

NOTA SOBRE LA VELOCIDAD DE DEGRADACION DE LAS RESERVAS EN SEMILLAS DE TRIGO

J. M. ALONSO
J. AIBAR

Dpto. de Agricultura y Economía Agraria
Escuela Universitaria Politécnica de Huesca EUPH-Universidad de Zaragoza
Ctra. Zaragoza km. 67. 22071 Huesca

RESUMEN

Se ha estudiado la evolución del peso de la semilla durante la germinación y primeras etapas de crecimiento en 51 variedades de trigo, 37 de *Triticum aestivum* L. y 14 de *Triticum durum* L. Se ajustó la evolución del peso seco de la semilla en cada variedad al modelo lineal $T_t = S_{10} - B \cdot t$ y al modelo exponencial $S_t = S_{10} \cdot \text{EXP}(-bt)$, donde S_t es el peso de la semilla (en mg) en el tiempo t , S_{10} es el peso relativo de la semilla (en mg) cuando $t=0$, la velocidad relativa de utilización de las reservas es B en el modelo lineal (en mg/día), y b en el modelo exponencial (en día⁻¹) y t es el tiempo en días.

Se observó la relación entre velocidad relativa de utilización de las reservas (B) y el peso relativo de la semilla (S_{10}) para las variedades, generándose la recta $B = 0,054 + 0,046 \cdot S_{10}$. Del mismo modo, la relación entre la velocidad relativa de utilización de las reservas (B) y la media muestral del peso seco de la semilla de las variedades (P) generó la recta $B = 0,042 + 0,037 \cdot P$. Sin embargo, el ajuste al modelo exponencial resultó más significativo que el lineal.

PALABRAS CLAVE: Trigo
Peso de semilla
Velocidad degradación
Modelo exponencial
Modelo lineal

INTRODUCCION

El éxito de un cultivo depende, en gran parte, de los primeros estados del ciclo de la vida de las plantas. La germinación y el crecimiento de la plántula pueden tener consecuencias importantes para su capacidad competitiva frente a adversidades, como su competencia con malas hierbas, herbicidas, costra del suelo, excesiva profundidad de la siembra..., etc. (Langero, 1988).

Las reservas de las semillas son esenciales para la germinación de los cereales. Numerosos autores han estudiado las relaciones entre el tamaño del grano, el tamaño de las plántulas y sus cosechas. El peso de la semilla influye sobre la

Recibido: 25-10-94
Aceptado para su publicación: 9-11-95
Redactor asociado: Inés Mínguez

emergencia de la plántula (Lafond, Baker, 1986), sobre el desarrollo de la planta (Bremner *et al.*, 1963; Evans, Bhatt, 1977), sobre el tamaño final de la planta (Kincl, 1975; Gross, 1984; Stanton, 1984; Wulff, 1986) y sobre la cosecha del cultivo (Phinthus, Osher, 1966; Hamptom, 1981). El tamaño de la plántula en muchas gramíneas está relacionado con el peso del grano (Kneebone, Cremer, 1955).

Por otra parte, el tamaño de la semilla, que depende del tamaño del embrión y del tamaño del endospermo, tiene influencia sobre el vigor de su futura plántula (Bremner *et al.*, 1963). El tamaño del embrión tiene efecto insignificante en el crecimiento de las plántulas de trigo, mientras que el tamaño del endospermo y, por tanto, la cantidad de reservas de la semilla, tiene una trascendencia importante en el crecimiento de las plántulas.

Una variación en el tamaño de la semilla tiene también influencias en la germinación (Wulff, 1973; Robinson, 1974; Stanton, 1984). Este parámetro puede tener importancia en el establecimiento del cultivo en el suelo (Solbrig *et al.*, 1980).

Por otra parte, las semillas pesadas poseen gran cantidad de reservas, estas degradan más rápidamente sus reservas que las semillas ligeras, con lo cual hay más cantidad de reservas y más flujo de nutrientes hacia la plántula que en las semillas ligeras, lo que las hace más competitivas y resistentes en condiciones adversas (Pommel, 1990).

