

FITOMEJORAMIENTO DE TRÉBOL ROSADO (*Trifolium pratense* L.) II. COMPORTAMIENTO DE UNA PRUEBA DE PROGENIES Y SUS RELACIONES CON EL BLOQUE DE POLICRUZAMIENTO¹

Red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding II. A polycross progeny test behavior and its relationship with the polycross block

Fernando Ortega K.², Rafael Galdames G.² y Alfonso Aguilera P.²

SUMMARY

The experiment was carried out at Carillanca Experimental Station (INIA), Temuco, Chile, and it is part of a red clover (*Trifolium pratense* L.) breeding project. The aim of the project is to release cultivars with better survival of plants, forage yield and persistence than the national cultivar Quiñequeli. A polycross block (BPC) and polycross progeny test (TDP) were performed. This paper presents the information obtained in three seasons of evaluation (1990/91 to 1992/93) of 54 progenies, utilizing Quiñequeli as a control, and the relations between the BPC and the TDP.

The average accumulated mortality at the end of the first, second and third seasons was 15.7, 35.3 and 70.1%, respectively. The final mortality of Quiñequeli (88.2%) was higher than in the progenies. The powdery mildew (*Erysiphe trifolii* Grev.) severity was 33 and 18% for the first and second seasons, respectively, and it did not have negative correlations with productive parameters ($P > 0.05$). Average dry matter yield for each season was 35.0, 35.0 and 33.4 g/plant and from the second season onwards Quiñequeli had significant ($P < 0.01$) lower yield than most of the progenies. The estimated narrow-sense heritability for mortality was 20% while for powdery mildew it was 50%. The breeding methodology utilized is specially suitable for low heritability characters like mortality and forage yield.

Key words: *Trifolium pratense* L., red clover breeding, mortality, polycross progeny test, heritability, synthetics.

INTRODUCCIÓN

En la primera parte de la publicación de Ortega, Galdames y Aguilera (1993), se analizó la información obtenida durante dos años de evaluación del bloque de policruzamiento (BPC). En esta segunda parte, se analiza el comportamiento durante tres temporadas (1990/91 a 1992/93) del test de progenies de policruzamiento (TDP) y las relaciones entre el TDP y el BPC.

Los objetivos de esta etapa fueron:

- Evaluar el comportamiento de las progenies en relación al cultivar Quiñequeli utilizado como testigo.

- Relacionar las variables evaluadas en el BPC y el TDP.
- Seleccionar aquellas progenies y/o plantas madres de mejor comportamiento para crear cultivar(es).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los detalles sobre el sistema de mejoramiento, ubicación y metodología empleada en el BPC se indicaron en el capítulo correspondiente de la parte I (Ortega *et al.*, 1993).

La semilla cosechada en el bloque de policruzamiento se utilizó para efectuar la prueba de progenies. Los 55 tratamientos (54 progenies y Quiñequeli) fueron sembrados el 14 de abril de 1990 en un suelo de transición entre Andisol y Ultisol y sin disponibilidad de agua de riego, en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se utilizó una dosis de

¹Recepción de originales: 25 de octubre de 1993.

²Centro Regional de Investigación Carillanca (INIA), Casilla 58-D, Temuco, Chile.

semilla equivalente a 10 kg/ha y en el transcurso de los primeros meses del ensayo se homogenizó la población a objeto de tener una población inicial de 10 plantas por metro lineal en cada progenie. La siembra se hizo en líneas distanciadas a 20 cm; la semilla se inoculó con una solución que incluía el *Rhizobium* específico, goma arábiga y carbonato de calcio. Al establecimiento se fertilizó con 39 kg/ha de P y 42 kg/ha de K. La fertilización de mantención fue en 1991 de 22 y 166 kg/ha de P y K, respectivamente y en 1992 de 75 kg/ha de K. Adicionalmente en 1992 se aplicaron 1.320 kg/ha de CaO.

El control de malezas se realizó con una aplicación de Trifluralina (720 g/ha) presiembra incorporado. En la segunda temporada se aplicó Bentazon (720 g/ha) + MCPA (750 g/ha) y posteriormente se realizó control manual de malezas.

Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

- Mortalidad. Se expresó como el porcentaje de plantas muertas en relación a la población inicial de cada progenie al inicio del ensayo. Se evaluó al inicio y término de cada temporada.
- Severidad de oidio (*Erysiphe trifolii* Grev.) y virosis. Se evaluó visualmente la sintomatología atribuible a oidio y virosis, utilizando una escala porcentual, donde 0% representó ausencia de síntomas y 100% la totalidad del follaje afectado por la enfermedad.
- Rendimiento de materia seca (g/planta). Se evaluó el rendimiento de forraje en 10 plantas por cada tratamiento y repetición. La pradera se cortó cuando tenía 20-30% de flor o una altura de 40-60 cm, dejando un residuo de 5 a 7 cm. El número de cortes realizados fue de 2, 3 y 3 en la primera a tercera temporadas, respectivamente.
- Fecha de inicio y 50% de floración. Se evaluó en la primera y tercera temporadas y se expresaron como número de días a partir del 01 de diciembre. Para dicho fin, en la primera temporada se rezagó la mitad de la parcela a partir del 07.11.90, en tanto que en la tercera temporada a partir del 28.12.92.
- Número de internudos del tallo principal. Se evaluó en la primera temporada, contando el número de internudos de 10 tallos en cada tratamiento y repetición.
- Rendimiento de semilla (g/planta). En la tercera temporada se evaluó el rendimiento de tres plantas por tratamiento y repetición. Para producir semilla se rezagó la mitad de cada parcela a partir del 28.12.92.

Para todas las variables evaluadas en el TDP se hizo un análisis descriptivo y se estudiaron las correlaciones lineales simples entre ellas. Adicionalmente, las variables de mortalidad, rendimiento de forraje y rendimiento de semilla fueron analizadas estadísticamente mediante análisis de varianza y comparación entre las medias, mediante Diferencias Significativas Mínimas (DSM) al 5% de probabilidad. Entre las variables homónimas evaluadas en el BPC y TDP se hicieron correlaciones lineales simples. Para aquellas que fueron significativas se realizaron regresiones lineales simples (Draper y Smith, 1966), para estimar la heredabilidad del carácter en sentido estrecho según metodología propuesta por Lush, citado por Fehr (1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comportamiento de la prueba de progenies

La mortalidad promedio acumulada al término de la primera, segunda y tercera temporadas fue de 15,7, 35,3 y 70,1%. A partir de la segunda temporada se obtuvieron diferencias significativas ($P < 0,01$) y Quiñequeli presentó mayor mortalidad que todas las progenies evaluadas. El rendimiento promedio de forraje fue de 35,0, 35,0 y 33,4 g m.s./planta para la primera a tercera temporadas, respectivamente. En la primera temporada no se registraron diferencias significativas en rendimiento de forraje mientras que en la segunda y tercera temporadas hubo diferencias significativas ($P < 0,01$), siendo Quiñequeli inferior a la mayor parte de las progenies. El rendimiento acumulado promedio de tres temporadas alcanzó a 103,4 g m.s./planta y fluctuó entre 72,4 y 135,2 g m.s./planta; nuevamente Quiñequeli se ubicó entre aquellos de menor rendimiento y fue superado significativamente ($P < 0,01$) por 21 de las progenies evaluadas. Por otro lado, el rendimiento promedio de semilla alcanzó a 7,1 g/planta y en esta variable no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las progenies (Cuadro 1).

La enfermedad de mayor severidad fue oidio. En la temporada 1990/91 ésta alcanzó en promedio a 15,5% y fluctuó entre 0,3 y 56,7%. En tanto que en la temporada 1991/92 se elevó a 19,3% y fluctuó entre 1,7 y 48,3%. En la tercera temporada la severidad fue muy baja; razón por la cual la variable no se pudo evaluar. La severidad promedio de virosis se incrementó en el transcurso del ensayo. En la primera temporada no se detectaron progenies afectadas por virosis. En tanto que para la segunda y tercera temporadas, ésta fue en promedio de 0,4 y 14,6%, respectivamente (Cuadro 1).

