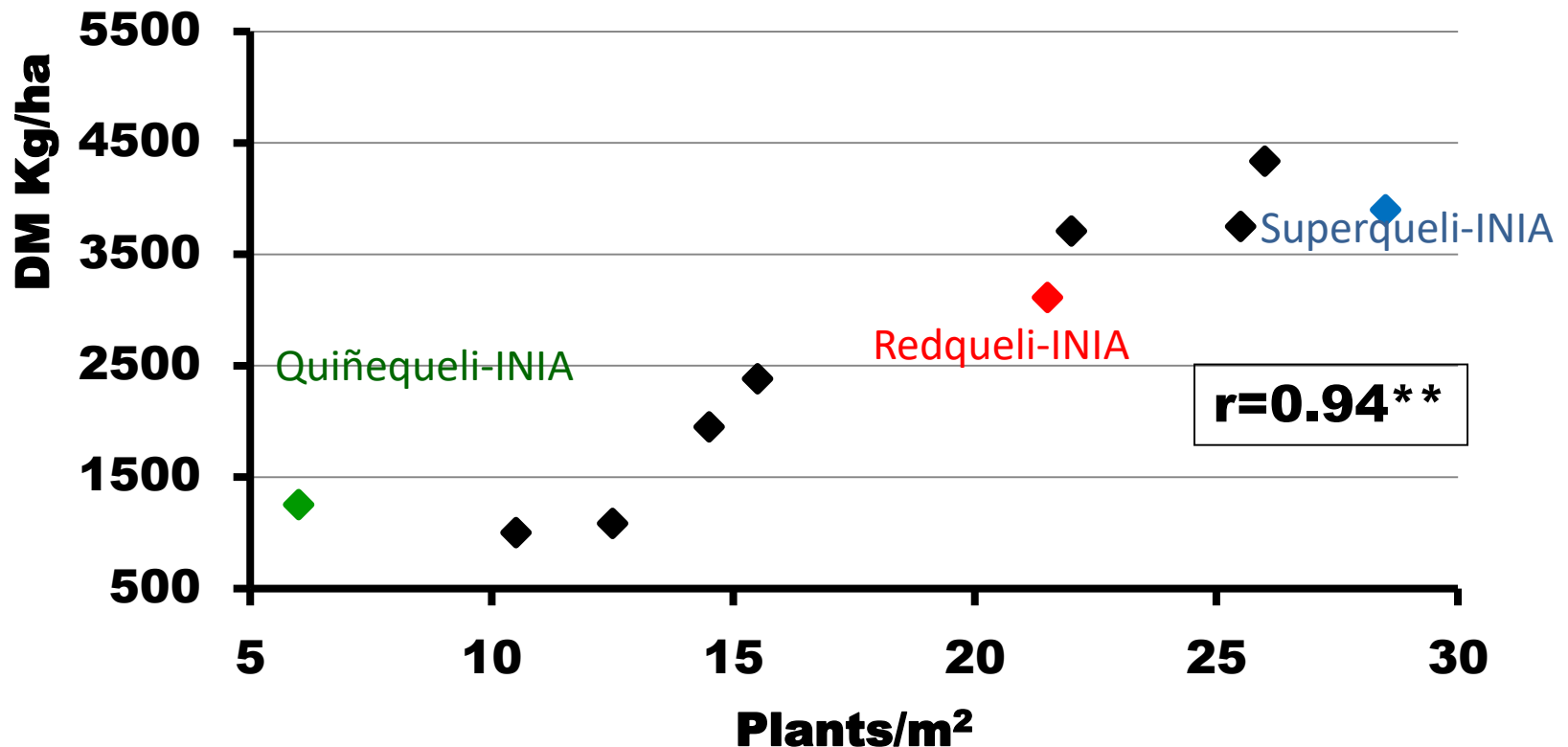
*** y ** indica correlación significativa (p= 5 and 1% respectivamente); ns indica correlación no significativa.**

RELACIÓN ENTRE DENSIDAD DE PLANTAS (plantas / m²) Y RENDIMIENTO DE FORRAJE (Kg MS / ha) EN LA TERCERA TEMPORADA DE CULTIVARES Y SINTÉTICOS DE TRÉBOL ROSADO. INIA Carillanca, ENSAYO BAJO RIEGO SEMBRADO EN 2010 (Ortega y otros, 2014)



** indica correlación significativa (p=1%)

RELACIÓN ENTRE DENSIDAD DE PLANTAS (plantas / m²) Y RENDIMIENTO DE FORRAJE (Kg MS / ha) EN LA TERCERA TEMPORADA DE CULTIVARES Y SINTÉTICOS DE TRÉBOL ROSADO. INIA Carillanca, ENSAYO SIN RIEGO SEMBRADO EN 2006 (Ortega y otros, 2014)



