

ESTABILIDAD GENOTIPO-AMBIENTE DEL VALOR NUTRITIVO Y LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DE 41 GENOTIPOS DE RAIGRAS INGLES

J. A. OLIVEIRA PRENDES Y P. CASTRO GARCIA

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo,
Apartado 10, 15080 La Coruña (España)

RESUMEN

Utilizando los datos de evaluación en dos localidades de Galicia, de 41 genotipos de raigrás inglés (35 familias pertenecientes a una población de mejora, 3 poblaciones naturales y 3 cultivares comerciales), se muestra el interés de un método de estructuración de la interacción genotipo * localidad (Ge*lo). Los caracteres considerados fueron: producción anual de materia seca durante el periodo 1989-1991, valores NIRS predichos de digestibilidad "in vitro", proteína bruta y fibra ácido detergente en dos cortes de 1990. Un análisis de varianza de estas variables mostró la importancia de las interacciones (Ge*lo) en el caso de la producción anual de materia seca, la fibra ácido detergente y la digestibilidad "in vitro" del corte realizado en Junio de 1990. Para cada genotipo se construyó una tabla con los efectos interacción de cada una de las variables. Sobre esta tabla se aplicó una clasificación ascendente jerárquica, lo que permitió obtener una partición de los genotipos en 11 grupos (varianza explicada = 79%). Uno de los grupos comprendía los 16 genotipos más estables todos los cuales eran familias pertenecientes a la población de mejora. Un análisis de componentes principales sobre los valores medios de los 16 genotipos permitió discriminar los genotipos con más rendimiento y calidad nutritiva.

Palabras clave: *Lolium perenne* L., Rendimiento, Valor nutritivo, Interacción genotipo * ambiente, NIRS.

INTRODUCCION

La existencia de interacciones genotipo * ambiente (G*E) significativas es la causa de la diferente clasificación y de las diferentes desviaciones entre genotipos de una localidad a otra (Becker y Leon, 1988; Baker, 1990; Kang, 1990). Algunos prefieren el término "adaptación" en un contexto de variación espacial y el término "estabilidad" para el comportamiento en una localidad durante una serie de años (variación temporal). En este tra-

bajo se utilizarán ambos términos para referirse tanto a la variación espacial como a la temporal. Se considerará un genotipo estable aquel cuya respuesta en diferentes localidades sea paralela a la respuesta media de todos los genotipos del ensayo. Como medidas de la estabilidad genotípica se han propuesto varias estadísticas univariantes por diversos autores: Plaisted y Peterson (1959) realizaron un análisis de varianza con cada par de genotipos para estimar la varianza de la interacción G*E. La media de las varianzas de las interacciones obtenidas para cada genotipo se utilizó como una indicación de la contribución de cada genotipo al total de las interacciones G*E. La ecovalencia de Wricke (1964) es la contribución de un genotipo al término G*E. Esta estadística es más fácil de calcular que la estadística de Plaisted y Peterson. Shukla (1972) propuso un estimador insesgado de la varianza de la interacción para un genotipo dado, llamado varianza de estabilidad. Este estimador es una combinación lineal de la ecovalencia y por lo tanto, ambos son equivalentes en cuanto a la ordenación de los genotipos. Estas medidas de estabilidad describen sólo aspectos individuales de la variabilidad pero no dan una imagen global de la respuesta de los genotipos en diferentes ambientes. La razón básica de esto es que la respuesta de los genotipos en diferentes ambientes es multivariable. Para resolver este problema ha surgido una nueva línea de trabajo que es el agrupar los genotipos en grupos homogéneos desde el punto de vista de la estabilidad. El agrupamiento de genotipos según el efecto de interacción G*E implica que cada grupo formado está compuesto de genotipos que tienen una respuesta en los diferentes ambientes similar a la respuesta media de los otros genotipos que componen dicho grupo (Denis y Vincourt, 1982; Becker y Leon, 1988). En la bibliografía hay dos grandes planteamientos para agrupar genotipos (o ambientes) basados en la interacción G*E. Uno de ellos es considerar un genotipo como un vector de n-variables representado por n ambientes y usar una distancia al cuadrado (Abou-El-Fittouh *et al.*, 1969; Johnson, 1977; Fox y Rosielle, 1982). El otro planteamiento es imponer un modelo lineal a la interacción G*E basado en un índice ambiental (Finlay y Wilkinson, 1963). El primer planteamiento es menos restrictivo que el segundo en términos de hipótesis.

