

Estudio comparativo de diez ecotipos españoles IFIE de trébol subterráneo y el cultivar Mount Barker

J.M. MONTOYA OLIVER

I.N.I.A. CRIDA-06 (Tajo). Departamento Forestal

RESUMEN

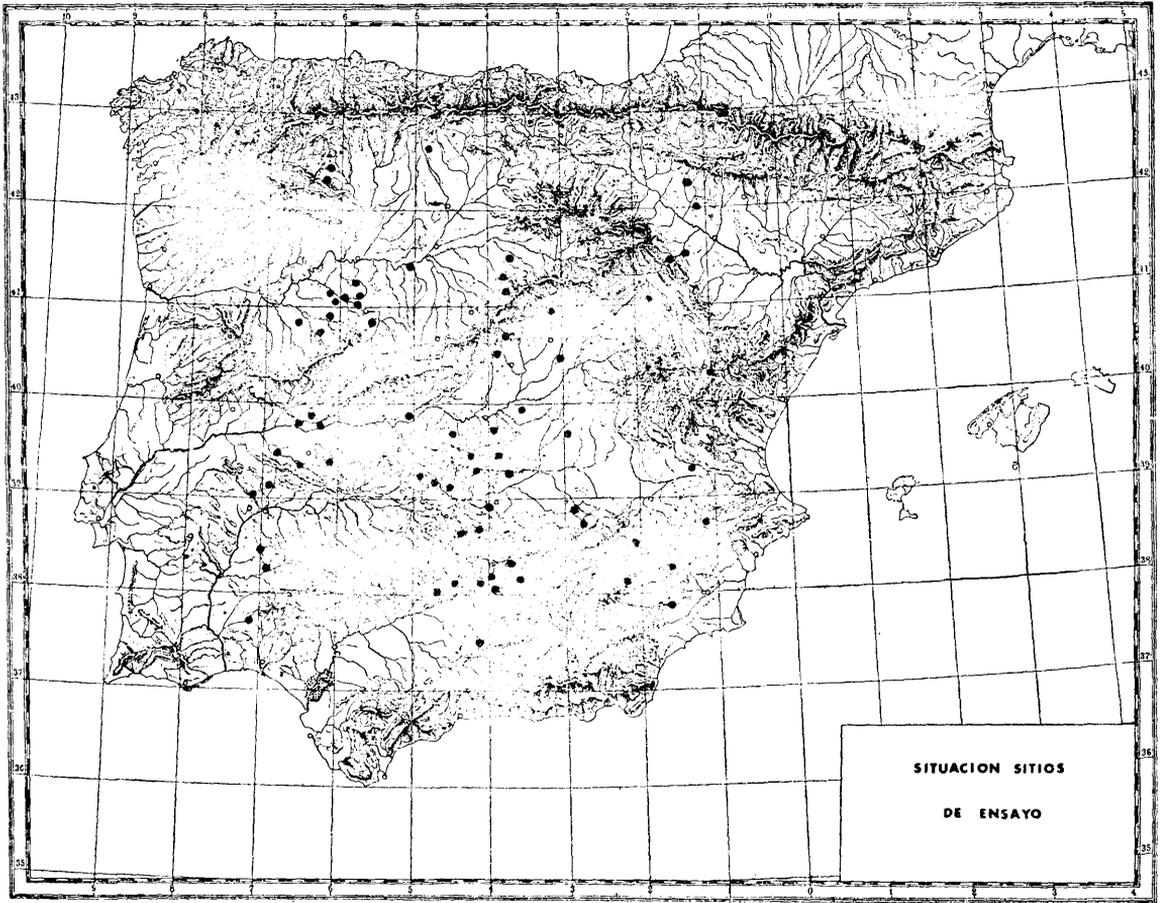
En este trabajo se presentan los resultados de experiencias comparativas entre diez ecotipos españoles de trébol subterráneo y el cv. Mount Barker. Los diez ecotipos fueron seleccionados por el I.F.I.E. tras los resultados obtenidos en 74 sitios de ensayos en 14 provincias durante cinco años y una experiencia comparativa posterior de ellos con siete cultivares australianos que duró diez años.

En experiencias de campo sobre plantas aisladas se ha determinado el aumento del número de hojas en los cien primeros días y del diámetro desde esta fase al agostamiento, así como la evolución de la floración, fructificación y agostamiento, clasificando a los ecotipos y al cv. Mount Barker de acuerdo con ello. Se ha encontrado, además, una explicación a la mayor persistencia de los ecotipos españoles y a su elevado porcentaje de semillas duras.

En ensayos sobre plantas cultivadas en macetas se determinó el tamaño de plantas con iluminación normal y con una disminución del 50 %, condición frecuente en los montes adehesados. También se ha determinado el efecto de temperatura de 45° C y en una escala de —3° C a —7° C, así como el del encharcamiento durante noventa días, ordenando a los diez ecotipos y al cv. Mount Barker de acuerdo con su comportamiento y resistencia. Los resultados del tamaño de plantas cultivadas en macetas con iluminación normal evaluados en peso de materia seca ordenan a los ecotipos y al cv. Mount Barker del mismo modo que el de su producción en la experiencia comparativa de selección durante diez años en el I.F.I.E. en parcelas de campo; lo que parece pueda ser un método fiable para una comparación rápida de producciones relativas entre ecotipos y cultivares de esta especie, previa a ensayos de campo.