Dada la importancia del tamaño de la semilla, y, por tanto, de la cantidad de reservas en la misma en la futura vida de la planta, se pretende ver la posible influencia y sus consecuencias de la media de peso de la semilla en las principales variedades de trigo cultivadas en España, sobre la velocidad de degradación del almidón (reservas).

MATERIAL Y METODOS

Se estimó el porcentaje de materia seca que tenían las semillas, por diferencia de peso de una muestra de cada variedad, antes y después de haber permanecido durante 48 horas a una temperatura de 60°C. Seguidamente, se obtuvo el peso unitario de 100 semillas de cada variedad y se calculó el peso seco de cada semilla, estimado con el porcentaje de materia seca de cada variedad, obteniendo después la media muestral de peso seco por semilla en cada variedad (P).

El cultivo de estas semillas se realizó en una cámara de cultivo en la que se estabilizó la temperatura a 25°C, y la humedad relativa aproximadamente al 100 p. 100, con una iluminación de 12.000 lux, manteniendo estas condiciones durante las 24 horas del día, que corresponden a la máxima asimilación neta y máximo crecimiento en *Triticum* sp. El sistema de cultivo consistió en colocar las semillas entre dos hojas de papel de filtro y dos placas opacas sujetas con gomas elásticas de dimensiones 21 × 10 cm. Las semillas se colocaron a un centímetro de la parte superior. El conjunto, con capacidad para 10 semillas (10 placas por variedad), se coloca verticalmente sobre una bandeja con agua destilada, de modo que ésta asciende por capilaridad hasta las semillas, manteniendo las semillas con la humedad adecuada para su cultivo.

A la semana del comienzo de la experiencia se llenaron las bandejas con solución nutritiva, propuesta por Koch *et al.*, (1986) de concentración de 500 mmoles/litro de nitrato.

Se utilizaron las siguientes variedades de trigo:

— Trigo blando (*Triticum aestivum* L.): Abanto, Abental, Aboukir, Adalid, Admiral, Alaún, Albero, Alfori, Almonte, Aloda, Amiro, Amón, Ampuero, Anza, Aragón-03, Avital, Bravo, Brigio, Brio, Castor, Dollar, Garant, Hugo, Manero, Marco, Marius, Pané-247, Pistou, Rb-2, Recital, Rinconada, Rudo, Soissons, Titién, Trento, Xamo y 7006-9b.

— Trigo duro (*Triticum durum* L.): Agridur, Aldeano, Angré, Antón, Arterna, Bidi 17, Endural, Jabato, Páramo, Peñafiel, Regallo, Roqueño, Sopradour y Valira.

En total 51 variedades de trigo, de las cuales 37 eran *Triticum aestivum* L. y 14 de *Triticum durum* L.

Los días 0, 3, 6, 9, 12, 18 y 24, desde la puesta en germinación (día 0), se las toman medidas del peso seco de diez semillas de cada variedad. Estos pesos obtenidos se ajustaron a los modelos lineal (Bouaziz, Hicks, 1990) y exponencial (Langero, 1988), debido a la sencillez de los mismos y a la fácil interpretación biológica de sus parámetros. Estos modelos expresan la evolución de la masa seca de la semilla en los primeros estadios de crecimiento de la plántula en función del tiempo. Los parámetros de los modelos expresa:

- En el modelo exponencial: $S_t = S_{t_0} \cdot \text{EXP}(-bt)$
 S_t = masa de la semilla (mg)
 S_{t_0} = masa relativa de la semilla en $t = 0$ (mg)
 t = tiempo en días
 b = velocidad relativa de utilización de las reservas (días⁻¹)
- En el modelo lineal: $S_t = S_{t_0} - B \cdot t$
 S_t = masa de la semilla (mg)
 S_{t_0} = masa relativa de la semilla en $t = 0$ (mg)
 B = Velocidad relativa de utilización de las reservas (mg/día)
 t = tiempo en días

RESULTADOS Y DISCUSION

La energía que procede de la degradación de las reservas de la semilla, se suministra a la plántula para su crecimiento. Se produce en los primeros estadios de la vida la plántula un transporte de materia de la semilla hacia la plántula, disminuyendo el peso seco de la semilla conforme crece la plántula, es decir, conforme aumenta el peso seco de la plántula.