En una evaluación de los genotipos no sólo interesa que estos sean estables para el conjunto de caracteres considerado, sino que además presenten valores altos para esos caracteres. Se han hecho esfuerzos en combinar la estabilidad fenotípica y el valor agronómico en un criterio de selección simple y univariable (Kang *et al.*, 1991; Bachireddy *et al.*, 1992). Menz (1980), aplicando la teoría de decisión bajo riesgo a la selección simultánea de un buen valor agronómico y a la estabilidad fenotípica en ensayos internacionales de trigos, concluyó que una combinación de rendimiento medio alto y buena estabilidad era una garantía de buena respuesta en diferentes ambientes.

El principal objetivo de este trabajo fue el evaluar genotipos de raigrás inglés respecto a su producción de materia seca y valor nutritivo, en dos localidades de Galicia. El

análisis de la interacción genotipo * localidad (Ge*lo) se realizó mediante un método de clasificación que agrupa los genotipos que presenten una respuesta paralela en las dos localidades (estabilidad fenotípica en el rendimiento y la calidad) y un análisis de componentes principales sobre los genotipos estables para diferenciar los genotipos con un mejor rendimiento y calidad.

MATERIAL Y METODOS

Cuarenta y un genotipos de raigrás inglés constituyeron el material de análisis de este trabajo. Los genotipos incluían 35 familias de medios hermanos, 3 poblaciones naturales y 3 cultivares comerciales testigos: "Vigor", "Brigantia" y "Preferencia". Un ensayo con un diseño en bloques al azar con tres repeticiones, fue sembrado en octubre de 1988 en dos localidades: Mabegondo a 22 km de La Coruña (100 m de altitud) y Puebla de Brollón a 60 km de Lugo (400 m de altitud). La parcela elemental fue de 0,7 m x 4 m. El rendimiento se determinó como la producción en materia seca de cada repetición secada en estufa a 80°C durante 24 horas. Se sumaron los pesos secos de los cortes de cada año para obtener los rendimientos totales en t/ha de los años 1989 (R1m en Mabegondo, R1p en Puebla), 1990 (R2m en Mabegondo, R2p en Puebla) y 1991 (R3m en Mabegondo, R3p en Puebla).

En los cortes del 3-5-90 y del 20-6-90 se molieron las muestras secas con un molino Christy y Norris, "8". Se obtuvieron y registraron los espectros de reflectancia de todas las muestras en un espectrofotómetro monocromador Neotec 6250, con el programa NSAS 3.18 (NIR Spectral Analysis Software). Se leyeron dos submuestras, 3 veces cada una, promediando los 6 espectros resultantes para obtener un espectro por muestra. Las muestras más representativas para formar los grupos de calibración y validación se seleccionaron sistemáticamente, según sus valores de reflectancia a dos longitudes de onda. Las ecuaciones de calibración se obtuvieron por un procedimiento stepwise a partir de la primera y segunda derivada de los espectros de calibración y se procedió a su validación para seleccionar la ecuación más apropiada en cada caso. Las muestras utilizadas en el desarrollo de ecuaciones NIR y su validación fueron analizadas en el laboratorio, determinando proteína bruta expresada en % sobre materia seca (Castro *et al*, 1990), fibra ácido detergente en % sobre materia seca (Goering y Van Soest, 1970) y digestibilidad "in vitro" expresada en % sobre materia orgánica digestible (Alexander y Mc Gowan, 1966). Todas las determinaciones de laboratorio se repitieron dos veces, en duplicado cada repetición. Mediante las ecuaciones de predicción obtenidas por Castro y Oliveira (1994) se obtuvieron valores de digestibilidad "in vitro" (D1m en Mabegondo y D1p en Puebla para el corte del 3-5-90,

D2m en Mabegondo y D2p en Puebla para el corte del 20-6-90), fibra ácido detergente (F1m, F1p, F2m, F2p) y proteína bruta (P1m, P1p, P2m, P2p) que se utilizarán en este estudio.

Análisis estadístico

Cada ensayo individual (una localidad) se analizó con el siguiente modelo de análisis de varianza:

$$X_{ij} = \mu + b_i + G_j + E_{ij}$$

donde: μ es la media general; b_i es el efecto bloque; G_j es el efecto genotipo; E_{ij} es el error.

Se verificó la precisión de cada ensayo para cada una de las variables mediante el coeficiente de variación y la desviación estándar residual. Debido a considerar variables expresadas en diferentes unidades de medida, éstas se centraron y redujeron. Después se realizó un análisis de varianza conjunto con el siguiente modelo de dos factores considerados como efectos fijos:

$$X_{ijk} = \mu + l_i + G_j + (G*l)_{ij} + E_{ijk}$$

donde: μ es la media general; l_i es el efecto localidad; G_j es el efecto genotipo; $(G*l)_{ij}$ es el efecto interacción genotipo * localidad; E_{ijk} es la residual.

