Rev. Fac.Agronomía-UNLPam Vol 3 N° 1
6300 Santa Rosa - Argentina - 1988 ISSN 0326-6184

RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DE GRANO POR ESPIGA Y COMPONENTES RESPECTO A CARACTERES MORFOLOGICOS DEL TALLO A MADUREZ EN DOS CULTIVARES DE TRIGO (Triticum aestivum L.)[1]

Hector A. Paccapelo y Héctor O. Lorda[2]

RESUMEN

A madurez se estudian las relaciones entre el rendimiento de grano de la espiga principal y sus componentes (número de espiguillas fértiles, número de granos por espiga y peso medio de un grano) respecto a características morfológicas del tallo dentro de dos cultivares de trigo, Bordenave Puán S.A.G. y Victoria I.N.T.A. Los caracteres considerados fueron el peso seco (de hojas, vainas y tallo) y longitud (de espiga, tallo y sus partes). Ambos cultivares mostraron dependencia entre el rendimiento por espiga y el número de granos por espiga. Victoria I.N.T.A. mostró asociación entre el número de granos por espiga y el número de granos por espiguilla. Los análisis estadísticos empleados fueron: correlación simple, regresión múltiple, correlación parcial y regresión progresiva. Los caracteres morfológicos del tallo no se relacionaron tanto como los de espiga respecto al rendimiento: los más relacionados fueron las vainas de la hoja bandera y de la hoja inmediatamente inferior.

SUMMARY

Relationships at maturity between culm yield and its components (number of fertile spikelets, number of kernels per spikelet, mean dry weight of one kernel) are studied within the cultivars Bordenave Puán S.A.G. y Victoria I.N.T.A. wheats. The morphological characters considered are the dry weight (of leaves, sheats and -

1. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa

2. Docentes de la Cátedra de Mejoramiento Genético de Plantas y Animales.

culm) and length (of spike, culm and its sections). Both cultivars showed high dependence between culm yield and the number of kernel per spike. Victoria I.N.T.A., showed dependence between number of kernel per spike and number of kernel per spikelet. Results are - analysed with simple correlation, multiple regression and stepwise regression. Morphological characters are not closely related to - that the spike were. The most related to that the the spike were. The most related with yields are dry weight of sheath of first - uppermost or second leaf.

INTRODUCCION

La determinación de aquellos órganos de la planta que se asocian con el rendimiento de grano o con sus componentes constituye un significativo aporte a la selección que se realiza en un Programa de Mejoramiento Genético; especialmente cuando se trata de características fácilmente observables o mensurables.

Son numerosos los trabajos que mencionan la importancia que tienen las estructuras vegetales ubicadas sobre el nudo correspondiente a la hoja bandera en la determinación del rendimiento de - los cereales (Simpson, 1968; Walton, 1969, 1971; Hsu and Walton, 1970; Thorne, 1966). En ellos, mediante el uso del análisis de correlación, se estudiaron conjuntamente numerosos genotipos a fin - de determinar las asociaciones. La selección por éstos caracteres no conduce invariablemente al incremento de los rendimientos,puesto que operarían en la planta limitaciones biológicas o mecanismos de compensación entre los componentes de rendimiento (Hsu and Walton, 1970). Donald (1962), Stoskopf et al. (1963) sugieren incrementar el uso de análisis de crecimiento de la planta.

Ledent (1977) realiza estudios comparativos intravarietales - en tres cultivares de trigo respecto a la asociación entre el rendimiento de la espiga principal y los componentes de rendimiento - con diversas características morfológicas del tallo. Concluye que para determinado año los rendimientos por espiga dependen del número de granos y más precisamente del número de granos por espiguilla. El peso medio de un grano arrojó una participación menor. Los caracteres morfológicos vegetativos mas asociados al rendimiento - resultaron ser: el peso seco total del tallo (sin espiga), la vaina de la hoja bandera y la vaina de la hoja inferior inmediata. La asociación entre vaina y rendimiento se explica por la relación en

tre ésta y el número de granos.

Con el objeto de rectificar o nó estos estudios se analizan - con similares métodos estadísticos dos cultivares nacionales de - trigo.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en 1987 en el Campo Experimental de la - Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa. Se utilizaron los cultivares Bordenave Puán S.A.G. y Victoria I.N.T.A.; el primero de germoplasma tradicional argentino y el segundo tiene incorporado germoplasma de origen mejicano.