** indicates significant correlation (p=1%)



Quiñequeli INIA

Redqueli INIA

Superqueli INIA

**FACTORES
BIÓTICOS**
(Enfermedades y
plagas)

**ESPECIES
ASOCIADAS**
(COMPETENCIA)

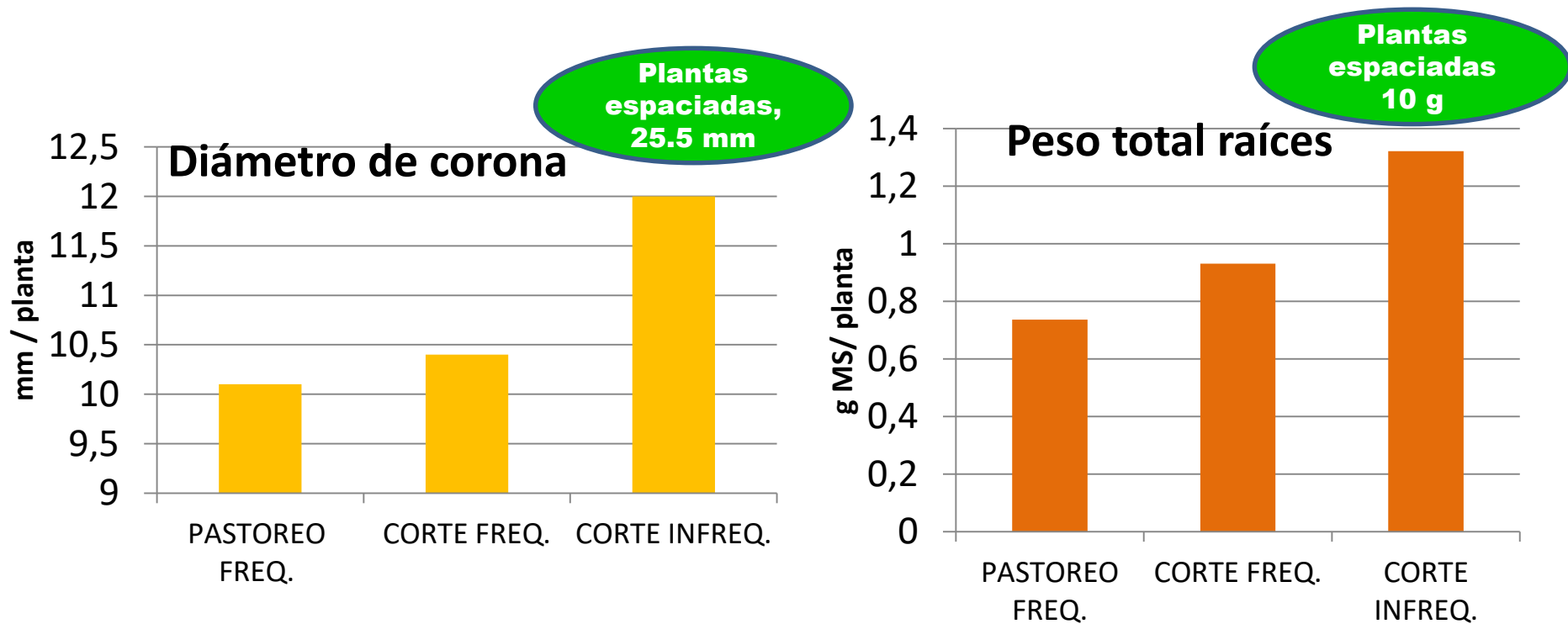


**FACTORES
ABIÓTICOS
AMBIENTALES**
(Clima, suelo, agua,
etc etc.)

MANEJO
(Defoliación,
pastoreo,
fertilisation, etc.)