Estructuración de la interacción

En el caso de las variables que mostraron una interacción $G*l$ significativa, se estimaron los efectos de la interacción para cada uno de los genotipos. Si X_{ij} es el valor de un carácter del genotipo j en la localidad i , podemos considerar el efecto interacción

$$(G*l)_{ij} = X_{ij} - X_{i..} - X_{.j.} + X_{...}$$

(los índices sobre los cuales se hacen las medias se reemplazan por puntos)

Sobre la tabla de dichos efectos se realizó una clasificación ascendente jerárquica utilizando la distancia euclídea. El objetivo de este análisis fue estructurar la interacción en grupos de genotipos con un mismo nivel de interacción en cada localidad e identificar los

genotipos más estables; con ellos se realizó un análisis de componentes principales considerando las medias del análisis conjunto para las variables que no mostraron interacción y en el caso de las otras variables, las medias de cada variable en cada una de las localidades como variables independientes.

RESULTADOS

Análisis de varianza intralocalidad

Una vez verificadas las hipótesis (normalidad y homogeneidad de varianzas residuales) del modelo de análisis de varianza en cada una de las localidades y para cada una de las variables se realizó un análisis de varianza conjunto. La precisión de los ensayos se presenta en la tabla 1. Los cuadrados medios para los nueve caracteres y la significación de los efectos se presentan en la tabla 2. Los caracteres P1, P2, D1 y F1 no presentaron una interacción Ge*lo significativa, con lo cual se pueden tomar las medias de los genotipos del análisis conjunto como representativas de dichos caracteres.

TABLA 1
Precisión de los ensayos en las dos localidades.
Precision of experiments at two locations.

	R1	R2	R3	D1	P1	F1	D2	P2	F2
Mabegondo									
RSD	1,2	0,8	0,8	1,1	0,7	0,9	0,8	1,0	0,7
CV	8,3	10,2	14,9	1,3	6,3	3,7	1,0	10,4	3,1
Puebla de Brollón									
RSD	1,2	0,8	1,6	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
CV	9,9	16,5	27,9	1,3	7,0	3,8	1,2	7,5	2,8

RSD = desviación estándar residual = *Residual standard deviation*

CV = Coeficiente de variación (%) = *Coefficient of variation (%)*

R1 = Rendimiento en el año 1989 = *Yield in 1989*

R2 = Rendimiento en el año 1990 = *Yield in 1990*

R3 = Rendimiento en el año 1991 = *Yield in 1991*

D1 = Digestibilidad "in vitro" (corte 3-5-90) = *"In vitro" digestibility (cut 3-5-90)*

D2 = Digestibilidad "in vitro" (corte 20-6-90) = *"In vitro" digestibility (cut 20-6-90)*

P1 = Contenido en proteína bruta (corte 3-5-90) = *Crude protein content (cut 3-5-90)*

P2 = Contenido en proteína bruta (corte 20-6-90) = *Crude protein content (cut 20-6-90)*

F1 = Contenido en fibra ácido detergente (corte 3-5-90) = *Acid detergent fiber content (cut 3-5-90)*

F2 = Contenido en fibra ácido detergente (corte 20-6-90) = *Acid detergent fiber content (cut 20-6-90)*

TABLA 2
Cuadrados medios del análisis de varianza de 9 caracteres en 2 localidades:
Mabegondo y Puebla de Brollón.
Mean squares of the analysis of variance for 9 traits from 2 evaluation locations:
Mabegondo and Puebla de Brollón.

Fuente de variación grados de libertad	lo (1)	Ge (40)	Ge*lo (40)	Residual (160)
R1	0,00	0,81**	0,37**	0,20
R2	0,00	1,03**	0,36**	0,15
R3	0,00	0,41*	0,47**	0,27
D1	0,00	0,47**	0,25	0,29
P1	0,00	0,70**	0,19	0,29
F1	0,00	0,44*	0,22	0,30
D2	0,00	0,51**	0,50**	0,24
P2	0,00	0,63**	0,25	0,28
F2	0,00	0,65**	0,54**	0,20

lo = Localidad, Ge = Genotipo, *, ** = Significación al nivel 5 y 1% respectivamente, Variables: ver tabla 1
 lo = Location, Ge = Genotype, *, ** = Significant at the 5% and 1% level respectively.

Para los otros caracteres (R1, R2, R3, D2 y F2), se tomaron las medias de las variables medidas en cada localidad como caracteres independientes (R1m, R1p, R2m, R2p, R3m, R3p, D2m, D2p, F2m, F2p).

Las medias y el rango de variación de las 35 familias, 3 poblaciones y 3 testigos se muestran en la tabla 3.