CUADRO 1. Resumen de las variables evaluadas en la prueba de progenies de trébol rosado**TABLE 1. Summary of the parameters evaluated in the red clover polycross progeny test**

Variable	Promedio	Min.	Max.	Quiñequeli	Signif ¹ .
Mortalidad (%)					
1990/91	15,7	8,2	26,1	17,0	N.S.
Invierno 1991	7,4	0,2	12,8	11,3	N.S.
1991/92	12,2	0,9	28,7	28,7	1%
Invierno 1992	10,7	0,0	25,9	16,2	1%
1992/93	24,1	15,0	33,4	15,0	N.S.
Acumulada 1990/93	70,1	45,1	88,2	88,2	1%
Rendimiento de forraje (g m.s./planta)					
1990/91	35,0	23,4	58,0	25,6	N.S.
1991/92	35,0	23,9	48,9	24,2	1%
1992/93	33,4	25,1	47,4	29,0	5%
Acumulado 1990/93	103,4	72,4	135,2	78,8	1%
Rendimiento de semilla (g/planta)					
1992/93	7,1	2,2	11,3	7,1	N.S.
Severidad oidio (%)					
1990/91	15,5	0,3	56,7	25,0	
1991/92	19,3	1,7	48,3	18,7	
Severidad de virosis (%)					
1991/92	0,4	0,0	10,0	0,0	
1992/93	14,6	6,7	24,0	24,0	
Floración (días a partir del 01 dic.)					
Inicio 1990/91	24,9	18,0	34,0	28,4	
50% 1990/91	48,7	31,0	58,0	48,2	
Inicio 1992/93	30,7	29,0	37,0	32,2	
50% 1992/93	54,9	46,0	60,0	55,0	
Número de internudos					
1990/91	10,7	9,4	11,7	10,4	

¹Indica la significancia estadística según ANDEVA, entre todas las progenies y Quiñequeli.

La floración se inició, en promedio, a los 24,9 y 30,7 días (contados a partir del 01 de diciembre) en la primera y tercera temporadas, en tanto que el 50% de floración se alcanzó a los 48,7 y 54,9 días. En las dos temporadas Quiñequeli inició su floración ligeramente más tarde que el promedio, pero dicha diferencia no existió al 50% de floración. El número de internudos del tallo principal fluctuó entre 9,4 y 11,7, siendo su promedio de 10,7. Quiñequeli se ubicó dentro del rango medio de número de internudos, lo que concuerda con las evaluaciones de floración (Cuadro 1).

En términos generales, se observó que todas las progenies presentaron menor mortalidad que Quiñequeli, en tanto que gran parte de ellas, lo superó en rendimiento de forraje. El Cuadro 2, resume el comportamiento de nueve progenies que destacaron en relación a Quiñequeli, en alguna(s) de las características evaluadas durante el ensayo. Seleccionando las plantas madres que dieron origen a las mejores progenies (método genotípico), o las mejores plantas dentro de las progenies destacadas (método genofenotípico), se podrán crear cultivares de mejor sobrevivencia de plantas, rendimiento y persistencia que Quiñequeli.

CUADRO 2. Comportamiento de las progenies más sobresalientes en relación a Quiñequeli

TABLE 2. Behaviour of the best progenies compared to Quiñequeli

	Mortalidad 1990/93	Rend. forraje (g m.s./planta)	Rend. semilla (g/planta)	Severidad oidio (%)		Severidad virosis (%)	
				1990/91	1991/92	1991/92	1992/93
H6-1	45,1	125,2	6,7	23,3	23,3	0,0	11,7
PR	58,7	109,8	10,4	1,7	5,0	0,0	15,0
G3-6	59,4	110,9	8,1	10,0	15,0	0,0	15,0
D50	59,9	113,6	8,0	5,3	6,7	0,0	15,0
G4-6	60,1	116,0	8,3	26,7	15,0	1,7	16,7
C1-3	61,9	127,0	6,7	15,0	11,7	0,0	13,3
G4-4	61,9	106,2	8,1	21,7	15,0	1,7	11,7
H5-2	65,9	135,2	6,3	13,7	8,3	1,7	18,3
TR	64,1	107,5	8,4	2,7	1,7	0,0	10,0
QUIÑEQUELI	88,2	78,9	7,1	25,0	18,7	0,0	24,0
Promedio general	70,1	103,4	7,1	15,5	19,3	0,4	14,6
DSM 5%	11,69	25,91	4,69	+	+	+	+

+ Análisis de varianza y separación de medias no efectuados.