En las Tablas 1 y 2 se encuentran los resultados de los ajustes realizados al peso seco de la semilla durante el estudio, a las funciones $S_t = S_{t_0} - B \cdot t$ (Bouaziz, Hicks, 1990) y $S_t = S_{t_0} \cdot \text{EXP}(-b \cdot t)$ (Langero, 1988). La evolución del peso seco de la semilla de cada variedad, en función del tiempo es más correcta expresarla según el modelo exponencial $S_t = S_{t_0} \cdot \text{EXP}(-b \cdot t)$, que con el modelo lineal $S_t = S_{t_0} - B \cdot t$, si bien en este último resulta mucho más sencillo manejar los parámetros del modelo y su significado.

TABLA 1
AJUSTE DE LA EVOLUCION DEL PESO DE LA SEMILLA AL
MODELO $S_t = S_{t_0} - B.t$

Fit of seed wheight evolution for the model $S_t = S_{t_0} - B.t$

T. Aestivum L. Variedad	S_{t_0}	B	R ²	Nivel significación
Abanto	37,56	1,69	0,74	***
Abental	33,48	1,60	0,68	***
Aboukir	29,25	1,43	0,59	***
Adalid	36,64	1,71	0,69	***
Admiral	29,23	1,41	0,64	***
Alaún	31,12	1,47	0,65	***
Albero	39,33	1,86	0,66	***
Alfori	31,82	1,54	0,63	***
Almonte	43,45	2,07	0,71	***
Aloda	30,69	1,44	0,71	***
Amiro	39,18	1,82	0,71	***
Amón	40,02	1,92	0,71	***
Ampuero	42,60	2,04	0,71	***
Anza	37,07	1,72	0,77	***
Aragón 03	33,15	1,63	0,67	***
Avital	45,81	2,17	0,72	***
Bravo	34,81	1,61	0,69	***
Brigio	30,84	1,48	0,59	***
Brio	39,02	1,92	0,67	***
Castor	32,92	1,60	0,67	***
Dollar	31,49	1,55	0,62	***
Garant	34,13	1,68	0,64	***
Hugo	36,84	1,80	0,68	***
Manero	28,90	1,42	0,59	***
Marco	37,05	1,81	0,62	***
Marius	33,10	1,61	0,64	***
Pané247	24,71	1,22	0,58	***
Pistou	40,80	2,03	0,64	***
RB-2	34,02	1,62	0,65	***
Recital	31,95	1,54	0,64	***
Rinconada	37,76	1,82	0,71	***
Rudo	34,84	1,72	0,71	***
Soissons	31,78	1,53	0,71	***
Titien	30,07	1,44	0,62	***
Trento	30,41	1,45	0,68	***
Xamo	36,82	1,77	0,70	***
7006-9b	32,35	1,56	0,64	***
T. Durum L. Variedad	S_{t_0}	B	R ²	Nivel significación
Agridur	45,28	2,13	0,76	***
Aldeano	31,91	1,54	0,66	***
Angré	39,66	1,94	0,67	***
Antón	38,44	1,86	0,66	***
Artena	41,51	2,03	0,68	***
Bidi-17	36,68	1,76	0,64	***
Endural	47,58	2,23	0,79	***
Jabato	41,22	1,94	0,71	***
Páramo	43,04	2,07	0,66	***
Peñafiel	40,02	1,91	0,71	***
Regallo	33,75	1,61	0,70	***
Roqueño	44,30	2,15	0,69	***
Supradour	50,18	2,41	0,77	***
Valira	38,68	1,88	0,65	***