Se sembró el 11 de junio y junto con otros participantes formaban parte de un ensayo distribuído en tres bloques completamente aleatorizados.

El tamaño de las parcelas era de 0,60 m x 2,20 m (1,32 m2) con una separación entre plantas a 0,15 tanto en el surco como entre - los surcos. A madurez se cosecharon 20 plantas en los surcos centrales de la parcela o sea 60 plantas por cultivar. En el CUADRO 1 figuran los símbolos utililzados para describir los caracteres analizados.

La relación entre el rendimiento, sus componentes y los caracteres morfológicos fueron estudiados por medio de los coeficientes de correlación simple entre los 20 caracteres considerados en base a los 60 datos individuales para cada cultivar; asimismo, se analizó por medio de correlación parcial, regresión múltiple y regresión progresiva.

La regresión múltiple es un paso suplementario en la determinación de la existencia de interrelaciones complejas entre las variables. Los coeficientes de correlación parcial miden el efecto - de la intensidad de la relación entre la variable independiente y cada una de las dependientes cuando se elimina el efecto de las otras. La regresión progresiva permite seleccionar las variables de acuerdo al peso o significancia explicativa sobre la variable independiente; quedan afuera aquellas variables poco explicativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Valores promedios y coeficientes de Variación del rendimien

to por espiga y sus componentes.

El CUADRO 2 detalla los valores promedios de los caracteres - medidos en la espiga como así también la variabilidad encontrada - en ellos. No existen diferencias entre los promedios pero se detecta mayor variabilidad en Victoria I.N.T.A. con excepción del número de espiguillas fértiles (NEF)

2. Correlación simple.

Con los datos de correlación simple obtenidos entre todos los pares de caracteres se diagramó el esquema de la FIGURA 1 (a y b) donde se unen con línea llena los caracteres que están asociados - por un coeficiente igual o superior a 0,8; por su parte las asociaciones ubicadas entre los valores 0,7-0,8 figuran con línea discontínua. No se representan asociaciones menores a los valores mencionados porque la figura resultaría muy engorrosa. Por otro lado, - ello es indicativo de que la mayoría de los caracteres analizados tienen una asociación importante ($p \geqslant 0,05$).

Se desprende de la figura que ambos cultivares tienen alta asociación entre el rendimiento por espiga (PG) y el número de granos por espiga (GE). No existe otra asociación significativa entre el rendimiento y sus componentes. Victoria I.N.T.A. muestra asociación entre el número de granos por espiga (GE) y el número de granos por espiguilla (NGep). El CUADRO 3 detalla los valores de las correlaciones encontradas para el rendimiento y el número de granos por espiga (GE) que es el componente de mayor gravitación en el rendimiento.

En el cultivar Bordenave Puán S.A.G. los caracteres vegetativos más asociados al rendimiento de grano (PG) son: el peso seco - total del tallo sin espiga (PST) y el de la vaina de la hoja inmediatamente inferior a la bandera (V2) y el de la hoja bandera (V1).

En Victoria I.N.T.A. contribuye mas el peso de la granza (GRA) y luego los pesos secos de las vainas mencionados precedentemente.

En ambos cultivares la asociación con los pesos de la hoja - bandera son medianamente baja. Thorne (1966) en una amplia revisión concluye que el área fotosintética representado por la hoja bandera esta estrechamente asociado al rendimiento de granos. Rawson y Hofstra (1969) en un detallado estudio del movimiento de los carbohidratos durante el desarrollo de la planta corroborarían esa conclusión. En el presente trabajo no se considera la superficie de - hoja sino su peso seco. Ledent (1977) considera que el período formación de la espiga precede en gran medida al desarrollo de

la hoja bandera, por ello es lógico suponer que su participación o la participación de la hoja inmediatamente inferior sea mucho menor que la de las primeras hojas. Considera más difícil de explicar la importante participación de las vainas de las hojas.

Por otro lado, la asociación más importante con respecto al número de granos por espiga (GE) es para Bordenave Puán SAG la longitud de la espiga (LE) y para Victoria I.N.T.A. el peso de grano por espiga (PG) a través del número de granos por espiguilla (NGep).