Para cada carácter se pueden encontrar familias con mejores rendimientos o con mayor valor nutritivo que los testigos. La tabla 4 muestra los coeficientes de correlación entre los 14 caracteres. Los coeficientes de correlación significativos más fuertes fueron los de D2p y F2p (-0,784), D2m y F2m (-0,769), R2p y R3p (0,747), R1m y R2m (0,634).

TABLA 3

Medias y rango de variación de las 14 variables medidas en los 41 genotipos (los valores de las familias están subrayados cuando son mejores que los mejores valores de los testigos).

Mean and range of variation for 14 traits measured in 41 genotypes (values of families are underlined when better than the best control's values).

Variables	35 familias		3 poblaciones		3 testigos	
	Media	Rango	Media	Rango	Media	Rango
P1	<u>12,30</u>	11,02-12,97	12,60	12,29-12,98	13,48	12,88-14,07
P2	<u>9,91</u>	8,99-10,73	10,32	9,93-11,37	10,71	9,93-11,37
D1	<u>80,96</u>	79,78-81,82	80,59	80,39-80,85	80,28	79,87-81,05
F1	23,62	22,61-24,28	<u>23,63</u>	23,46-23,80	23,99	23,65-24,02
R1m	14,53	12,67-17,00	14,29	13,73-14,77	12,72	11,97-13,47
R2m	<u>7,61</u>	6,23-8,97	7,24	6,83-7,70	6,41	6,00-6,67
R3m	<u>5,35</u>	4,37-6,77	4,90	4,57-5,30	4,72	4,43-4,87
R1p	12,26	10,10-14,77	9,34	8,17-10,30	12,12	12,03-12,30
R2p	<u>5,10</u>	3,30-8,53	3,20	2,90-3,80	3,46	3,27-3,70
R3p	5,95	3,70-8,90	4,64	3,53-5,77	4,46	3,97-5,00
F2m	24,30	22,83-25,79	24,02	23,18-24,63	25,77	25,31-26,01
D2m	<u>77,24</u>	76,22-78,45	77,22	76,28-78,40	75,74	75,50-75,88
F2p	21,71	26,27-29,33	27,76	27,04-28,87	27,41	26,69-28,13
D2p	<u>71,00</u>	69,29-73,30	70,73	69,04-71,73	70,73	69,94-71,42

m=Mabegondo, p=Puebla de Brollón, variables: ver tabla 1

Estructuración de la interacción genotipo * localidad

La clasificación ascendente jerárquica aplicada sobre los efectos interacción de las variables que mostraron una interacción significativa (R1, R2, R3, D2 y F2) permitió el agrupamiento de los genotipos en 11 grupos homogéneos a la vista del dendrograma presentado en la figura 1 (variación intergrupos/variación total=79%). Los valores de dichos efectos para cada uno de los grupos se presentan en la tabla 5.

TABLA 4

Matriz de correlación entre 14 caracteres. Los valores de correlación significativos al nivel 1% están subrayados.

Matrix of correlation between 14 traits. The 0,01-threshold significant correlation values are underlined.

	P1	P2	D1	F1	R1m	R2m	R3m	R1p	R2p	R3p	F2m	D2m	F2p	D2p
P1	1,00													
P2	<u>0,54</u>	1,00												
D1	-0,14	-0,25	1,00											
F1	-0,18	0,05	<u>-0,66</u>	1,00										
R1m	<u>-0,55</u>	-0,49	0,25	-0,03	1,00									
R2m	-0,41	-0,43	0,19	-0,16	<u>0,63</u>	1,00								
R3m	-0,50	-0,50	-0,10	0,21	0,42	0,23	1,00							
R1p	-0,36	<u>-0,55</u>	0,29	0,14	0,37	0,26	0,40	1,00						
R2p	-0,25	-0,34	0,50	-0,31	0,32	0,48	-0,00	0,45	1,00					
R3p	-0,25	-0,39	0,41	-0,16	0,28	<u>0,59</u>	-0,07	0,41	<u>0,75</u>	1,00				
F2m	-0,02	0,15	-0,25	0,39	-0,23	-0,27	0,01	0,14	-0,12	-0,14	1,00			
D2	-0,28	-0,29	0,36	-0,24	0,31	0,37	0,05	0,05	0,37	0,30	<u>-0,77</u>	1,00		
F2	-0,32	-0,45	-0,06	0,34	0,29	0,09	0,23	0,34	-0,16	-0,03	0,11	0,01	1,00	
D2p	0,24	0,41	0,08	-0,16	-0,19	-0,03	-0,30	-0,27	0,08	0,05	-0,07	0,01	<u>-0,78</u>	1,00

m = Mabegondo, p = Puebla de Brollón, variables: ver tabla 1

El grupo 1 fue el que presentó los valores más bajos de interacción para todas las variables analizadas, siendo el grupo compuesto por los genotipos más estables. Este grupo está compuesto de 16 familias.