INTRODUCCIÓN

Los ecotipos españoles de *Trifolium subterraneum* utilizados en este estudio han sido obtenidos en un trabajo de selección, efectuado en el período 1962-66 por el antiguo Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias (I.F.I.E.), en colaboración con el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, que financiaba el trabajo. Este abarcó el estudio de 55 géneros diferentes, con 140 especies y más de 600 ecotipos. Entre las citadas 140 es-



pecies se encontraba el *Trifolium subterraneum* L., representado por 30 posibles ecotipos obtenidos por agrupación y simplificación de 100 orígenes. Estos ecotipos fueron comparados entre sí por grupos formados según sus presuntas aptitudes, en un total de 74 sitios de ensayo, situados en diferentes loca-

lidades de las provincias de Albacete, Badajoz, Cáceres, Ciudad Real, Cuenca, Córdoba, Guadalajara, León, Palencia, Salamanca, Segovia, Teruel, Toledo y Zaragoza. Los 74 sitios de ensayo establecidos abarcaban suelos de tipo y textura muy diferentes y climatologías también muy variadas. El estudio sobre estos 74 sitios de ensayo tuvo un carácter preliminar concretándose fundamentalmente en la valoración comparativa de la producción, adaptación y persistencia de las especies. Sus resultados se han publicado, GARCÍA SALMERÓN y colab. (1966). Se adjunta mapa de localización de los 74 sitios de ensayo.

Posteriormente, la Sección de Selvicultura y Pastizales del I.F.I.E. se encargó de continuar la experimentación (ALLÚE, GONZÁLEZ ALDAMA, 1966-67), centrándola sobre los trece ecotipos que se habían revelado como más interesantes, y comparándolos con siete cultivares australianos de la especie, según diversos aspectos: producción, persistencia, resistencia al pastoreo, biometría, etcétera. Todo ello en un sitio de ensayo localizado en Alcalá de Henares (Madrid).

Los taxones y cultivares por ellos ensayados fueron los siguientes:

CLAVE I.F.I.E.	PROCEDENCIA
A-1 Tallarook	Australia
A-2 Howard	Australia
A-3 Clare	Australia
A-4 Mount Barker	Australia
A-5 Geraldton	Australia
A-6 Woogenellup	Australia
A-7 Yarloop	Australia
BA-1	Alburquerque
BA-3 (*)	Bercial
BA-5 (*)	Alange
BA-7 (*)	Puebla de la Reina
BA-8 (*)	Puebla de la Reina
BA-10 (*)	Castuera-Zalamea
BA-11 (*)	La Haba
CC-2 (*)	Grimaldo
CC-4 (*)	Aliseda
CR-3 (*)	Almodóvar
CR-5 (*)	Fuencaliente
SA-1	Guijuelo
SA-2	Béjar

Los resultados de esta experiencia comparativa, en la que se encontraron ecotipos altamente persistentes y productivos y otros resistentes a la cal y al frío, ratificaron la calidad de los ecotipos españoles de trébol subterráneo, calidad que había ya sido apuntada por diversos autores (CEBALLOS, CRESPO, MALATO y MONSERRAT).

En el estudio que aquí se presenta sólo se ha hecho intervenir a los diez ecotipos de mayor producción entre los trece que se compararon en Alcalá de Henares, y que figuran en la lista anterior con un asterisco. Estos diez fueron comparados entre sí, y con el cultivar australiano *Mount Barker*, que se tomó como referencia por ser muy empleado en España.

En la tabla 1 se resumen las características de clima y suelo de los lugares de origen de estos ecotipos.

TABLA NUM. 1

TIPOS DE CLIMAS Y DE SUELOS DE LOS LUGARES DE ORIGEN
DE LOS ECOTIPOS

ECOTIPO	CLIMA (Walter y Allúe) Terminología asimilada a TERÁN	SUELO
BA3. Bercial.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido menos seco, con inviernos cálidos.	Terreno cultivado.
BA5. Alango.	IV (III). Mediterráneo, árido, cálido, de estíos muy secos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.
BA7. Puebla de la Reina.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido, menos seco, con inviernos cálidos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.
BA8. Puebla de la Reina.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido, menos seco, con inviernos cálidos.	Tierra parda meridional sobre rocas metamórficas.
BA10. Castuera-Calamea.	IV7. Mediterráneo, semiárido, moderadamente cálido, seco, de inviernos frescos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas ígneas.
BA11. La Haba.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido menos seco, con inviernos cálidos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas ígneas.
CC2. Grimaldo.	IV(V). Mediterráneo, subhúmedo de tendencia atlántica.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.
CC4. Aliseda.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido menos seco, con inviernos cálidos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.
CR3. Almodóvar.	IV(V). Mediterráneo, subhúmedo de tendencia atlántica.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.
CR5. Fuencaliente.	IV4. Mediterráneo, semiárido, cálido menos seco, con inviernos cálidos.	Tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.

Antes de iniciarse el trabajo experimental se procedió a la determinación de la variedad botánica a que pertenecen estos ecotipos, utilizando la clave de KATZNELSON (1965) con el siguiente resultado:

Ecotipo	ORIGEN	SUBESPECIE	VARIEDAD
BA-3	Bercial	<i>Subterraneum</i>	<i>Subterraneum</i> Katz. et Morley
BA-5	Alange	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
BA-7	Puebla de la Reina	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
BA-8	Puebla de la Reina	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
BA-10	Castuera-Zalamea	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
BA-11	La Haba	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
CC-2	Grimaldo	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
CC-4	Aliseda	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
CR-3	Almodóvar	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
CR-5	Fuencaliente	<i>Brachycalicinum</i>	<i>Flagelliforme</i> Guss.
A-4	<i>Mount-Barker</i>	<i>Subterraneum</i>	<i>Subterraneum</i> Katz. et Morley

EXPERIMENTACIÓN EN EL CAMPO

Su objetivo era el estudio comparativo del crecimiento, floración, fructificación y agostamiento de los diferentes ecotipos, y el sitio de ensayo se localizó en Lanjarón (Granada), con clima de tipo IV₄ WALTER-ALLUÉ (1966): mediterráneo, semiárido, cálido, menos seco, con inviernos cálidos; y sobre tierras pardas meridionales sobre rocas metamórficas.

El ensayo constaba de tres bloques, conteniendo cada uno once filas de diez plantas. La asignación de un ecotipo a una fila se realizó por sorteo. La distancia entre filas fue de 60 cm., y entre las plantas de una fila, de 50 cm.