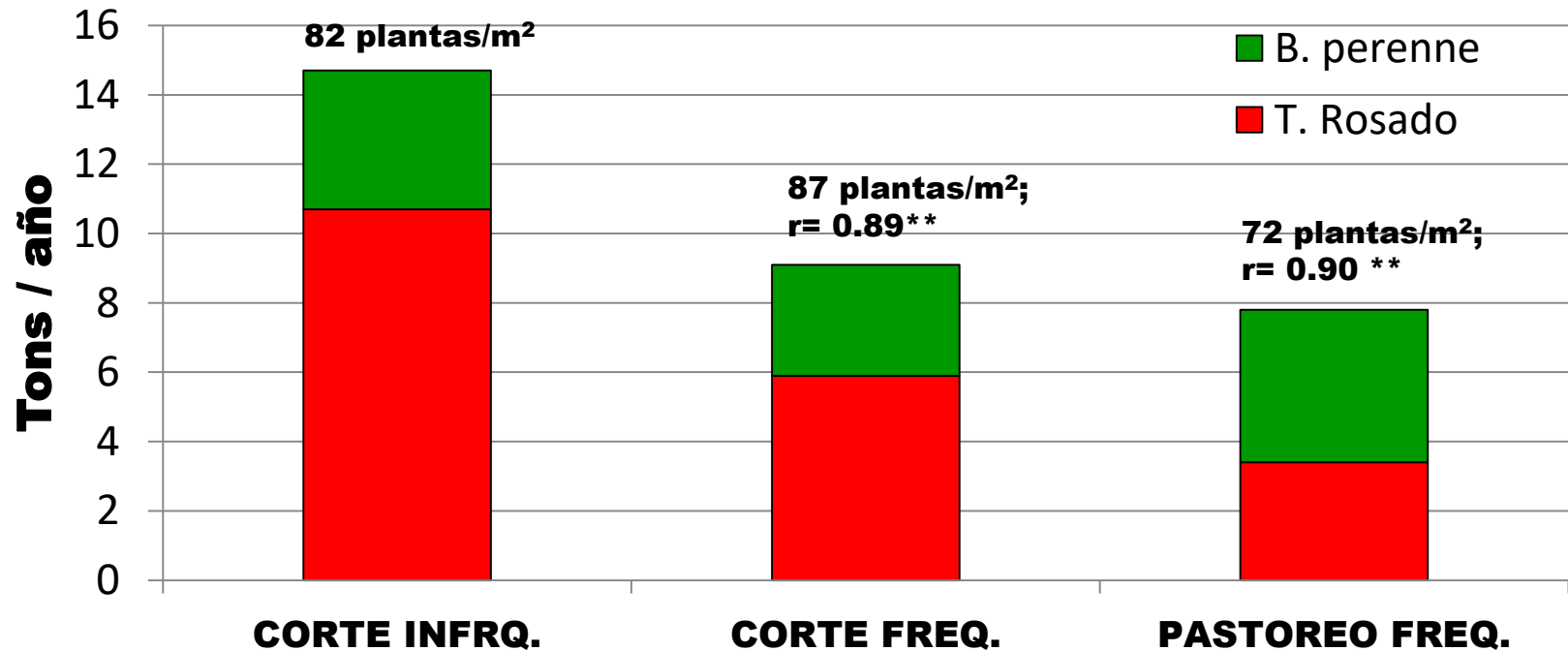
VARIACIÓN EN MORFOLOGÍA DE TRÉBOL ROSADO CON MANEJO CONTRASTANTE DE DEFOLIACIÓN (FINAL SEGUNDA TEMPORADA)

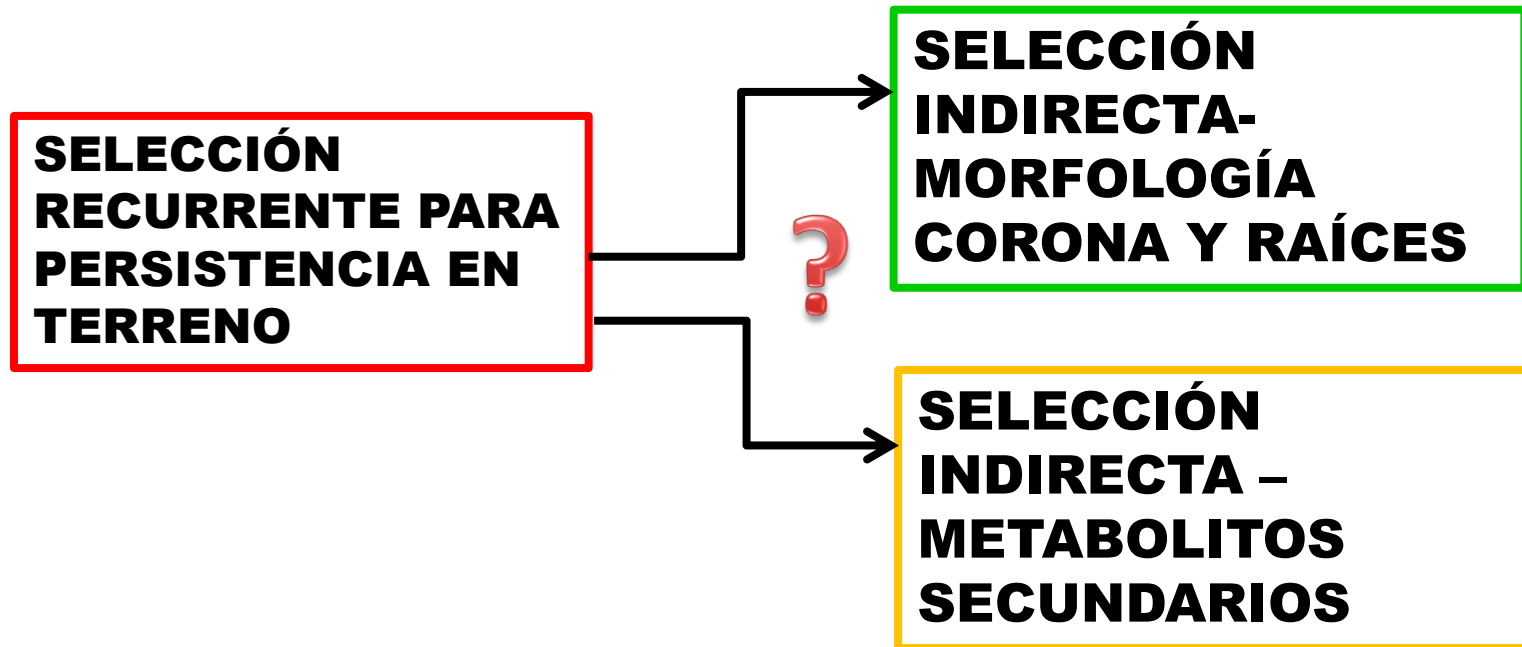
(promedio 8 cultivares, Ortega 1996, Ortega 2014)