Se realizó una caracterización multivariable de dichos genotipos mediante un análisis en componentes principales sobre las 14 variables estudiadas. Los resultados de dicho análisis se resumen en la tabla 6. En dicha tabla se presentan sólo los componentes con va-

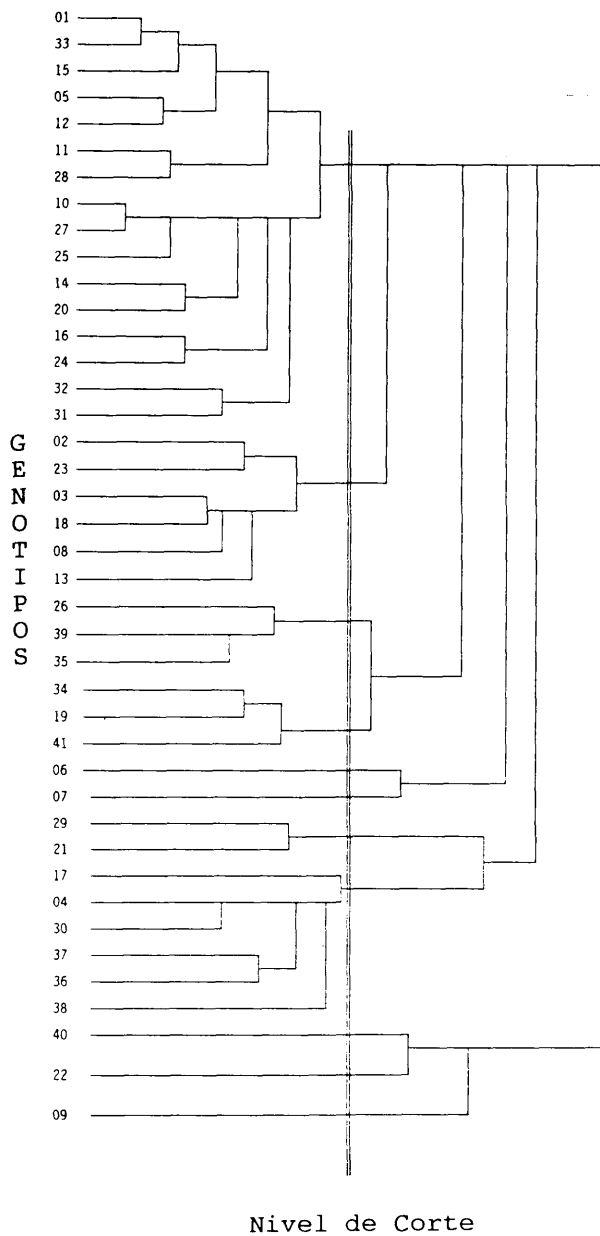


Figura 1.- Dendrograma asociado a la clasificación jerárquica de 41 genotipos y la partición elegida en 11 grupos.

Figure 1.- Hierarchical clustering dendrogram of 41 genotypes and the chosen partition into 11 clusters.

TABLA 5

Medias de los efectos interacción de cada una de las variables para cada uno de los 11 grupos.

Means of interaction effects for each trait in 11 groups.

	R1m	R1p	R2m	R2p	R3m	R3p	F2m	F2p	D2m	D2p
Grupo 1	-0,1	0,1	-0,0	0,0	0,1	-0,1	-0,2	0,2	0,1	-0,1
Grupo 2	0,2	-0,2	-0,4	0,4	-0,1	0,1	0,3	-0,3	0,0	-0,0
Grupo 3	-0,5	0,5	-0,3	0,3	-0,1	0,1	0,8	-0,8	-0,6	0,6
Grupo 4	-0,7	0,7	0,9	-0,9	0,6	-0,6	-0,3	0,3	0,1	-0,1
Grupo 5	-0,6	0,6	0,2	-0,2	1,0	-1,0	-0,3	0,3	0,8	-0,8
Grupo 6	-0,2	0,2	-0,2	0,2	-0,8	0,8	-1,1	1,1	0,8	-0,8
Grupo 7	0,6	-0,6	0,5	-0,5	0,7	-0,7	0,2	-0,2	-0,3	0,3
Grupo 8	-0,3	0,3	-0,7	0,7	-1,1	1,1	0,0	-0,0	-0,2	0,2
Grupo 9	0,3	-0,3	0,8	-0,8	-0,2	0,2	-0,9	0,9	0,8	-0,8
Grupo 10	0,5	-0,5	0,8	-0,8	-0,2	0,2	0,2	-0,2	-0,4	0,4
Grupo 11	0,7	-0,7	0,2	-0,2	-0,3	0,3	-1,2	1,2	1,6	-1,6