Relaciones entre variables evaluadas en la prueba de progenies

La severidad de oidio no estuvo correlacionada en forma negativa con rendimiento de forraje y semilla, ni en forma positiva con mortalidad; la positiva correlación entre la severidad de oidio evaluada en 1990/91 y rendimiento de forraje viene a confirmar que en los rangos de severidad estudiados, la enfermedad no redujo el rendimiento de forraje (Cuadro

3). Al respecto, Ortega *et al.* (1991), y Ortega *et al.* (1993), tampoco encontraron relación entre la incidencia de la enfermedad y las variables productivas mencionadas. Sin embargo, otros antecedentes bibliográficos señalan que ataques severos de oidio pueden reducir la calidad del forraje (Horsfall, citado por Leath, 1985), aspecto no estudiado en este trabajo. La incidencia de virosis fue baja y los niveles presentes no permitieron establecer correlaciones con variables productivas.

CUADRO 3. Correlaciones entre las variables evaluadas en tres temporadas (1990/91 a 1992/93) de la prueba de progenies de policruzamiento

TABLE 3. Correlations between the parameters evaluated in three seasons (1990/91 to 1992/93) of the polycross progeny test

		Oidio (%)		Mortalidad (%)	Inicio floración		50% floración		N° Internudos	Rend. forraje (g m.s./planta)	Rend. semilla (g/planta)
		1990/91	1991/92		1990/91	1992/93	1990/91	1992/93			
Oidio	1990/91	-	+	-0,14	0,30*	0,00	0,19	0,36**	0,18	0,32*	0,10
	1991/92		-	-0,16	0,28*	0,02	0,05	0,48**	0,24	0,11	-0,02
Mortalidad	1990/93			-	0,08	-0,28*	-0,07	-0,08	-0,02	-0,43**	-0,13
Inicio floración	1990/91				-	+	0,32*	0,27*	0,33*	-0,14	-0,23
	1992/93					-	0,24	0,24	0,20	0,02	-0,22
50% floración	1990/91						-	+	0,23	0,07	-0,05
	1992/93							-	0,24	-0,16	-0,45**
N° internudos	1990/91								-	0,07	-0,32*
Rend. forraje	1990/93									-	0,51**
Rend. semilla	1992/93										-

* y ** indican correlaciones significativas al 5 y 1 %, respectivamente.
+ correlaciones no válidas.

La positiva correlación entre rendimiento de forraje y de semilla podría explicarse por vigor de plantas, ya que aquellas plantas más vigorosas tenderían a producir más forraje y semilla (Cuadro 3). Se obtuvo una correlación negativa y significativa entre rendimiento de semilla y 50% de floración, evaluado en la misma temporada, lo que indicaría que los materiales más tardíos en floración tuvieron menor rendimiento de semilla, hecho también descrito por Taylor, Dade y Garrison (1966), y por Ortega *et al.* (1993).

La correlación entre el inicio y el 50% de floración fue positiva y significativa ($P < 0,05$) sólo para la primera temporada y no para la tercera temporada; esto indicaría que la asociación entre las dos variables no es tan estrecha (Cuadro 3). Se evaluó la precocidad de floración y el número de internudos del tallo principal como una forma indirecta de estimar

la primera variable. En la temporada 1990/91 la correlación obtenida entre el número de internudos y el inicio de floración fue positiva y significativa, en tanto que con 50% de floración la correlación no fue significativa (Cuadro 3). Al igual que lo observado por Ortega *et al.* (1993), los valores de correlación son inferiores a los obtenidos por Hawkins (1953), lo que sugiere la necesidad de afinar la metodología de evaluación de la floración y el recuento del número de internudos.