RENDIMIENTO TOTAL DE FORRAJE DE TRÉBOL ROSADO EN MEZCLA CON BALLICA PERENNE EN EL TERCER AÑO

(promedio 8 cultivares, Ortega 1996)





FENOTIPEO DE RAÍCES



Mesocosmo



Mini rhizotron



Two pothographs of each root +

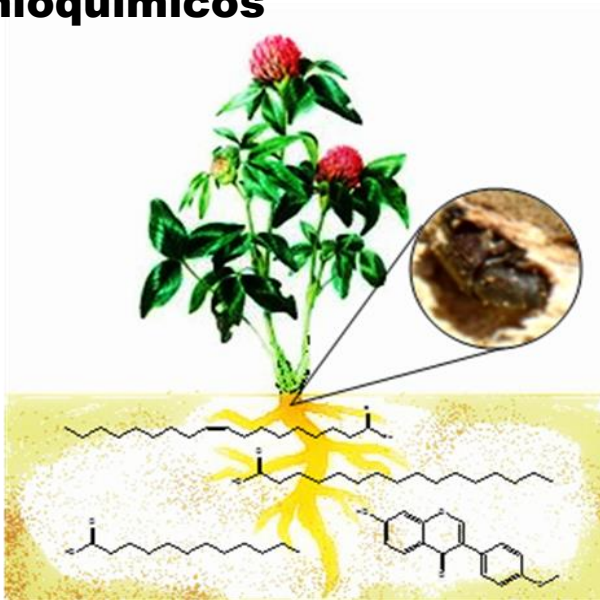
WinRHIZO

Screening para niveles hídricos

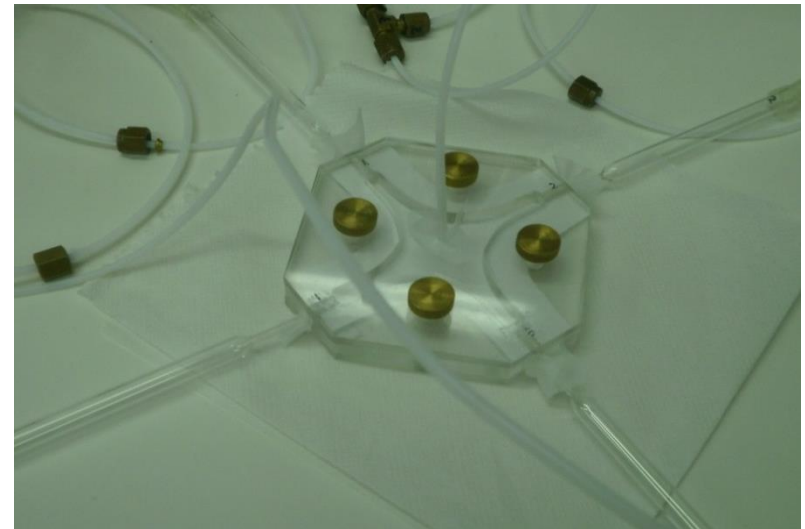




Metabolitos secundarios, Interacción Planta & Insecto por semioquímicos