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO

Evolución del número de hojas trifoliadas en los primeros cien días

La evolución del número de hojas se expone en la tabla 2. Esta evolución se ajusta muy estrechamente a una parábola de tipo:

$$y = a + bx + bx^2 \quad r = 0,98 \quad \text{significativo al } 99\%$$

No habiéndose visto ningún tipo de influencia de la temperatura sobre esta evolución.

Evolución del diámetro de los cien días hasta el agostamiento

Los resultados de las mediciones realizadas se exponen en la tabla 3.

Los gráficos obtenidos de estos datos tienen la típica forma sigmoide, no habiendo sido posible ajustar ningún tipo de curva matemática a los mismos.

Entre la evolución del diámetro y los factores meteorológicos, sólo ha sido posible establecer un ajuste, el de la temperatura media en el período entre mediciones (cuatro días) y el incremento del diámetro en el mismo período medido en cm. Ajuste del tipo:

$$\log \Delta D = \log a + T \log b$$

Con r significativo al 95 % en todos los ecotipos.

TABLA NUM. 2

EVOLUCION DEL NUMERO DE HOJAS TRIFOLIOLADAS

ECOTIPO	F E C H A S														
	14-12-74	18-12	22-12	26-12	30-12	3-1-75	7-1	13-1	15-1	19-1	22-1	27-1	31-1	4-2	8-2
BA-3	1,56	1,74	2,41	2,67	3,41	4,59	6,07	7,93	8,74	9,56	10,93	13,88	14,92	17,88	25,22
BA-5	1,24	1,45	1,93	2,17	2,93	3,69	4,55	5,89	6,43	7,53	8,96	10,85	12,12	15,38	21,79
BA-7	1,22	1,50	1,96	2,58	2,85	3,65	5,19	6,92	8,52	9,08	10,08	12,08	13,12	15,75	22,35
BA-8	1,11	1,41	1,74	2,24	2,88	3,72	5,04	6,12	7,00	8,00	8,95	11,28	12,24	14,60	19,25
BA-10	1,12	1,40	2,12	2,44	3,08	3,84	5,40	6,92	7,48	8,24	9,38	12,58	13,21	15,96	22,14
BA-11	0,93	1,40	1,83	2,13	2,83	3,57	5,03	6,59	7,07	8,00	9,04	12,08	12,36	15,75	22,35
CC-2	1,03	1,41	1,90	2,31	2,83	3,45	5,22	6,93	7,63	8,54	9,69	11,88	12,54	16,00	22,18
CC-4	1,21	1,43	2,00	2,29	2,93	3,75	5,11	6,46	7,46	8,59	9,52	11,50	12,50	14,96	22,44
CR-3	1,04	1,37	1,74	2,04	2,67	3,07	4,92	5,88	6,92	7,64	8,56	10,14	11,05	13,76	19,38
CR-5	0,9	1,1	1,8	2,2	2,8	3,4	5,0	6,2	6,6	7,8	8,4	10,9	11,8	14,6	20,4
A-4	1,0	1,3	1,8	2,4	2,8	3,8	5,4	6,9	7,1	8,1	8,9	10,7	11,6	14,2	20,6
Días desde la naseencia ..	35	39	43	47	51	55	59	65	67	71	74	79	83	87	91

Naseencia de las plántulas, el día 9-11-74.

TABLA NUM. 3

EVOLUCION DEL DIAMETRO DE CADA PLANTA

FECHA	E C O T I P O											Días desde la naseencia
	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4	
12-2-75	56,5	70,7	65,2	63,3	67,3	68,7	66,4	63,4	63,4	61,4	53,8	101
17-2	63,0	77,0	73,0	70,5	76,9	76,7	73,9	70,2	65,9	67,1	59,3	106
20-2	69,5	89,0	79,5	74,4	82,1	87,0	81,0	73,9	73,9	71,5	62,7	110
25-2	77,1	97,5	87,8	82,8	92,1	97,8	86,4	87,5	82,6	80,0	71,6	114
28-2	81,2	102,2	91,0	86,9	96,0	101,2	91,4	90,9	82,6	85,0	74,8	117
5-3	88,8	110,8	97,5	95,3	105,7	107,2	96,2	98,6	91,7	91,5	79,2	122
8-3	93,3	116,0	104,5	101,9	111,4	114,0	100,7	101,0	94,4	98,8	83,6	125
14-3	109,2	128,8	110,5	109,7	117,8	124,8	108,3	110,5	101,5	110,8	94,8	131
16-3	112,1	131,5	113,9	112,0	121,2	127,2	110,5	113,4	102,9	113,7	96,5	133
19-3	113,2	133,8	115,3	115,0	123,1	130,5	112,4	115,3	104,7	116,5	97,8	136
24-3	120,0	142,0	123,3	121,0	130,2	136,2	117,6	123,0	110,0	120,8	104,0	141
28-3	124,2	150,2	130,3	125,7	138,5	142,9	122,1	129,7	115,0	125,8	106,8	145
1-4	135,2	161,2	147,9	138,7	148,1	153,0	132,8	142,6	123,6	137,8	114,0	149
5-4	156,6	192,8	179,7	175,7	175,6	197,5	174,4	163,5	146,4	174,6	145,6	153
9-4	166,8	208,2	199,4	196,3	188,3	229,7	189,2	173,8	159,6	192,6	161,7	157
13-4	185,8	228,9	217,9	219,6	209,3	257,1	206,7	190,6	180,7	220,6	175,0	161
17-4	216,8	263,4	255,3	261,4	241,0	315,0	239,7	226,8	217,9	265,2	204,7	165
22-4	263,4	310,0	301,2	321,4	282,1	385,0	278,9	275,9	262,9	325,8	251,4	170
26-4	315,8	372,4	361,4	393,5	339,3	469,1	325,3	320,9	312,5	397,8	304,4	174
1-5	342,6	423,0	385,9	413,8	366,2	508,8	354,7	364,0	352,5	427,5	334,7	179
3-5	371,4	467,7	415,9	490,8	399,8	551,8	385,9	385,7	385,7	453,1	356,7	181
12-5	486,7	612,0	622,0	596,4	513,2	647,3	455,4	515,5	452,3	653,7	408,3	190
19-5	602,1	725,0	713,0	694,1	577,7	716,4	532,9	612,3	517,5	789,0	520,8	197
27-5	682,1	804,6	773,0	745,9	665,9	800,9	618,3	681,8	572,0	885,0	603,3	205
2-6	754,6	836,5	851,0	824,5	734,1	852,3	654,6	734,5	594,5	940,7	677,9	210
9-6	784,2	899,0	891,5	921,0	779,5	941,8	684,2	794,5	630,0	956,7	725,0	218
16-6	808,8	1,074,4	950,0	998,9	815,5	880,5	743,0	800,5	645,6	809,5	779,6	225
23-6	878,1	1,045,0	870,7	1,019,2	1,001,7	800,4	876,7	745,0	697,0	925,0	786,8	232
30-6	842,5	1,030,0	892,1	1,013,6	1,020,0	961,2	615,0	733,8	490,0	844,0	785,0	239
9-7	632,5	—	985,0	1,120,0	—	1,017,5	425,0	660,0	610,0	892,5	891,2	248
14-7	—	—	—	—	—	—	423,0	—	—	—	700,0	253
21-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	260