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

TABLA 2
AJUSTE DE LA EVOLUCION DEL PESO DE LA SEMILLA AL
MODELO $S_t = S_{to} \cdot EXP(-b \cdot t)$

Fit of seed wheight evolution for the model $S_t = S_{to} \cdot EXP(-b \cdot t)$

T. Aestivum L. Variedad	S_{to}	B	R ²	Nivel significación
Abanto	41,89	0,107	0,85	***
Abental	32,72	0,106	0,78	***
Aboukir	25,41	0,104	0,70	***
Adalid	38,31	0,109	0,82	***
Admiral	27,32	0,105	0,74	***
Alaún	29,58	0,103	0,76	***
Albero	38,72	0,105	0,79	***
Alfori	30,77	0,107	0,70	***
Almonte	45,69	0,111	0,79	***
Aloda	31,38	0,107	0,70	***
Amiro	40,89	0,106	0,83	***
Amón	41,49	0,113	0,81	***
Ampuero	41,33	0,100	0,67	***
Anza	41,52	0,113	0,85	***
Aragón 03	33,93	0,112	0,82	***
Avital	47,65	0,110	0,80	***
Bravo	34,93	0,098	0,76	***
Brigio	27,99	0,092	0,66	***
Brio	37,80	0,111	0,75	***
Castor	31,88	0,106	0,74	***
Dollar	29,13	0,102	0,73	***
Garant	31,56	0,103	0,72	***
Hugo	36,58	0,112	0,75	***
Manero	25,62	0,099	0,69	***
Marco	34,11	0,103	0,71	***
Marius	31,56	0,102	0,75	***
Pané247	21,37	0,098	0,67	***
Pistou	39,00	0,110	0,75	***
RB-2	33,70	0,101	0,78	***
Recital	35,88	0,110	0,55	***
Rinconada	39,70	0,111	0,80	***
Rudo	36,37	0,115	0,83	***
Soissons	32,90	0,108	0,80	***
Titién	28,48	0,096	0,74	***
Trento	31,82	0,110	0,76	***
Xamo	37,50	0,105	0,79	***
7006-9b	32,06	0,104	0,76	***
T. Durum L. Variedad	S_{to}	B	R ²	Nivel significación
Agridur	50,37	0,110	0,85	***
Aldeano	31,01	0,099	0,78	***
Angré	39,60	0,111	0,78	***
Antón	38,51	0,113	0,74	***
Artena	41,29	0,108	0,79	***
Bidi-17	35,17	0,106	0,74	***
Endural	53,87	0,112	0,87	***
Jabato	43,35	0,106	0,77	***
Páramo	43,53	0,107	0,78	***
Peñafiel	30,46	0,105	0,78	***
Regallo	36,04	0,114	0,79	***
Roqueño	47,00	0,115	0,80	***
Supradour	56,12	0,114	0,89	***
Valira	36,95	0,102	0,74	***

* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001

De los resultados al ajuste del modelo $S_t = S_{t_0} - B.t$, (Tabla 1) se observa que hay una relación positiva entre la masa teórica de la semilla antes de ponerse a germinar, cuando el tiempo es cero (S_{t_0}) y la velocidad relativa de utilización de las reservas (B) (velocidad relativa de decrecimiento del peso seco de la semilla), durante la germinación y primeras etapas del crecimiento de la plántula, generándose la recta de pendiente positiva $B = 0,05464 + 0,04651.S_{t_0}$ con un $R^2 = 0,9820$ (Fig. 1).