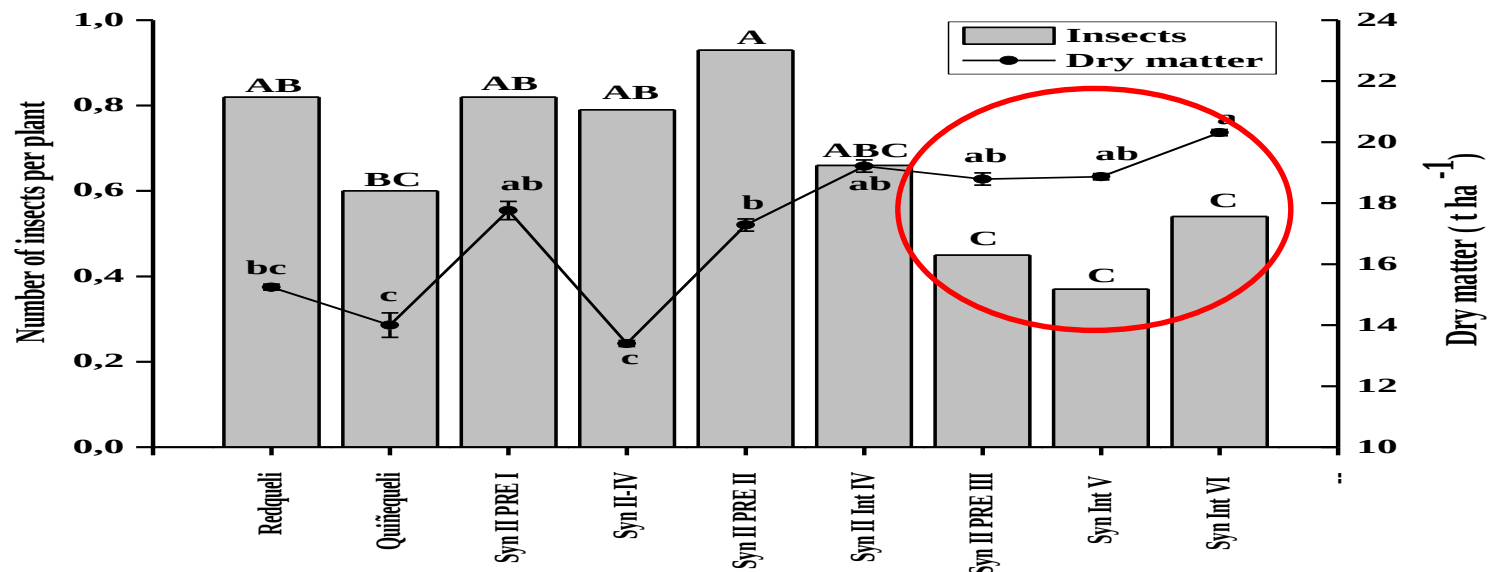


Volatiles-Olf.
Fatty acids-Olf + contact
Other Sec.metabolites



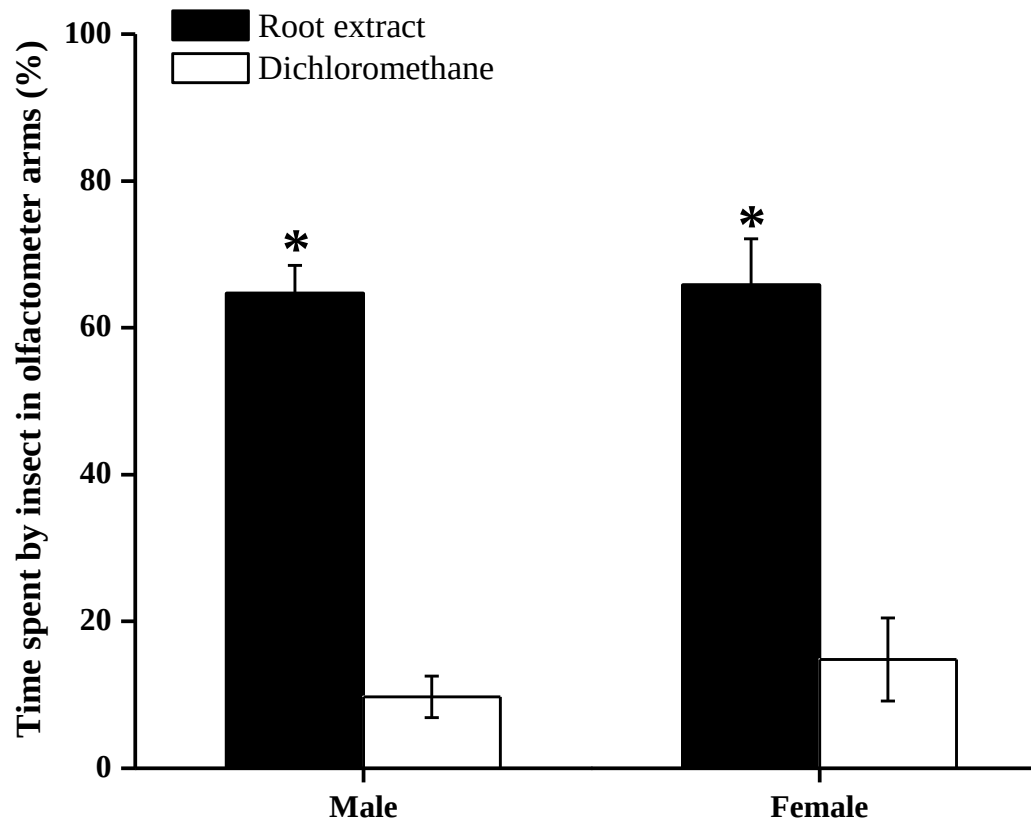
Olfatometro (T/C Index)

FORAGE YIELD OF RED CLOVER IN TWO SEASONS AND NUMBER OF INDIVIDUALS OF *Hylastinus obscurus* (#/plant). INIA Carillanca, Chile. (I) trial sown in 2007. Alarcón *et al.* 2010.