Relaciones entre la prueba de progenies y el bloque de policruzamiento

En la Figura 1 se resume la mortalidad promedio evaluada en el BPC y TDP. La mortalidad acumulada al término de la segunda y tercera temporadas del TDP se correlacionó positiva y significativamente ($P < 0,01$) con la mortalidad acumulada al término de la

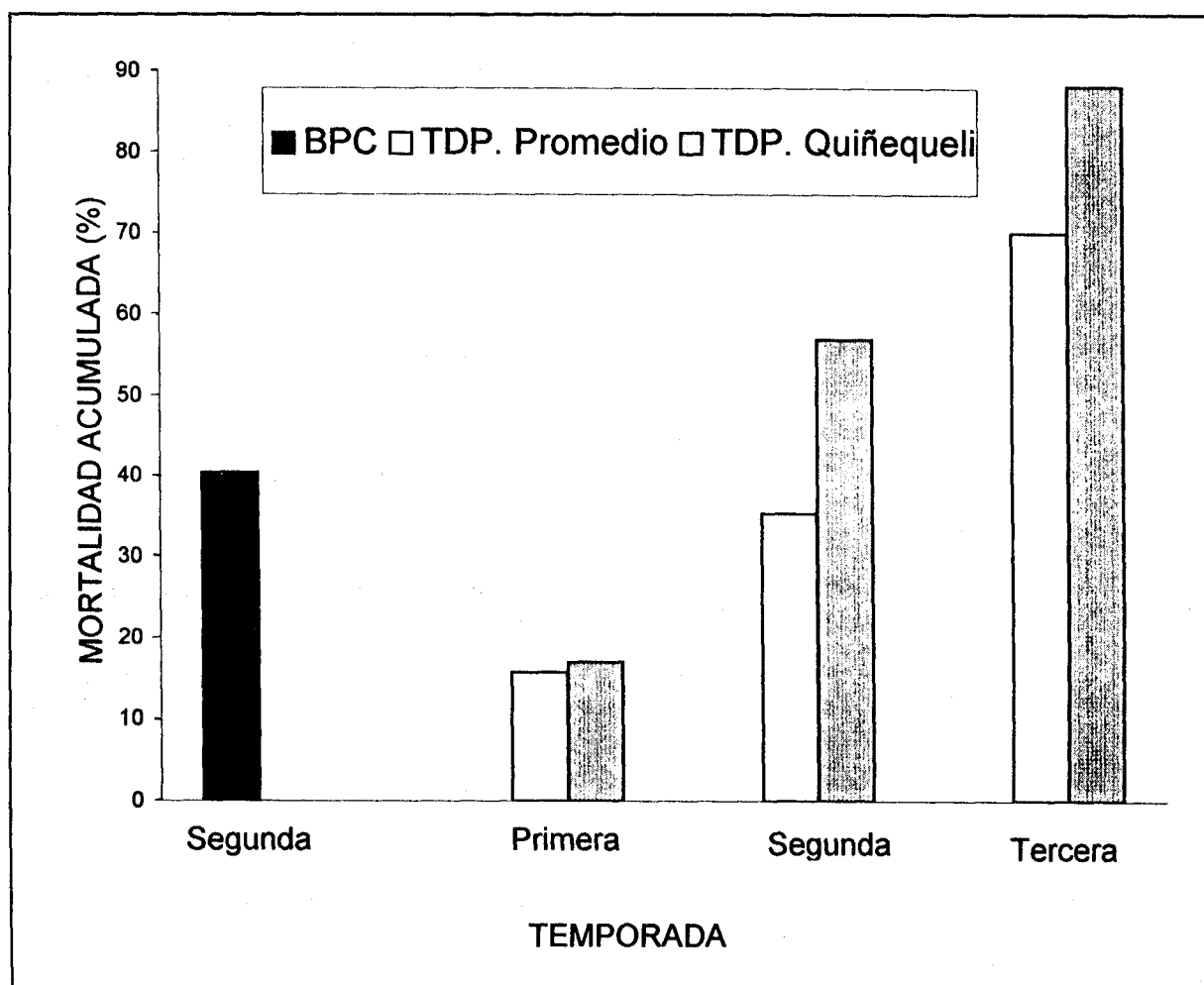


FIGURA 1. Mortalidad acumulada al término de cada temporada en el bloque de policruzamiento (BPC) y su prueba de progenies (TDP).