Naseencia de las plántulas, el día 9-11-74.

Este ajuste sólo es válido para el período comprendido desde la iniciación de la floración (primeros de abril) hasta finales de mayo. Período en el que se concentra el 60 % del crecimiento en diámetro, y en el que, como ya es sabido, se concentra la mayor parte de la producción en campo de este trébol.

En el resto de los períodos no ha sido posible encontrar correlación alguna entre el crecimiento en diámetros y los factores meteorológicos estudiados (temperatura máxima, mínima, media, precipitación, horas de sol, horas de luz).

ESTUDIO DE LA FLORACIÓN

Evolución de la floración

La evolución del número medio de flores presentes por planta en cada ecotipo se expone en la tabla 4.

Iniciación de la floración

La iniciación de la floración en cada ecotipo se expone en la tabla 5, siendo de destacar que BA-3 y A-4 tienen floración más temprana que el resto (precisamente son más tempranos los que pertenecen a la variedad *subterraneum*). Los demás no presentan entre sí diferencias significativas en este aspecto.

Relación de la floración con el crecimiento en diámetro

Debe señalarse que el crecimiento en diámetro de todos los ecotipos estudiados fue muy lento, hasta el inicio de la floración.

Con el inicio de la floración se aceleró progresivamente el crecimiento en diámetro, hasta llegar a un máximo un poco antes del máximo de la floración.

Tras el máximo de la floración, el crecimiento decayó rápidamente, pero no se detuvo hasta la muerte de las plantas.

Relación de la floración con el agostamiento

Terminada la floración, las plantas murieron en menos de siete días.

Número de flores por capítulo

En cuanto al número de flores por capítulo, la subespecie *subterraneum* presentó mayoría de capítulos con tres y cuatro flores, y la *brachycalicinum*, con cuatro y cinco. Ver tabla 6.

ESTUDIO DE LA FRUCTIFICACIÓN

El número medio de infrutescencias por planta producidas por cada ecotipo se expone en la tabla 7, y puede observarse que, en general, es mayor en los ecotipos *brachycalicinum*.

TABLA NUM. 4

NUMERO DE CAPITULOS POR PLANTA Y ECOTIPO PRESENTES EN CADA FECHA DE CONTEO

FECHA	E C O T I P O											Días desde la naseencia		
	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4			
5-4	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0,16	153
9-4	0,26	0,05	0,29	0	0,29	0,06	0	0	0,29	0,06	0	0	0,12	157
13-4	1,84	0,42	0,35	0,79	0,43	0,35	0,35	0,50	0,43	0,35	0,43	0,43	0,56	161
17-4	2,84	1,16	1,00	1,29	1,24	2,18	1,24	2,17	0,65	0,93	0,93	0,93	1,24	165
22-4	4,21	1,89	2,41	2,07	2,10	3,18	2,07	2,00	1,24	1,71	1,71	1,71	1,68	170
26-4	8,16	3,37	4,00	3,23	4,76	8,24	3,23	5,00	3,24	3,93	3,93	3,93	4,68	174
1-5	8,47	4,61	5,18	5,08	4,24	7,94	5,08	4,67	3,87	3,57	3,57	3,57	4,96	179
3-5	9,89	5,56	6,65	6,38	4,90	8,88	6,38	4,67	5,40	4,86	4,86	4,86	4,88	181
12-5	25,92	19,42	11,55	14,18	12,45	16,82	14,18	15,58	10,91	8,73	8,73	8,73	18,93	190
19-5	28,00	20,17	15,45	20,91	19,45	22,00	20,91	18,17	16,00	11,80	11,80	11,80	28,13	197
27-5	29,67	17,50	17,36	21,36	20,18	22,09	21,36	18,92	16,00	14,20	14,20	14,20	21,07	205
2-6	13,08	8,60	8,73	4,45	6,36	4,18	4,45	8,17	11,18	7,30	7,30	7,30	9,57	210
9-6	7,00	8,50	4,91	4,70	4,55	3,64	4,70	3,33	8,27	4,78	4,78	4,78	10,00	218
16-6	6,33	4,89	6,55	5,67	3,00	3,00	5,67	2,20	1,50	0,89	0,89	0,89	5,40	225
23-6	1,62	0,71	0,29	0,33	0,33	0,25	0,33	0	0	0	0	0	1,43	232
30-6	0,33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	239
9-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
14-7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	253

TABLA NUM 5

INICIACION DE LA FLORACION
Días medios transcurridos hasta la aparición de la primera flor

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
Días medios	162,6	167,1	168,2	167,6	168,8	166,8	168,2	170,4	167,4	167,0	160,9

Realizando el análisis de varianza, se observó que la experiencia fue sig-nificativa al 95 %. Aplicando la prueba t, obtuvimos que las diferencias superiores a 4,2 días son significativas al 95 %.