3. Regresión múltiple y correlaciones parciales.

El CUADRO 4 muestra los valores de las regresiones múltiples entre los caracteres vegetativos y los componentes de rendimiento. Se formularon cuatro ecuaciones en las que la variable independiente la constituyen los componentes de rendimiento y las variables dependientes son el peso de las hojas (H1, H2 y H3) el peso de las vainas (V1 y V2) y el peso del pedúnculo de la espiga (P). Sólo se representan los coeficientes de regresión parcial significativos al 0,05. Para Bordenave Puán S.A.G. el peso de la tercer hoja (H3) es importante en la determinación del número de granos por espiga y el de la segunda hoja (H2) en la determinación del número de espiguillas fértiles (NEF).

La situación se presenta más compleja para Victoria INTA: el peso de la vaina de la hoja bandera (V1) está relacionado con el número de granos por espiga (GE); peso de la tercer hojas (H3) y el de la vaina de la segunda hoja (V2) sobre el número de espiguillas fértiles (NEF); a su vez el peso de la segunda hoja (H2), el de la vaina de la hoja bandera (V1) y el resto del peso del tallo (R) con el peso medio de un grano (P1G).

Los coeficientes de regresión parcial, en términos generales, coinciden con los de correlación parcial recién enunciados en cuanto a su tendencia; no ocurre lo mismo con la significancia estadística.

4. Regresión progresiva (stepwise)

Como se observa en el CUADRO 5 se formularon dos ecuaciones: ambas (A y B) tienen como variable independiente el rendimiento por espiga (PG) siendo las variables dependiente en la ecuación A: peso medio de un grano (P1G), número de granos por espiga (GE), número de granos por espiguilla (NGep), número de espiguillas fértiles (NEF), peso de la granza (GRA), longitud de la espiga (LE), número de espiguillas estériles (NEE) y densidad de espiga (DE). Los resultados indican que en ambos cultivares el número de granos por espiga y el peso medio de un grano explican sustancialmente el rendimien

to de grano por espiga. Estos resultados coinciden con los publicados por Ledent (1977) quien concluye que el número de granos por espiga es más responsable que el número de espiguillas fértiles en las variaciones encontradas en el rendimiento de los genotipos correspondiente a un cultivar de trigo.

La ecuación B tiene como variables dependientes a la longitud del tallo superior e inferior al último nudo (LT, LS y LI respectivamente), peso seco total (PST), peso de las hojas (H1, H2 y H3), peso de las vainas (V1 y V2), peso del pedúnculo de la espiga (P) y el resto (R). Los resultados indican una fuerte participación de las vainas V2 y V1 para Bordenave Puán SAG y Victoria INTA respectivamente. Ledent (1977) considera que los caracteres morfológicos vegetativos más asociados al rendimiento son el peso seco total del tallo (sin espiga) y las vainas de la hoja bandera o de la inferior a la hoja bandera.

CONCLUSIONES

Para un determinado año agrícola Bordenave Puán SAG y Victoria INTA explican sus rendimientos por espiga fundamentalmente por el número de granos por espiga y luego por el peso medio de un grano. Los rendimientos por espiga se explican en buena medida por los pesos secos de la vaina inferior a la hoja bandera y la vaina de la hoja bandera en Bordenave Puán SAG y Victoria INTA respectivamente.

No se encontró coincidencia entre los valores de las correlaciones simples y la regresión progresiva.

Los datos aportados son válidos para un determinado año y para una baja densidad de plantas. Posiblemente en condiciones de competición las plantas desarrollarían una arquitectura que produciría diferentes efectos en los componentes del rendimiento. No obstante las limitaciones propias de una metodología estadística representa una herramienta para el biólogo que quiera evaluar las contribuciones de los distintos estadíos de desarrollo y crecimiento en los genotipos a su disposición y al mejorador porque le orientan sobre las características a tener en cuenta cuando realiza sus selecciones.

BIBLIOGRAFIA

Donald, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. Euphytica 17:386-

Hsu, P. and P.D. Walton. 1970. The inheritance of morphological and agronomic characters in spring wheat. Euphytica 19:54-60.

Ledent J.F. 1977 Relations entre rendement par épi et caracteres - morphologiques a maturite chez diverses varieties de ble d'hiver - (Triticum aestivum L.). Ann Agron., 26 (4) 391:407.