FIGURE 1. Average accumulated mortality at the end of each season in the polycross block (BPC) and polycross progeny test (TDP).

segunda temporada del BPC. Mediante la regresión lineal simple (Cuadro 4), entre la mortalidad de la segunda temporada del BPC y TDP se estimó una heredabilidad, en sentido estrecho, de 20%. Antecedentes bibliográficos (Anderson, Taylor y Hill, 1974; y Cornelius *et al.*, citados por Taylor, 1987) mencionan que la mortalidad en trébol rosado es controlada por muchos pares de genes de baja heredabilidad (14 a 17% de heredabilidad en sentido estrecho).

CUADRO 4. Coeficientes de regresión para mortalidad y severidad de oidio (*Erysiphe trifolii* Grev.) en el bloque de policruzamiento y su prueba de progenies

TABLE 4. Regression coefficients for mortality and powdery mildew (*Erysiphe trifolii* Grev.) in the polycross block and its progeny test

	Bloque de policruzamiento		
	Mortalidad (%)	Oidio (%)	
		1989/91	1989/90
Test de progenies			
Mortalidad 1990/92	0,102***		
Mortalidad 1990/93	0,109**		
Oidio 1990/91		0,264***	0,250***
Oidio 1991/92		0,324***	0,295***

** y *** indican regresiones significativas al 1 y 0,1%, respectivamente.

En la Figura 2 se resume el rendimiento de forraje promedio evaluado en el BPC y TDP. Los rendimientos obtenidos en el BPC fueron superiores, debido a que se trataba de plantas distanciadas y no de pradera como es el caso del TDP. No se observaron correlaciones significativas entre el rendimiento de forraje evaluado en el BPC y el TDP. Esto se explica porque la heredabilidad de rendimiento de forraje es baja (Anderson *et al.*, 1974; y Cornelius *et al.*, citados por Taylor, 1987). De igual forma, tampoco se obtuvieron correlaciones significativas entre el rendimiento de semilla evaluado en el BPC y el TDP, lo que también se explica por la baja heredabilidad del carácter.

Las correlaciones obtenidas entre la severidad de oidio evaluada en el BPC y TDP fueron positivas y significativas; la regresión lineal simple entre la severidad de oidio evaluado en la temporada 1990/

1991 del BPC y TDP, permitieron estimar una heredabilidad en sentido estrecho de 50%. Al respecto, Stavely y Hanson (1967), señalan que la resistencia a la mayor parte de las razas de oidio es dominante, comandada por un par de genes y de elevada heredabilidad.

El objetivo del proyecto de fitomejoramiento de trébol rosado es mejorar la persistencia en relación a Quiñequeli. La literatura y los resultados de este trabajo indican claramente que persistencia es un carácter de baja heredabilidad. Es por eso, que para su mejoramiento se deben utilizar métodos genotípicos entre los que se encuentra el cruzamiento de plantas seleccionadas en base al comportamiento de sus progenies para formar sintéticos (Cope y Taylor, 1985; Fehr, 1987). Sin embargo, en trébol rosado, este método presenta como inconveniente la dificultad de mantener las plantas madres vivas mientras se evalúan las progenies, razón por la cual Taylor (1987), menciona como alternativa la selección de plantas de las mejores progenies (método llamado de líneas maternas) que es un método genofenotípico. En el proyecto desarrollado en la Estación Experimental Carillanca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, se están siguiendo los dos métodos simultáneamente para crear cultivares mejorados en su persistencia.

CONCLUSIONES

- A partir de la segunda temporada del test de progenie se obtuvieron importantes diferencias entre tratamientos en mortalidad de plantas. Quiñequeli presentó mayor mortalidad de plantas que las progenies evaluadas, al término de la tercera temporada.
- En relación a rendimiento de forraje del test de progenie, Quiñequeli fue superado por gran parte de las progenies.
- Tanto en el bloque de policruzamiento como en el test de progenie, la enfermedad foliar de mayor severidad fue oidio (*Erysiphe trifolii* Grev.). Sin embargo, para los niveles de ataque detectados, no estuvo negativamente correlacionada con variables productivas.
- La heredabilidad en sentido estrecho de mortalidad fue baja. Esto indica que para reducirla a través de mejoramiento se deben utilizar métodos genotípicos o genofenotípicos.