TABLA NUM. 6

NUMERO MEDIO DE FLORES POR CAPITULOS

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
Número de flores medio	3,554	4,507	4,507	4,385	4,000	4,340	4,0833	4,2121	3,9767	4,2333	3,6302

Es de destacar que los ecotipos que pertenecen a la subespecie *subterraneum* tienen un menor número de flores por capítulo (aproximadamente, 3,5) que los pertenecientes a la subespecie *brachycalycinum* (aproximadamente, 4-4,5).Diferencia que es significativa al 99 %.

TABLA NUM. 7

NUMERO MEDIO DE INFRUTESCENCIAS POR PLANTA

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
Frutos	310,2	338,4	399,7	418,8	339,4	455,1	318,1	427,7	271,1	501,1	257,0

TABLA NUM. 8

NUMERO DE SEMILLAS POR INFRUTESCENCIA (S/F)

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
S/F	3,20	3,87	3,33	4,00	3,97	4,20	3,97	4,17	3,90	3,23	3,33

Las diferencias mayores de 0,54 son significativas al 95 %.

El número de semillas por infrutescencia madura se expone en la tabla 8 (datos obtenidos a partir de 30 infrutescencias elegidas al azar). También es mayor en general en los ecotipos *brachycalicinum*.

Del mayor número de infrutescencias por planta, y del mayor número de semillas por infrutescencia que presentaron los ecotipos *brachycalicinum*, podemos deducir una de las razones de la mayor persistencia que presentaron en las experiencias de campo, que es su mayor producción de semillas.

ESTUDIO DEL AGOSTAMIENTO

El ser un ecotipo de agostamiento temprano o tardío es una característica de fundamental importancia a la hora de elegir un ecotipo para una siembra.

Para la siembra en lugares en los que normalmente la sequía llega más retrasada, debe elegirse un ecotipo más tardío, todo ello con el fin de permitir completar su ciclo a las plantas antes de la llegada del estío.

La edad media a la que se agostaron los ecotipos se expone en la tabla 9.

El orden de los distintos ecotipos según su agostamiento más o menos temprano es el siguiente:

BA-10, BA-5, CR-5, CC-2, CR-3, BA-8, CC-4, BA-11; BA-7; A-4

Siendo sólo significativamente más tardío el A-4 (*Mount Barker*), cultivar de ciclo medio tardío; lo que permite clasificar al resto de los ecotipos como de ciclo medio.

Teniendo en cuenta la colocación de BA-3 en los últimos puestos, la muerte muy tardía de alguna de sus plantas, el enorme paralelismo que en todo ha mostrado con A-4, el que muy escasas fueron las plantas que llegaron a completar totalmente su ciclo y que las últimas plantas supervivientes fueron de los ecotipos BA-3 y A-4, no parece aventurado el sospechar que con un número mayor de plantas, también BA-3 se hubiera revelado como de agostamiento significativamente más tardío que el resto.

Tradicionalmente se ha dicho que el inicio de la floración y agostamiento están estrechamente relacionados, pues los que florecen primero se agostan siempre primero, y esto hasta el punto de clasificarse los ecotipos como tempranos o tardíos con cualquiera de estos dos criterios.

Sin embargo, en el ensayo, los dos ecotipos de floración más temprana, A-4 y BA-3, fueron los de agostamiento más tardío en relación con el gran grupo central.

Habiéndose formado desde el inicio de la floración dos grupos claramente definidos, unos formado por A-4 y BA-3, y el otro, por el resto; muy diferenciados en su forma general de floración, en su número de flores por capítulo, en sus fechas de agostamiento, e incluso en su coloración previa a la muerte (amarillo-verdosa A-4 y BA-3, pardo-rojiza el resto) y perteneciendo estos grupos a subespecies diferentes, parece que la norma general de estrecha correlación entre inicio de floración y agostamiento se mantiene sólo dentro de los cultivares o ecotipos de cada subespecie o variedad botánica.

De la anterior afirmación, del hecho observado por el I.F.I.E. de que es mejor la persistencia de los ecotipos españoles en relación con los austra-

lianos (cuando éstos se cultivan en nuestro país) y de la mayor abundancia de semillas observadas en los ecotipos españoles durante este estudio, se puede deducir:

Cuando las condiciones climáticas son tales que los pasos invierno-primavera y primavera-verano son tan bruscos que casi desaparece la primavera, como sucede en muchas zonas de España, el trébol subterráneo, para evitar las temperaturas primaverales que por debajo de 4,5°C reducirían su producción de fruto (DONALD), conviene que florezca tarde. Además, debe completar su ciclo pronto, antes de la temprana llegada del verano, para, de este modo, madurar correctamente sus semillas y producir un porcentaje adecuado de semillas duras [DONALD (1959)] que garanticen su persistencia. Esto es precisamente lo que en estas experiencias se ha observado que hacen los ecotipos españoles en estudio, y es la explicación de su superior persistencia, basada en el mayor número de frutos producidos, como ya se ha dicho, pero sobre todo en su mayor porcentaje de semillas duras.

La persistencia que los cultivares australianos muestran en España cuando no ha habido fríos primaverales, y hay lluvias tardías, ratifican estas afirmaciones.

Al pertenecer los cultivares australianos a la subespecie *subterraneum*, excepto *Clare* (*Brachycalycinum*) y *Ycrloop* (*Yanninicum*), debemos deducir la inadecuación de estos cultivares en grandes áreas españolas del trébol subterráneo, inadecuación debida, fundamentalmente, a defectos en su persistencia por mala fructificación. Mala fructificación, más bien, por el escaso porcentaje de semillas duras producidas, que le defenderían de lluvias estivales intempestivas o años malos en que no consiguiera cerrar su ciclo, que por el número total de semillas producidas, que no suele ser muy deficiente. También se deduce la necesidad de determinar cuidadosamente, antes de proceder a la siembra, la subespecie y variedad a que pertenece el trébol subterráneo en la zona, para después elegir un ecotipo bien adaptado a ella, seleccionado por su alta producción como pueden ser los ecotipos españoles aquí presentados, que pueden ser la solución en la mejora de muchos pastizales en que han fracasado ya los cultivares australianos, e incluso por razones de producción en zonas donde han tenido éxito.