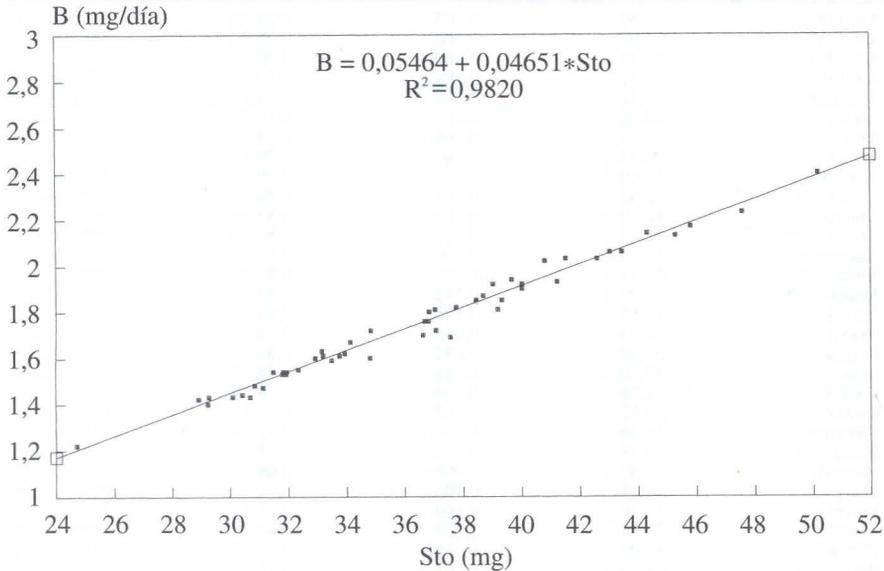


Fig. 1.—Peso relativo de la semilla (S_{t_0}) frente la velocidad de degradación semilla (B)
Relative seed weight (S_{t_0}) against seed degradation speed (B)

También se realizó el ajuste del peso medio muestral de la semilla para cada variedad (P), y la velocidad relativa de degradación de las reservas (B) en la regresión a la recta $S_t = S_{t_0} - B.t$, (Fig. 2), generando la recta $B = 0,04257 + 0,03768.P$, que aunque con un $R^2 = 0,8707$ menor que en la recta anterior, se puede emplear para calcular de una manera sencilla la velocidad teórica de degradación de las reservas de la semilla (B), en mg/día, utilizando el peso medio de la semilla de cualquier variedad de trigo, tanto en *Triticum aestivum* L. como en *Triticum durum* L.

En el ajuste exponencial $S_t = S_{t_0} \cdot \text{EXP}(-b.t)$ (Tabla 2), se llegan a las mismas conclusiones que con el modelo lineal, así, las variedades que presentan un peso seco medio por semilla elevado (S_{t_0}), muestran una velocidad de degradación elevada (b) y por el contrario, las variedades que presentan un peso seco medio de la semilla ligero, presentan una velocidad de degradación de la semilla lenta. En este modelo pese a presentar un mejor ajuste, no se observó una relación directa tan significativa, para estos parámetros, como en el modelo lineal.

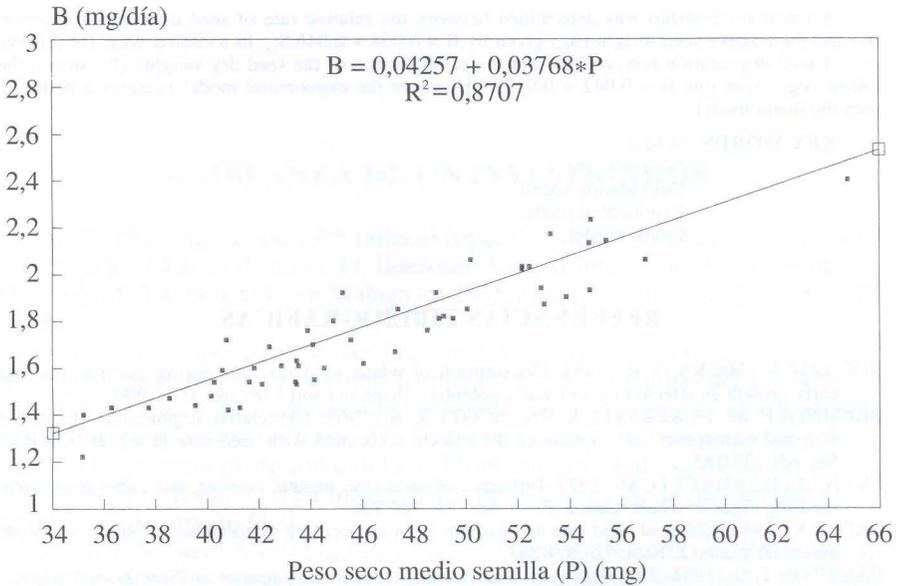


Fig. 2.—Velocidad de degradación de la semilla frente al peso seco medio de la semilla
Seed speed degradation againts seed dry mean weight

De lo anterior se puede deducir que hay una relación directa entre el peso de la semilla de trigo y la velocidad de degradación de las reservas de la semilla. Las semillas más pesadas, y que, por consiguiente, poseen gran cantidad de reservas, sufren un decrecimiento más rápido del peso seco de la semilla, presentando una mayor velocidad de utilización de las reservas que las semillas menos pesadas, con menor cantidad de reservas, lo que coincide con Pommel (1990). Así, las variedades de trigo que presenten un peso de la semilla elevado presentan una velocidad relativa elevada de utilización de las reservas, gozando de un gran flujo de energía que suministra a la plántula para su crecimiento y se puede esperar que estas plántulas sean más vigorosas, más resistentes y competitivas en condiciones adversas, que las variedades de trigo que presenten una semilla de un peso bajo.