Simpson, G.M. 1968. Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag leaf node in wheat. Can J. Plant Sci. 48: 253-260.

Stoskopf, N.C., T.W. Tanner, and E. Reinbergs. 1963. Attacking the yield barrier. Can. Dep. of. Agr. Cereal News 8:8-12.

Thorne, G.N. 1966. Physiological aspect of grain yield in cereals. In The growth of cereals and grasses. Butterworths, London p. 88-105.

Walton, P.D. 1969. Inheritance of morphological characters associated with yield in spring wheat. Can.J. Plant Sci. 49: 587-596.

- - - - 1971. Factor Análysis of Yield in Spring wheat...(Triticum aestivum L.) Crop. Sci. Vol 12:731-733.

CUADRO 1 Simbología de los caracteres analizados

* ESPIGA

Peso del grano de la espiga (rendimiento/espiga)

- PG
  - P1G — peso medio de 1 grano
  - GE — número de granos/espiga
    - NGep — número de granos/espiguilla
    - NEF — número de espiguillas fértiles

GRA peso de granza(lemas,paleas y raquis)

LE longitud de la espiga

NEE número de espiguillas estériles

DE densidad espiga(Nº de espiguillas/longitud de la espiga)

**CARACTERES VEGETATIVOS

A) Longitud (sin espiga)

- LT lomgitud del tallo
  - LS longitud superior al último nudo
  - LI longitud inferior al último nudo

B) Peso

- PST peso total del tallo sin espiga
  - H1, H2 y H3 peso de las láminas de las hojas(numeradas desde la parte superior)
  - V1 , V2 peso de las vainas correspondiente a las hojas H1 y H2
  - P peso del pedúnculo de la espiga
  - R peso del resto del tallo

CUADRO 2 Rendimiento por espiga y componentes

Caracteristica	Victoria INTA	C.V.	Bordenave PuánSAG	C.V.
PG (mg)	1.210,0	23,1	1215,0	18,6
P1G(mg)	32,6	16,4	39,3	9,7
NGep	2,15	20,6	1,74	8,3
NEF	17,01	8,6	17,21	18,0

C.V.:coeficiente de variación;PG(peso de grano/espiga) P1G(peso medio de un grano);NGep(nºde granos/espiguilla NEF(nº de espiguillas fértiles)

CUADRO 3 Coeficientes de correlación a madurez (*)

	PG		GE	
	Bordenave Puán	Victoria INTA	Bordenave Puán	Victoria INTA
Rendimiento por espiga y componentes				
PG	===	===	0,78(2)	0,84(1)
GE	0,78(1)	0,84(1)	===	===
NGep	0,42(14)	0,60(5)	0,50(13)	0,77(2)
NEF	0,38(15)	0,50(10)	0,49(14)	0,46(10)
NEE	-0,45(13)	-0,42(14)	-0,55(12)	-0,49(8)
P1G	0,54(11)	0,50(11)	===	0,50(7)
Caracteres vegetativos				
PST	0,73(2)	0,60(7)	0,76(4)	0,49(9)
R	0,57(8)	0,43(13)	0,63(10)	0,32(12)
V1	0,62(5)	0,65(4)	0,77(3)	0,65(4)
V2	0,65(4)	0,66(3)	0,76(5)	0,48(9)
H3	0,61(6)	===	0,75(6)	===
H2	0,56(9)	0,55(8)	0,67(9)	0,32(13)
H1	0,52(12)	0,60(6)	0,55(11)	0,54(6)
P	0,56(10)	0,48(12)	0,70(8)	0,58(5)
LS	0,28(16)	===	0,40(15)	0,31(14)
Caracteres de la espiga				
LE	0,57(7)	0,54(9)	0,79(1)	0,41(11)
GRA	0,66(3)	0,74(2)	0,74(7)	0,74(3)

* Sólo se presentan los coeficientes significativos al 0.05 al cuál le corresponde un límite de $r \geq 0,25$. Entre paréntesis se representa el ordenamiento en importancia de cada coeficiente. Sólo se consideran valores absolutos