Con el fin de facilitar la elección concreta entre estos ecotipos para una siembra, se han realizado también experiencias de laboratorio en macetas cuyos resultados constituyen la segunda parte de este trabajo.

EXPERIMENTACIÓN EN MACETAS

Los diez ecotipos y el cv. *Mount Barker* se distribuyeron en conjuntos de 110 macetas formadas por diez bloques al azar, y colocados en el interior del invernadero de la E.T.S.I. de Montes. Este montaje experimental en bloques al azar vino obligado por la orientación del invernadero, y fue adecuado, pues se observaron diferencias significativas entre bloques.

Se formaron, en total, catorce conjuntos de 110 macetas (1.540 macetas en total), y en cada maceta, tras la germinación, fueron eliminadas todas las plantas nacidas menos la próxima al centro.

Entre las diferentes pruebas y tomas de datos realizadas, destacaremos las siguientes:

TABLA NUM. 9

EDAD MEDIA DE AGOSTAMIENTO DE CADA ECOTIPO

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
D.M.	242,0	235,0	243,1	238,5	234,9	240,6	237,0	239,4	238,0	236,4	250,1
N	12	12	11	11	11	11	12	11	10	15	12

N = Número de plantas que llegaron a completar totalmente su ciclo.

Realizado el análisis de la varianza se observa que la experiencia es significativa al 95 %.

Realizada la prueba "t" sólo se observa que es significativamente más tardío al 95 % el cultivar *Mount-Barker* que los ecotipos BA-8, BA-10, BA-11, CC-2, CC-4, CR-3 y CR-5.

El ser el cultivar *Mount-Barker* de ciclo medio-tardío permite calificar al resto como de ciclo medio.

TABLA NUM. 10

PESO MEDIO POR PLANTA Y ECOTIPO A LOS CIENTO OCHENTA DIAS

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
Peso medio por planta	0,83	1,94	1,70	1,51	0,98	1,13	1,74	1,55	1,43	1,18	0,80
Desviación típica	0,26	0,68	0,64	0,41	0,60	0,69	0,79	0,77	0,66	0,97	0,34

Realizado el análisis de varianza se observa que la experiencia es significativa al 95 %, que los bloques no son homogéneos al 95 %, luego el montaje en bloques de la experiencia fue el adecuado y que las diferencias entre pesos medios por planta mayores de 0,33 son significativas al 95 %.

TABLA NUM. 11

PESO MEDIO POR PLANTA Y ECOTIPO CON SOMBRA ARTIFICIAL

Ecotipo	BA-3	BA-5	BA-7	BA-8	BA-10	BA-11	CC-2	CC-4	CR-3	CR-5	A-4
Peso medio por planta	0,17	0,28	0,39	0,44	0,24	0,30	0,40	0,26	0,34	0,27	0,24
Desviación típica	0,13	0,34	0,20	0,25	0,20	0,19	0,10	0,11	0,18	0,13	0,21

Realizado el análisis de varianza se observa que la experiencia es significativa al 95 %, que los bloques no son homogéneos al 95 %, luego el montaje en bloques de la experiencia fue el adecuado y que las diferencias entre pesos medios por planta mayores de 0,14 son significativas al 95 %.

TAMAÑO DE PLANTAS

Con iluminación normal

Se evaluó por peso de la materia seca, obtenido en estufa, y producida a los ciento ochenta días de edad por cada planta de las veinte por ecotipo que se tomaron como muestra. Los resultados obtenidos se exponen en la tabla 10 y conducen a la siguiente ordenación entre ecotipos de mayor a menor tamaño de plantas:

BA-5 CC-2 BA-7 CC-4 BA-8 CR-3 CR-5 BA-11 BA-10 BA-3 A-4

Es curiosa y llamativa la coincidencia con la ordenación que, desde el punto de vista productivo, fue conseguida por GONZÁLEZ ALDAMA y ALLUÉ en ensayos comparativos de campo. Existiendo en relación a ésta únicamente el cambio de BA-8 del quinto al tercer lugar, saltándose a BA-7 y CC-4, con los que no mantiene en ninguna de las experiencias antes citadas ninguna diferencia significativa, por lo que el salto observado puede atribuirse al azar.

Esta coincidencia, dada la casi imposibilidad de que sea debida al azar, puesto que existen más de 40.000.000 de posibles ordenaciones, parece que señala un cierto método de conseguir ordenaciones desde el punto de vista productivo a partir de simples cultivos sobre macetas.

Concluiremos recordando, por razones de tipo productivo, los siguientes cinco ecotipos entre los diez estudiados:

BA-5 CC-2 BA-7 CC-4 BA-8

Con sombra artificial

El trébol subterráneo se siembra muchas veces con cereal protector o en pastizales forestales arbolados en forma de dehesa, estando sometido, por tanto, a los efectos de la sombra.

No estando claramente evaluadas las influencias del arbolado sobre el pasto, y pese a que se sabe que los efectos de la sombra del arbolado no son idénticos a los de la sombra artificial, se procedió a la valoración del peso seco medio alcanzado por cada ecotipo a los ciento ochenta días de edad en condiciones de iluminación: un 50 % menores que en el caso anterior.

Para este ensayo se usaron diez repeticiones por ecotipo. Los resultados obtenidos, que se exponen en la tabla 11, conducen a la siguiente ordenación entre ecotipos de mayor tamaño de plantas a menor:

BA-8 CC-2 BA-7 CR-3 BA-11 BA-5 CR-5 CC-4 BA-10 A-4 BA-3

Haciendo la salvedad de que se trata de sombra artificial, haciendo uso de la coincidencia anteriormente indicada, y a falta de mejores datos, parece aconsejable recomendar, desde el punto de vista productivo en zonas de sombra:

BA-8 CC-2 BA-7

Que, además, forman parte de los más productivos con iluminación normal.