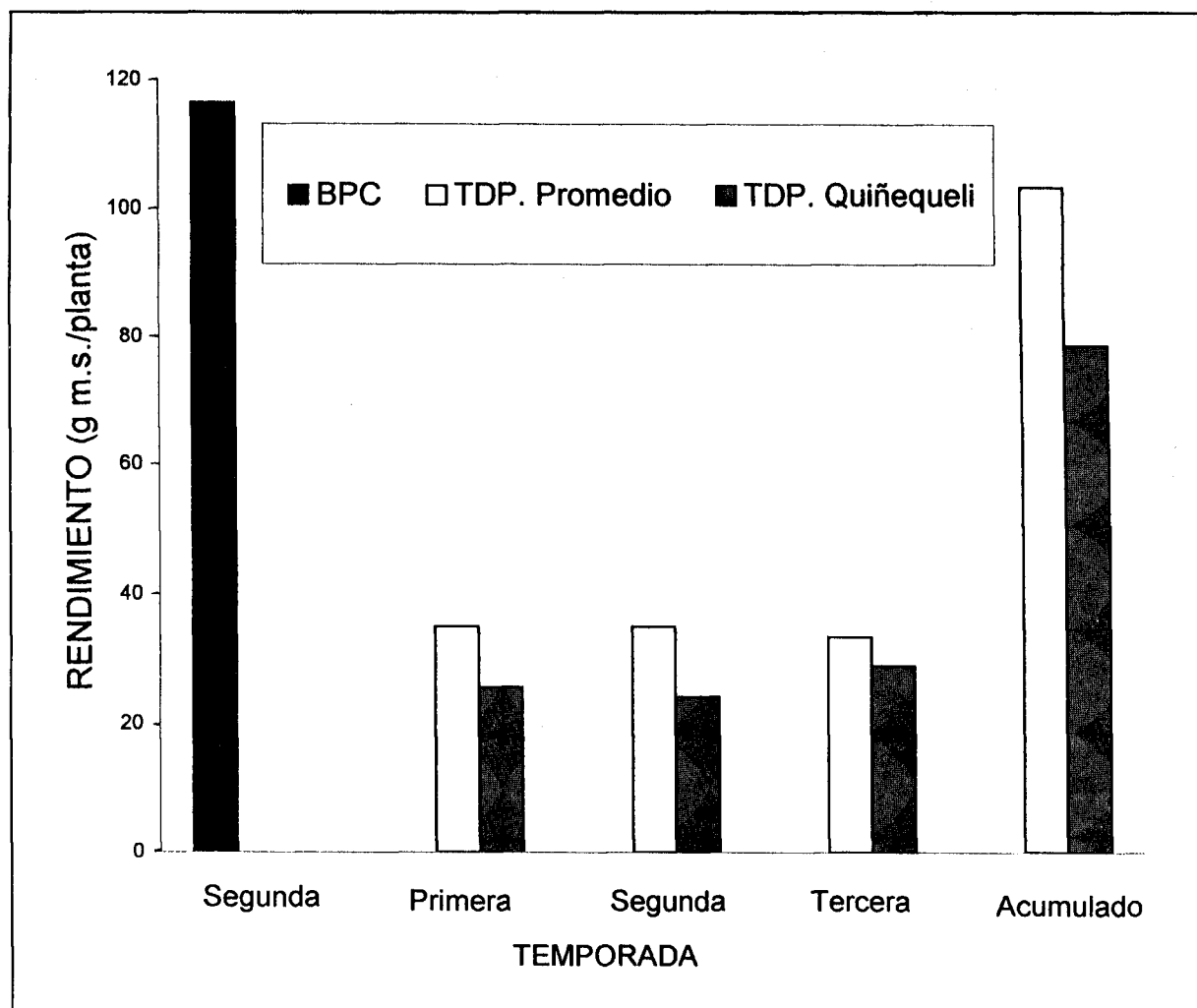


FIGURA 2. Rendimiento de forraje en el bloque de policruzamiento (BPC) y su prueba de progenies (TDP).