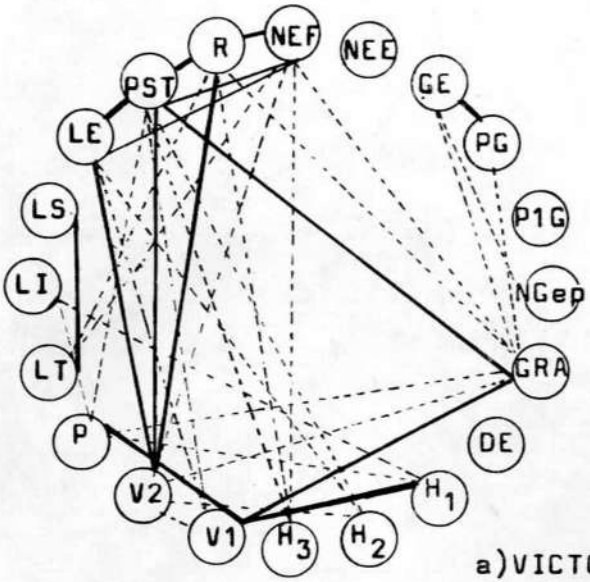
CUADRO 4 Regresión multiple los componentes de rendimiento y diversas partes del tallo

Variable Independiente	Cultivar	Correlación Parcial — Variable Dependiente H1	H2	H3	V1	V2	P	Regresión Parcial H1	H2	H3	V1	V2	R	Correlación múltiple R
GE	B.P.	-0,08	0,12	0,26	0,14	-0,04	0,01			167**				0,763**
	V.I.	-0,03	_	-0,16	0,18	_	0,09				227,6**			0,616
NEF	B.P.	-0,13	0,29	0,04	0,11	0,02	-0,11		166**					0,315
	V.I.	-0,05	0,01	0,20	0,06	0,17	0,01			39,4*		43,7*		0,712**
P1C	B.P.	-0,10	0,05	-0,15	-0,05	0,24	0,01							0,128
	V.I.	-0,01	0,04	0,08	0,05	0,02	-0,05		0,20*		0,27*		-0,11*	0,980**
NGep	B.P.	_	0,02	0,09	-0,02	-0,11	0,13							0,046**
	V.I.	0,05	_	-0,23	0,10	-0,09	0,11							0,347

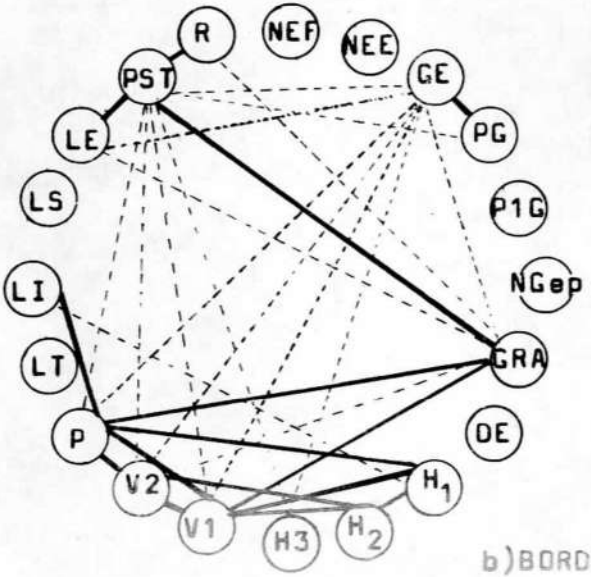
B.P.=Bordenave Puán V.I.=Victoria INTA. Se representan solamente los valores de regresión parcial superiores al o.o5

CUADRO 5 Regresión progresiva: orden de entrada(selección) de los diferentes caracteres en la ecuación de regresión respecto al rendimiento/espiga.Coeficiente de correlación múltiple (última columna)

A) Regresión sobre los caracteres de la espiga						
Bordenave Puán	GE	P1C				R=0,838**
Victoria INTA	GE	P1C				R=0,966**
B) Regresión sobre los caracteres vegetativos						
Bordenave Puán	V2	R	H2	H3	-LI	R=0,681**
Victoria INTA	V1	-LS	H1	LT	H3	R=0,746**



a)VICTORIA INTA



b)BORDENAVE PUAN SAG

FIGURA 1 a y b: Correlaciones simples en dos cultivares de trigo. Líneas contínua representan las correlaciones $|r| \geq 0,8$ mientras que con líneas discontínuas las correspondientes a $0,8 \leq r \leq 0,7$.