EFFECTOS DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS

Los efectos de las temperaturas extremas sobre los distintos ecotipos fueron ensayados con cinco repeticiones por ecotipo en el Phytotrón de la E.T.S.I. de Montes.

Para cada ensayo se utilizaron plantas de edad aproximada a la edad que pueden tener en la naturaleza al encontrarse con estas temperaturas extremas.

Cada planta fue usada en una sola experiencia, y las condiciones anteriores y posteriores al tratamiento fueron homogéneas en todos los casos.

Ensayo a alta temperatura

A 45°C, durante cinco horas, y sobre plantas regadas previamente, no se observó ningún tipo de daños, por lo que, al no ser posible temperaturas superiores en las zonas de empleo de este trébol, podríamos deducir que los daños observados en la época estival deben atribuirse a la sequía, y no a las altas temperaturas; pero debe hacerse la salvedad de que estamos hablando de temperaturas a nivel de caseta meteorológica, no habiendo sido posible simular el efecto del recalentamiento del suelo por los rayos solares, al ser el Phytotrón de la E.T.S.I. de Montes de luz fría.

En cualquier caso queda probado que todos los ecotipos tienen fuerte resistencia a las altas temperaturas.

Ensayos a bajas temperaturas

1. Detención del crecimiento.

Temperaturas constantes de 3, 2 y 0,5°C, en condiciones normales de humedad e iluminación, mantenidas durante cinco días, no consiguieron paralizar el incremento del número de hojas en ningún ecotipo, no observándose diferencias significativas entre ellos bajo este aspecto. Únicamente cabe anotar la desecación de las hojas mayores y la producción de un nuevo tipo de hojas pequeñas y muy pegadas al suelo, adquiriendo la planta una forma aplanada.

El balance final es que, aunque el trébol prosigue su actividad vegetativa, la producción se estanca, como se ha observado ya en los cultivos de este trébol.

2. Daños por heladas.

Las distintas variables que influyen en la resistencia a la helada de una planta, entre las que destacaremos para este caso las condiciones de cultivo, hacen que los datos que se exponen no tengan ningún valor absoluto, y sólo tengan el relativo de ordenar los distintos ecotipos por su resistencia al frío.

Con helada nocturna de cinco horas de duración y humedad relativa 60 %, a los cinco días del ensayo los resultados fueron los siguientes:

- 3°C Todos los ecotipos vivos.
- 4°C Todos los ecotipos vivos.
- 5°C Muere BA-5.
Daños BA-3, BA-7, A-4.
- 6°C Mueren: BA-3, BA-5, BA-7, BA-8, BA-11 y A-4.
Daños CR-3.
Vivos: BA-10, CC-2, CC-4 y CR-5.
- 7°C Todos los ecotipos muertos.

Destacaremos, por tanto, en este aspecto de resistencia a las heladas CC-2 y CC-4, que son, además, altamente productivos. CC-2 es, además del grupo de los más productivos a la sombra, por lo que es el más recomendable en zonas en que el frío obligue a sembrar el trébol subterráneo con cereal protector.

RESISTENCIA AL ENCHARCAMIENTO

Todos los ecotipos ensayados resistieron noventa días de encharcamiento, sin que se observaran diferencias entre ellos; sin embargo, su mal aspecto general, con amarilleamiento y pérdida temprana de las hojas y gran desarrollo de raíces con escasos nódulos, no los hace recomendables para zonas encharcables.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AITKEN, Y., 1955 a: Flower initiation in pasture legumes. Factors affecting flower initiation in *Trifolium subterraneum* L. *Aust. J. Agric. Res.*, 6, 212-44.
- (2) AITKEN, Y., 1955 b: Flower initiation in pasture legumes. II. Geographical implications of cold temperature requirements varieties of *Trifolium subterraneum* L. *Aust. J. Agric. Res.*, 6, 245-57.
- (3) ANGULO, M.D.; SÁNCHEZ DE RIVERA, A.M.^a, y GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F., 1968: The chromosomes of *Trifolium subterraneum* L. *Israel Journal of Botan.*, 17, 155-26.
- (4) ANGULO, M.D., y SÁNCHEZ DE RIVERA, A.M.^a, 1974: Estudio meiótico comparativo en taxones españoles y australianos de *Trifolium subterraneum*. *Pastos*, 4 (1), 5-18.
- (5) ANGULO, M.D., y SÁNCHEZ DE RIVERA, A.M.^a, 1973: Studies on *Trifolium subterraneum* ecotypes. *Cytologia*.
- (6) ALLUE ANDRADE, J.L., 1966: *Subregiones Fitoclimáticas de España*. I.F.I.E. Madrid.
- (7) BALLARD, L.A.T., 1961: Studies of dormancy in the seeds of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). II. The interaction of time, temperature and carbon dioxide during passage out of dormancy. *Aust. J. Biol. Sci.*, 14, 173-86.
- (8) BLAK, J.N., 1960: The significance of petiole length, leaf area and light interception in competition between strains of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) grown in swards. *Aust. J. Agric. Res.*, 11, 271-91.
- (9) BUENDÍA, F., 1966: *Semillas y plántulas de leguminosas pratenses españolas*. I.F.I.E. Madrid.
- (10) BUENDÍA, F., 1965: *Introducción al estudio de las especies pascícolas españolas*. I.F.I.E. Madrid.
- (11) CRESPO, D.G., 1970: Some agronomic aspect of selecting subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.) from Portuguese ecotypes. Proceedings of the XI International Grassland Congress. 207-10.
- (12) C.S.I.C.: *Mapa de suelos de España*. Madrid.