FIGURE 2. Dry matter yield in the polycross block (BPC) and polycross progeny test (TDP).

RESUMEN

El trabajo forma parte de un proyecto de Fitomejoramiento de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) que tiene como objetivo fundamental mejorar la sobrevivencia de plantas, rendimiento y persistencia en relación al cultivar Quiñequeli. La metodología de mejoramiento planteada, contempla realizar un bloque de policruzamiento (BPC) y la evaluación de las progenies (TDP) producidas para formar, en una primera etapa, sintéticos. El presente trabajo entrega la información recopilada durante tres temporadas (1990/91 a 1992/93) de evaluación de 54 progenies, utilizando como testigo a Quiñequeli, y las relaciones entre el TDP y el BPC. La mortalidad acumulada promedio al término de la primera, segunda y tercera

temporadas fue de 15,7, 35,3 y 70,1%, respectivamente; en tanto que la mortalidad final de Quiñequeli (88,2%) fue significativamente mayor ($P < 0,01$) a la de todas las progenies. La incidencia promedio de oidio (*Erysiphe trifolii* Grev.) para la primera y segunda temporada fue de 33 y 18%, respectivamente; su incidencia no estuvo negativamente correlacionada con variables productivas ($P > 0,05$). El rendimiento promedio de materia seca en la primera, segunda y tercera temporadas fue de: 35,0; 35,0 y 33,4 g m.s./planta. A partir de la segunda temporada Quiñequeli presentó rendimiento significativamente inferior ($P \leq 0,01$) a la mayor parte de las progenies. Se estimó una heredabilidad en sentido estrecho para morta-

lidad de 20% y para severidad de oidio de 50%. El método de mejoramiento utilizado es apropiado para caracteres de baja heredabilidad como mortalidad.

Palabras claves: *Trifolium pratense* L., mejoramiento de trébol rosado, mortalidad, bloque de policruzamiento, test de progenie, heredabilidad, sintéticos.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, M.K.; TAYLOR, N.L. and HILL, R.R. 1974. Combining ability in F_0 single crosses of red clover. *Crop Science* 14(3): 417-419.
- COPE, W.A. and TAYLOR, N.L. 1985. Breeding and Genetics. In: Taylor, N.L. (ed.). *Clover Science and Technology*. Agronomy Series 25: 235-268.
- DRAPER, N.R. and SMITH, H. 1966. *Applied regression analysis*. 2nd edition. New York, USA. 709 p.
- FEHR, W.R. 1987. Principles of cultivar development. I. Theory and Technique. Macmillan Publishing Company, New York, EE.UU. 536 p.
- HAWKINS, R.P. 1953. Investigations on local strains of herbage plants. II types of red clover and their identification. *Journal of British Grassland Soc.* 8: 213-238.
- LEATH, K.T. 1985. General diseases. In: Taylor, N.L. (ed.). *Clover Science and Technology*. Agronomy Series 25: 205-233.
- ORTEGA K., FERNANDO, ROMERO Y., ORIELLA y GALDAMES G., RAFAEL. 1991. Evaluación de cultivares de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.) en la IX Región. *Agricultura Técnica* (Chile) 51: 138-144.
- ORTEGA K., FERNANDO, GALDAMES G., RAFAEL y AGUILERA P., ALFONSO. 1993. Fitomejoramiento de trébol rosado (*Trifolium pratense* L.). I. Evaluación clonal de un bloque de policruzamiento. *Agricultura Técnica* (Chile) 53: 291-297.
- STAVELY, J.R. and HANSON, E.W. 1967. Genetics of resistance to *Erysiphe polygoni* in *Trifolium pratense*. *Phytopathology* 57: 193-197.
- TAYLOR, N.L.; DADE, E. and GARRISON, C.S. 1966. Factors involved in seed production of red clover clones and their Polycross Progenies at two diverse locations. *Crop Science* 6: 535-538.
- TAYLOR, N.L. 1987. Forage legumes. In: Fehr, W.R. (ed.). Principles of cultivar development. II. *Crop Species*. Macmillan Publishing Company, New York, USA. p.: 209-248.