Different letters for forage yield indicate significant differences, ANOVA and Duncan (p=5%); number of individuals Friedman and Conover-Inman (P=5%).

OLFACTORY RESPONSE OF MALE AND FEMALE OF *H. obscurus* TO 9-MO-OLD RED CLOVER ROOT EXTRACT AND DICHLOROMETHANE CONTROL (Manosalva *et al.* 2011)



*** Significantly different from control based on the Wilcoxon test ($P < 0.05$). Male, $n = 9$; Female, $n = 6$.**

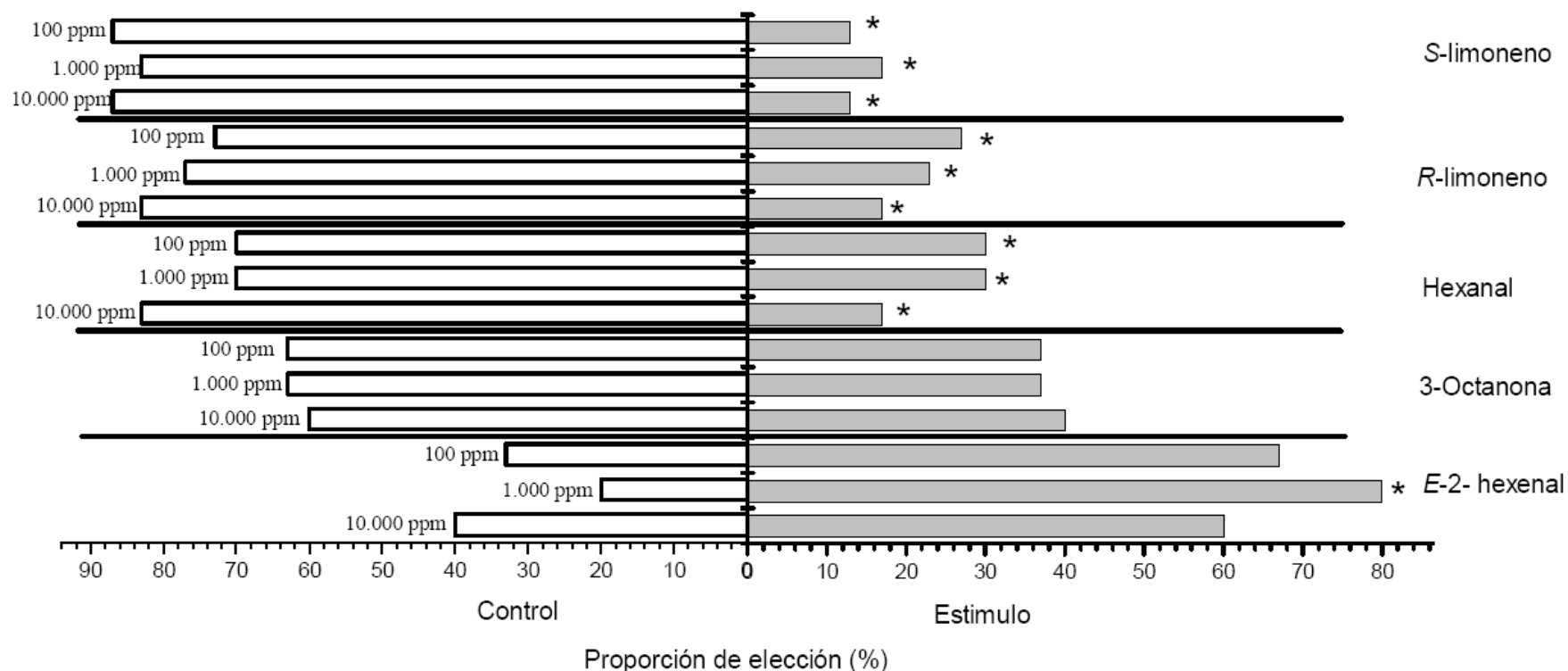
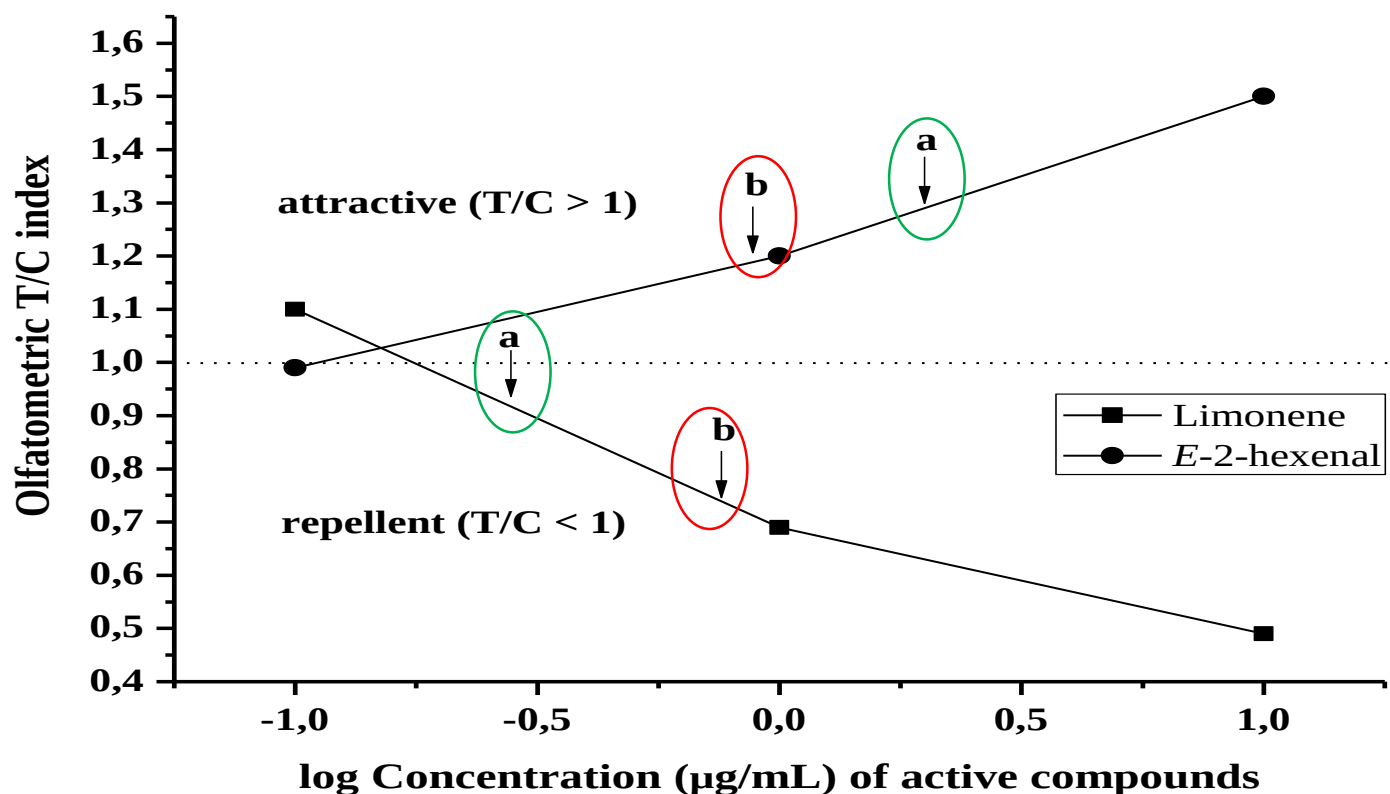