- (13) DONALD, C.M., 1959: The production and life span of seed of Subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Aust. J. Agric. Res.*, 10, 771-87.
- (14) EVANS, L.T., 1959: Flower initiation in *Trifolium subterraneum* L. Analysis of the partial processes involved. *Aust. J. Agric. Res.*, 10, 1-16.
- (15) GARCÍA SALMERÓN, J., y COLABORADORES, 1968: *Estudio botánico, ecológico, biológico y pascícola de las principales especies espontáneas de los pastizales de montaña de nuestras regiones semiáridas. II. Género Trifolium*. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Madrid.
- (16) GAUTHIERS-VILLARS, 1975: *Phytotronique et perspective horticole*.
- (17) GONZÁLEZ ALDAMA, A., y ALLUE, J.L., 1972: Resultados de diez años de ensayos comparativos entre ecotipos españoles I.F.I.E. y cultivares australianos. (Comunicación personal.)
- (18) GONZÁLEZ ALDAMA, A., y ALLUE, J.L., 1971: Estudio cualitativo y cuantitativo de la composición de diversos tipos de pastizal de un monte adehesado. *Pastos*, 1 (2), 195-212.
- (19) GRAWT LIPP, A.E., y BALLARD, L.A.T., 1959: The breaking of seed dormancy of some legumes by carbon dioxide. *Aust. J. Agric. Res.*, 10, 493-99.
- (20) KATZNELSON, J., y MORLEY, F.H.W., 1965: A taxonomic revision of sect. *Calycormorphum* of genus *Trifolium*. *Israel J. Bot.*, 14.
- (21) KATZNELSON, J., 1971: Population studies in annual clovers. *Israel J. Bot.*, 20, 241-62.
- (22) MENDIZÁBAL, T.; PASTOR, J.; MARTÍN, A., y OLIVER, S., 1973: Germinación y efecto de las bajas temperaturas sobre la nascencia, supervivencia y desarrollo del *Tr. subterraneum*. *Pastos*, 3 (1), 42-64.
- (23) MENDIZÁBAL, T.; PASTOR, J., MARTÍN, A., y OLIVER, S.: Estudio comparativo de poblaciones española y cultivares australianos de *Trifolium subterraneum* L. Instituto de Edafología y Biología Vegetal.
- (24) MORLEY, F.H.W., 1958: The inheritance and ecological significance of seed dormancy in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). *Aust. J. Biol. Res.*, 2, 261-274.
- (25) ORERO, A., 1972: Posibilidad de producción de semilla del trébol subterráneo en España. *Pastos*, 2 (2), 273-280.
- (26) PIRE, J.M., 1964: *El Trébol Subterráneo en España*. Instituto Nacional para la Producción de Semillas Selectas. Madrid.
- (27) QUINLLIVAN, B.J., y MILLINGTON, A.J., 1962: The effect of a Mediterranean summer environment on the permeability of hard seeds of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res.*, 13, 377-87.
- (28) QUINLLIVAN, B.J., 1961: The effect of constante and fluctuating temperatures on the permeability of the hard seeds of some legume species. *Aust. J. Agric. Res.*, 12, 1008-22.
- (29) QUINLLIVAN, B.J., y MILLINGTON, A.J., 1962: The certified strain of subterranean clover, their origin, potencial use and identification. *Department of Agriculture Western Australia. Bull* 3568.
- (30) RIVAS GODAY, S., 1964: *Vegetación y flórua de la cuenca extremeña del Guadiana*. Publicaciones de la Excma. Dip. Prov. de Badajoz. Madrid.
- (31) VICIOSO, C., 1953: *Tréboles españoles*. C.S.I.C. Instituto Botánico A. Cavanilles. Madrid.
- (32) WALTER, LIETH, 1960: *Klimadiagramm-Weltatlas*. Gustv.-Fischer. Jena.
- (33) ZULUETA, J., 1972: Ensayos preliminares de métodos de siembra de *Tr. subterraneum* en zonas de implantación difícil de las dehesas extremeñas. *Pastos*, 2 (2), 199-211.
- (34) ZULUETA, J., 1974: Herbicidas para ayudar a la implantación de trébol subterráneo en las dehesas extremeñas. *Ann. I.N.I.A. Ser. Prot. Veg.*, 4, 167-206.
- (35) ZULUETA, J., 1976: Métodos de implantación de trébol subterráneo en las dehesas extremeñas. Ensayo comparativo. *Ann. I.N.I.A. Ser. Prod. Veg.*, 6, 93-117.

TEN SPANISH IFIE ECOTYPES OF SUBCLOVER AND CV. MOUNT-BARKER IN A
COMPARATIVE STUDY

SUMMARY

This report shows the results of comparative experiences among ten ecotypes of sub-clover and the cv. *Mount Barker*. The ten ecotypes were obtained by direct selection from all the Spanish subclover areas after obtaining results in 74 test sites in 14 provinces for 5 years and a later comparative experiences with them and 7 Australian cultivars that went on

for 10 years and in which it was noticed the great persistence and production of the selected Spanish ecotypes. In outdoors experiences, with isolated plants it was noticed an increase in the number of leaves during the first 100 days and in the diameter since that phase till withering, as well as the evolution in blossoming and fructification and so it was possible to sort out the ecotypes and the cv. *Mount Barker* according to that. It has been found out an explanation for the persistence of the Spanish ecotypes and for their high percentage of hard seeds. That is based on the late blossoming of the Spanish ecotypes that isolates them from the late winter cold and so they can produce many more seeds, and in an early withering that lets them to fructificate correctly and to produce a high % of hard seeds. In tests on pot cultivated plants it was measured the size of plants under normal light conditions and under a decrease of 50 % in light intensity; the later is a usual condition in *Quercus ilex* and *Q. suber* covered mounts. It was also tested the effect of temperature; two different temperatures were tested: 45° C and a scale from — 3° C to — 7° C; so as testing the effect of wetting the soil for 90 days, classifying the ten ecotypes and the cv. *Mount Barker* according to their behaviour and endurance. The results in the size of plants in pot-cultivated plants under normal light was evaluated in dried matter and they let us classify the ecotypes and the cv. *Mount Barker* in the same way that its production in the selection comparative experience that was held for ten years at the IFIE in plots of field. That seems to be a reliable method for a quick comparison of the relative productions among ecotypes and cultivars of that especie to be held previously to outdoors trials.