m = Mabegondo, p = Puebla de Brollón, variables: ver tabla 1

lores propios mayores de 1. Los dos primeros componentes explicaron el 58% de la variabilidad. El primer componente está correlacionado positivamente (0,73-0,89) con los rendimientos en Mabegondo y en Puebla de Brollón y negativamente (-0,68) con el contenido en proteína del segundo corte. El segundo componente está correlacionado negativamente (-0,61 a -0,64) con el rendimiento del segundo año en Mabegondo y en Puebla de Brollón y con la digestibilidad "in vitro" del primer corte, y positivamente con el contenido en fibra de primer corte (0,70). El tercer componente está correlacionado positivamente (0,60) con la digestibilidad "in vitro" del primer corte y negativamente con la digestibilidad del segundo corte en Mabegondo (-0,65). Se representan las proyecciones de los genotipos en el plano de componentes principales 1-2 (figura 2). La familia nº 1 fue la que presentó el mayor contenido en proteína bruta (P1= 12,20 % y P2= 12,27 %). Las familias que presentaron los rendimientos más altos en el primer año fueron la 5 (R1m=17,0 t/ha, R1p=14,8 t/ha) y la 28 (R1m=15,6 t/ha, R1p=14,2 t/ha). La familia nº 14 presentó los valores de digestibilidad en el primer corte más altos (81,18 %).

TABLA 6

Correlaciones entre las variables iniciales y los cuatro primeros componentes de un análisis de componentes principales sobre 14 variables.

Correlations between initial variables and the first 4 principal components in Principal Component Analysis for 14 traits.

Variables	Componentes principales			
	1	2	3	4
P1	-0,55	-0,28	0,24	0,50
P2	-0,68	-0,13	0,33	0,04
D1	0,19	-0,61	0,60	-0,28
F1	0,40	0,70	-0,40	0,20
R1m	0,89	-0,17	0,07	-0,16
R2m	0,62	-0,64	-0,26	0,17
R3m	0,74	0,38	-0,34	-0,22
R1p	0,83	-0,07	0,10	-0,27
R2p	0,73	-0,61	-0,19	0,01
R3p	0,61	-0,53	0,01	0,38
F2m	0,51	0,48	0,54	0,09
D2m	-0,30	-0,31	-0,65	0,21
F2p	0,63	0,45	0,31	0,37
D2p	-0,59	-0,11	-0,24	-0,41
%varianza acumulada	38,5	58,2	71,1	78,7
%varianza explicada	38,5	19,7	12,9	7,6

m = Mabegondo, p = Puebla de Brollón, variables: ver tabla 1

DISCUSION

En las gramíneas forrajeras los caracteres agronómicos importantes están controlados por muchos genes y también muy influenciados por el ambiente (Breese y Tyler, 1986). Además presentan una gran plasticidad fenotípica que determina su adaptabilidad a diferentes ambientes. Esta plasticidad se detecta como una interacción G*E, lo cual dificulta