Figura 3. Proporción de individuos (%) que escogieron uno de los brazos en las olfatometrías en tubo Y, frente a los distintos compuestos y concentraciones ensayadas. Asteriscos al costado de las barras indican diferencias significativas en las frecuencias de tratamientos y control para cada dosis del compuesto indicado según prueba χ^2 ($p < 0,05$).

OLFACTOMETRIC T/C INDEX VS. LOG CONCENTRATION OF PURE SYNTHETIC COMPOUNDS (0.1 mg/mL, 1 mg/mL and 10 mg/mL). Adaptado de Tapia *et al.* 2007, Proyecto FONDECYT



(a) log Concentration of compounds in 1.5-year-old root extracts. (b) log Concentration of compounds in 2.5-year-old root extracts.

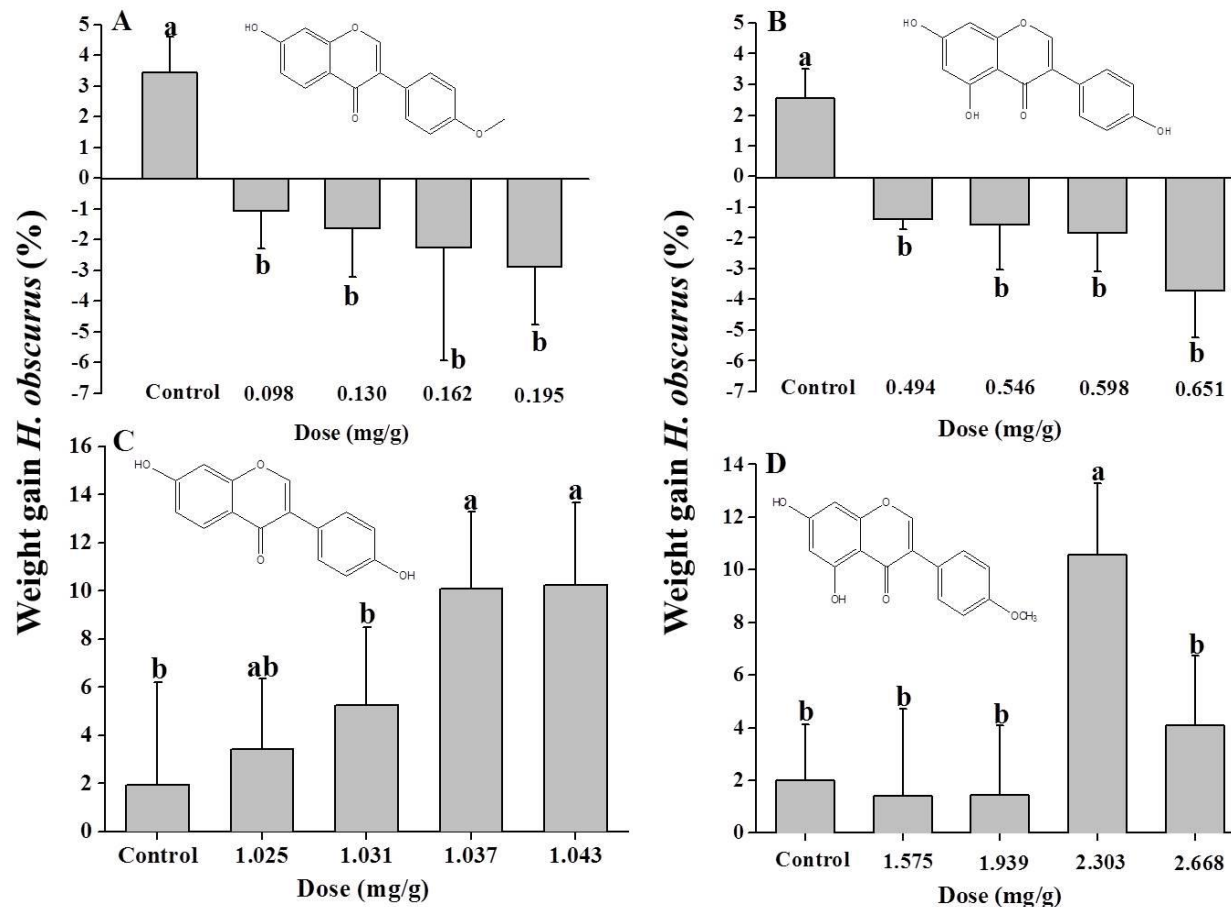


Figure 1. Weight increase (%) of *Hylastinus obscurus* feeding bioassays using artificial diet. Treatment: **A) formononetin** (0.098, 0.130, 0.1626 and 0.195 mg/g), **B) genistein** (0.494, 0.546, 0.598 and 0.651 mg/g), **C) daidzein** (1.025, 1.031, 1.037 and 1.043 mg/g) and **D) biochanin A** (1.575, 1.939, 2.303 and 2.668 mg/g). Control = artificial diet. Different letters indicates significant differences between treatment and control by the non-parametric Kruskal-Wallis test followed by Conover-Inman test. Quiroz *et al.* 2017.



ALGUNAS CONCLUSIONES

- **Dependiendo del ambiente, edad y manejo de la pastura de Trébol Rosado, hay una correlación positiva y significativa entre densidad poblacional y rendimiento de forraje.**
- **El método recurrente de selección entre y dentro de familias de medios hermanos (selección geno-fenotípica), evaluando al mismo tiempo las familias como pastura densa y planta espaciada, ha sido muy exitoso en nuestro programa de mejoramiento genético.**
- **Dependiendo del ambiente, la ganancia genética observada para rendimiento de forraje en 3 a 4 años (persistencia) ha sido entre 0.8 y 2.6 % /año.**
- **Por otro lado, la investigación en semioquímicos de la planta y su interacción con *Hylastinus obscurus* puede fortalecer los resultados de nuestro programa de mejoramiento genético; sin embargo, siempre se debe considerar la complejidad de la persistencia como objetivo de mejoramiento genético en forrajeras.**

FITOMEJORAMIENTO DE FORRAJERAS EN INIA CARILLANCA AL 2019

T. ROSADO



BROMO



BALLICA PERENNE & T.BLANCO





MUCHAS GRACIAS



**AGRADECIMIENTO AL FINANCIAMIENTO
INIA (500302-70) Y A PROYECTOS
FONDECYT 1020297, 1070270, 1100812,
11130715, 1141245 Y 1181697**