SUMMARY

Note about empiric relationship between seed weight and degradation speed of seed reserves in wheat

Seed weight evolution during germination and first growth stages has been studied in 51 varieties of wheat, 37 of *Triticum aestivum* L. and 14 of *Triticum durum* L. The dry seed weight change of every varietal was fitted to the lineal model $S_t = S_{t_0} - B \cdot t$ and the exponential model $S_t = S_{t_0} \cdot \text{EXP}(-bt)$. Where S_t is the dry weight seed (mg) at time t, S_{t_0} is the relative seed weight (mg) at time zero, and t is the time in days. The relative rate of seed degradation reserves is B for the lineal model (in mg/day) and b for the exponential model (in day⁻¹).

A linear relationship was determined between the relative rate of seed degradation reserves (B) and the relative seed weight (S_{10}) given by $B = 0.054 + 0.046.S_{10}$. In a similar way, the relative rate of seed degradation reserves (B) and the sample mean of the seed dry weights (P), shown the follow regression line $B = 0.042 + 0.037.P$. However the exponential model presents a better fit than the lineal model.

KEY WORDS: Wheat
Seed wheight
Degradation speed
Exponential model
Lineal model

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BOUAZIZ R., HICKS D. R., 1989. Consumption of wheat seed reserves during germination and early growth as affected by soil water potential. *Plant and soil* 128: 161-165-1990.
- BREMNER P. M., ECKERSALL R. RN., SCOTT R. K., 1963. The relative importancie of embryo size and endosperm size in causing the effects associated with seed size in wheat. *J. Agric. Sci.* 61: 139-145.
- EVANS L. E., BHATT G. M., 1977. Influence of seed size, protein content, and cultivar on early seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant. Sci.* 57: 929-936.
- GROSS K., 1984. Effect of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. *J. Ecol.* 72: 369-387.
- HAMPTON J. G., 1981. The extent and significance of seed size variation in New Zeland wheats, *Triticum aestivum*. *N. Z. J. Exp. Agric.* 9: 179-184.
- KINCL M., 1975. The utilization of endosperm in the growth of winter wheat. *Acta Univ. Agric. Fac. Agron. Brno.* 23: 783-790.
- KNEEBONE W. R., CREMER C. L., 1955. The relationship of seed size and seedling vigour in some native grass species. *Agr. J.* 47: 472-477.
- LAFOND G. P., BAKER R. J., 1986. Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26: 341-346.
- LANGERO S., 1988. Construction d'un modele de croissance de la plantule. Application a la comparaison de Bromes annuels et perennes. Diplôme d'Etudes Approfondies. Montpellier. 38 pp.
- PINTHUS M. J., OSHER R., 1966. The effect of grain size on plan growth and grain yield components in various wheat and barley varieties. *Isr. J. Agric. Res.* 16: 53-58.
- POMMEL B., 1990. Influence du poids de la semence et de la profondeur de semis sur la croissance y le developpement de la plantule de maïs. *Agronomie* 10, 699-708.
- ROBINSON R. G., 1974. Sunflower performance relative to size and wheight do achenes planted. *Crop Sci.* 14: 616-618.
- SOLBRIG O. T., NEWELL S. J., KINCAID D. T., 1980. The population biology of the genus *Viola*. I. The demography of *Viola sororia*. *J. Ecol.* 68: 521-546.
- STANTON M. L., 1984. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness. *Ecology* 65(4): 1105-1112.
- WULFF R., 1973. Intrapopulational variation in the germination of seeds in *Hyptis suaveolens*. *Ecology* 54: 646-649.
- WULFF R., 1986. Seed size variation in *Desmodium paniculatum*. II. Effects on seedling growth and physiological performance. *J. Ecol.*, 74: 99-114.