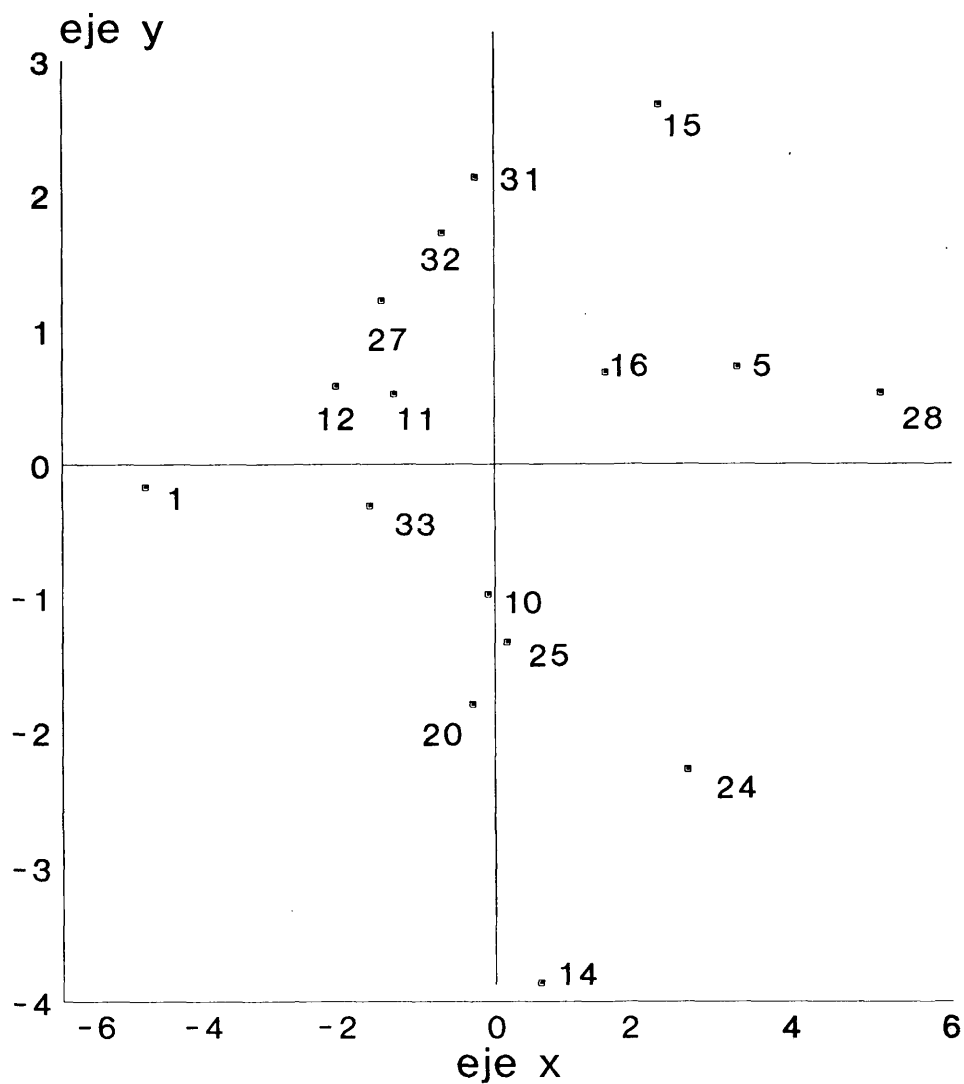


Figura 2.- Primer plano del análisis en componentes principales aplicado sobre 14 caracteres y 16 genotipos, con la proyección del número de los genotipos. El componente 1 es el eje x, y el componente 2 es el eje y.

Figure 2.- First plan of the principal component analysis carried out on 14 traits with projection of genotype number. Component 1 as x axis, component 2 as y axis.

la evaluación de dichas especies. Breese (1969) utilizando la regresión lineal en el análisis del rendimiento en *Dactylis glomerata*, mostró la importancia de las interacciones G*E en gramíneas pratenses.

En los genotipos de raigrás inglés estudiados las interacciones Ge*lo fueron importantes en la producción anual de materia seca y en la digestibilidad y la fibra del corte realizado a finales de Junio.

El agrupamiento de genotipos teniendo en cuenta las interacciones Ge*lo, es interesante para la selección de genotipos adaptados a localidades particulares, o bien para obtener un conjunto de genotipos estables en las dos localidades para los caracteres considerados. Varios autores (Hayward *et al*, 1982; Charmet *et al*, 1990; Oliveira y Charmet, 1992) utilizaron métodos de análisis multivariantes para estructurar la interacción G*E y clasificar genotipos de *Lolium multiflorum* y *Lolium perenne*.

En este trabajo los 16 genotipos estudiados presentan una estabilidad fenotípica, con lo cual no se puede predecir lo que pasaría si se realizara una selección dentro de este grupo de genotipos estables. Para ello sería necesario estimar una serie de parámetros genéticos (varianzas aditivas, heredabilidades, respuesta esperada a la selección) que permitirían decir como se transmitirían por herencia estos caracteres en este grupo de genotipos. En este trabajo, el estudio de estabilidad de las características de calidad predichas por ecuaciones NIRS presenta algunas limitaciones debido a que dichas características sólo se estimaron a partir de los datos de dos cortes de un solo año.

CONCLUSIONES

En muchos casos el obtener valores máximos de rendimiento y calidad en un ambiente no es tan importante como el asegurar unos valores mínimos en diferentes ambientes. La integración de la estabilidad del rendimiento y la calidad nutritiva en diferentes ambientes junto con sus valores absolutos es necesaria para seleccionar genotipos estables y con valores altos de rendimiento y calidad.

En este estudio se comprobó que dentro del grupo de genotipos estables existían diferencias en cuanto al nivel de expresión de los caracteres considerados, lo cual implicaría que sería posible seleccionar genotipos estables y con valores altos de rendimiento y calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A., 1969. Classification of environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton. *Crop Sci.*, **9**, 135-140.
- ALEXANDER, R.H.; Mc GOWAN, M., 1966. The routine determination of in vitro digestibility of organic matter in forages. *J. Br. Grassl. Soc.*, **21**, 140-149.
- BACHIREDDY, V.R.; PAYNE, R. Jr.; CHIN, K.L.; KANG, M.S., 1992. Conventional selection methods that use genotype x environment interaction in sweet corn trials. *HortScience*, **27**, 436-438.
- BAKER, R.J., 1990. Crossover genotype-environmental interaction in spring wheat. En: *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*, 42-51. Ed. M.S. KANG (M.S. Kang., Ed.). Louisiana State University. Baton Rouge, LA, USA.
- BECKER, H.C.; LEON, J., 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, **101**, 1-23.
- BREESE, E.L., 1969. The measurement and significance of genotype * environment interaction in grasses. *Heredity*, **24**, 27-44.
- BREESE, E.L.; TYLER, B.F., 1986. Patterns of variation and the underlying genetic and cytological architecture in grass with particular reference to *Lolium*. En: *Intraspecific classification of wild and cultivated plants*, 53-69. Ed. B.T. STYLES. Oxford University Press.
- CASTRO, P., GONZALEZ, A.; PRADA, D., 1990. Determinación simultánea de nitrógeno y fósforo en muestras de pradera. *Actas de la XXXIII Reunión Científica de la SEEP*, 425-431. Ciudad Real.
- CASTRO, P.; OLIVEIRA, J.A., 1994. Utilización de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo proximo (NIRS) para el análisis de raigrás inglés. *Actas de la XXXIV Reunión Científica de la Seep.* 161-167. Santander.
- CHARMET, G.; BALFOURIER, F.; BION, A., 1990. Agronomic evaluation of a collection of French perennial ryegrass populations: multivariate classification using genotype * environment interactions. *Agronomie*, **10**, 807-823.
- DENIS, J.B.; VINCOURT, P., 1982. Panorama des méthodes statistiques d'analyse des interactions génotype x milieu. *Agronomie*, **2(3)**, 219-230.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Austr. J. Agric. Res.*, **14**, 742-754.
- FOX, P.N.; ROSIELLE, A.A., 1982. Reducing the influence of environmental main effects on pattern analysis of plant breeding environments. *Euphytica*, **31**, 645-656.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). En: *U.S.D.A. Agric. Handbook*, N° 379.
- HAYWARD, M.D.; De LACEY, I.H.; TYLER, B.F.; DRAKE, D.W., 1982. The application of pattern analysis for the recognition of adaptation in a collection of *Lolium multiflorum* population. *Euphytica*, **31**, 383-396.
- JOHNSON, G.R., 1977. Analysis of genotypic similarity in terms of mean yield and stability of environmental response in a set of maize hybrids. *Crop Sci.*, **17**, 837-842.
- KANG, M.S. (Ed), 1990. *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*. Louisiana State University, 392 pp. Baton Rouge, LA, USA.
- KANG, M.S., GORMAN, D.P. y PHAM, H.N., 1991. Application of a stability statistic to international maize yield trials. *Theor. Appl. Genet.*, **81**, 162-165.
- MENZ, K.M., 1980. A comparative analysis of wheat adaptation across international environments using stochastic dominance and pattern analysis. *Field Crops Res.*, **3**, 33-41.

- OLIVEIRA, J.A.; CHARMET, G., 1992. Genotype by environment interaction in *Lolium perenne*: Grouping wild populations by cluster analysis. *Investigación Agraria Producción y Protección Vegetales*, **7** (2), 117-128.
- PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C., 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. *Am. Potato J.*, **36**, 381-385.
- SHUKLA, G.K., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*, **29**, 237-245.
- WRICKE, G., 1964. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. *Z. Pflanzzüchtg.*, **52**, 127-138.

GENOTYPE-ENVIRONMENT STABILITY OF NUTRITIVE VALUE AND DRY MATTER YIELD IN 41 GENOTYPES OF PERENNIAL RYEGRASS

SUMMARY

Using evaluation data at two locations in Galicia of 41 genotypes of perennial ryegrass (35 families of a breeding population, 3 wild populations and 3 controls) a study was made of the method of structuration of the genotype by location interaction. The characters considered were: dry matter yield per year (1989-1991), NIRS predicted "in vitro" organic matter digestibility, crude protein and acid detergent fibre in two cuts. An analysis of variance of these traits revealed the importance of genotype by location interactions in the total variation for dry matter yield (3 years), acid detergent fibre and "in vitro" organic matter digestibility in the cut of the 20-6-90. These interactions were characterized by means of an ascendant hierarchical clustering on the interaction effects for each genotype. A partition into 11 clusters, accounting for 79% of the inertia, was chosen. One cluster contained the 16 more stable genotypes, all of these being families of the same breeding population. A principal component analysis carried out on the means of the 16 genotypes, permitted discrimination between the genotypes with the best performance.

Key words: *Lolium perenne* L., Dry matter yield, Nutritive value, Genotype by environment interaction, NIRS.