

ESTUDIO DE LA HERENCIA DE LA POSICION DE LAS HOJAS EN CUATRO CRUZAMIENTOS DE TRIGO¹

Study of the inheritance of leaf position character in four wheat crosses

Mireya Zerené Z.² y René Cortázar S.²

SUMMARY

In order to determine the inheritance of the character leaf position and its heredability in a broad sense, a study in four wheat crosses was carried out during 1984/85 and 1985/86, at the La Platina Exp. Sta. (INIA), Santiago, Chile. The behaviour of about 300 F₂ plants in each cross, and of 100 plants of each progenitor were studied. Afterwards, the F₃ descendents of 195 plants from the F₂ generation were analyzed.

The data from crosses I (Yafén x Aurifén), II (Huelquén x Aurifén) and IV (Huelquén x Trisa), were similar and indicated that leaf position in crosses I and IV is a character determined by two major genes, and by three major genes in cross II. In cross III (Raco x Yafén), the parental lines presented the same major genes for the character studied, but they were different in secondary genes.

The heredability in the broad sense was 0.71, 0.39, 0.39, and 0.54 for crosses I, II, III and IV, respectively. The correlation between the F₂ generation and the F₃ corresponding progenies, was highly significant ($r = 0.62$).

According to this study, the erect leaf character could be easily introduced to new cultivars.

INTRODUCCION

Uno de los objetivos principales en un programa de mejoramiento en trigo es la obtención de cultivares con un alto potencial de rendimiento. La naturaleza cuantitativa y la baja heredabilidad que presenta este carácter, impide realizar una selección en generaciones tempranas, lo que implica tener que llegar hasta líneas avanzadas con un alto volumen de material, del que posteriormente se elimina una parte importante por mal rendimiento.

Una manera de lograr un ahorro importante, tanto de recursos humanos como materiales, es realizar una selección indirecta para rendimiento, a través de caracte-

teres que presenten un alta heredabilidad y que estén claramente asociados con rendimiento.

Una posibilidad muy interesante es considerar el carácter hábito erecto de las hojas. Existe suficiente información, tanto en trigo como en arroz, que señala que cultivares con hojas erectas presentan mayores rendimientos que aquéllos con hojas laxas. Las hojas erectas logran una mejor intercepción y distribución de la luz solar y son menos competitivas entre sí, por lo que las plantas pueden ser sembradas a mayor densidad. Esto significa que, a iguales áreas sembradas, un cultivar con hojas erectas tendría mayor cantidad de superficie fotosintetizadora expuesta que un cultivar con hojas laxas, lo que favorecería un rendimiento más alto (Austin y otros, 1976; Donald, 1968; Leihner y Ortiz, 1978). Para poder incorporar este carácter en un programa de mejoramiento, es importante conocer los mecanismos hereditarios que lo gobiernan.

Entre los pocos estudios genéticos que se han realizado sobre él, se puede citar el trabajo de Carvalho y

¹ Recepción de originales: 6 de mayo de 1986.

Este trabajo corresponde a una parte de la tesis de grado desarrollada por la autora principal para optar al título de Ing. Agrónomo en la U. Católica de Chile.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 439, Correo 3, Santiago, Chile.

Qualset (1978), quienes realizaron cruzamientos entre un cultivar de trigo del grupo *Shaerococcum*, de hojas erectas y cortas, y Siete Cerros 66, un cultivar de hojas largas e inclinadas. Al evaluar los resultados de las generaciones F₁ y F₂, concluyeron en forma tentativa que dos genes controlaban el ángulo de la hoja bandera; además, observaron que el carácter hoja inclinada presentaba dominancia parcial. También, en otra investigación sobre la herencia del ángulo de la hoja en trigo, Nigam y Srivastava (1976) indicaron que un gene aditivo afectaba la expresión de este carácter.

Esta información es insuficiente, para formular un procedimiento de trabajo adecuado para programas de mejoramiento, situación que motivó a realizar la presente investigación. En ella, se hace un análisis genético de la herencia de la posición de la hoja en trigo, para determinar el número de genes que controlan este carácter y su heredabilidad en sentido amplio.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos de campo fueron llevados a cabo en la Est. Exp. La Platina (INIA, Santiago). El material experimental se derivó de las cruza realizadas por el Programa de Mejoramiento de Trigo del INIA. De los cuatro cruzamientos estudiados, en tres de ellos (I, II y IV) se cruzó padres de hoja erecta con padres de hoja laxa. En el cruzamiento III, se cruzó dos padres de hojas erectas.

En el Cuadro 1, se indican los progenitores de cada cruzamiento y el tipo de posición de hojas que presentan en forma general, considerando que debido a la variación ambiental, los progenitores abarcan un mayor número de clases que el que les corresponde por ser genéticamente homocigotas.

CUADRO 1. Progenitores de los cruzamientos estudiados y posición de hojas que presentan

TABLE 1. Parents of the crosses studied and their leaves' position

Cruzamiento	Progenitores	Posición de hojas
I	P 11: Yafén P 12: Aurifén	Erecta Laxa
II	P 21: Huelquén P 22: Aurifén	Erecta Laxa
III	P 31: Raco P 32: Yafén	Erecta Erecta
IV	P 41: Huelquén P 42: Trisa	Erecta Laxa

En la temporada agrícola 1984/85, de cada cruzamiento se sembró 300 plantas F₂ y 100 plantas de cada progenitor, en surcos de 5 m de largo, con una distancia sobre hilera de 0,2 m y entre hilera de 0,3 m, sin ajustarse a un diseño estadístico.

Se determinó que el período que presentaba una mayor claridad para visualizar la posición de las hojas en trigo, era el correspondiente a embuchado, estado de crecimiento 10 en la escala de Feekes Large. Durante este período, se realizaron tres clasificaciones visuales independientes, por planta individual, que luego fueron promediadas. Estas clasificaciones se basaron en los siguientes fenotipos previamente definidos:

Fenotipo 1: todas las hojas erectas

Fenotipo 2: la mayoría de las hojas erectas

Fenotipo 3: Cantidad equivalente de hojas erectas y laxas

Fenotipo 4: la mayoría de las hojas laxas

Fenotipo 5: todas las hojas laxas

Con la información obtenida, se dibujaron histogramas de frecuencia de las distintas poblaciones. La descripción de las distribuciones obtenidas se hizo basada en el promedio (\bar{X}) y la desviación estándar (S). Se calculó la heredabilidad en sentido amplio (H^2), que corresponde a la proporción de la variabilidad total atribuible a factores genéticos. Cuantitativamente, la H^2 puede ser expresada de la siguiente forma:

$$H^2 = \text{Var. genética} / \text{Var. total (genética + ambiental)}$$

lo que es equivalente a:

$$H^2 = \frac{\text{Var. F}_2 - (\text{Var. prog. 1} + \text{Var. prog. 2}) / 2}{\text{Variancia F}_2}$$

En la temporada agrícola siguiente, se seleccionó semillas provenientes de 195 plantas F₂, de los cruzamientos I, II y IV, las cuales fueron sembradas en surcos individuales de 5 m.

Se tomaron dos notas independientes para posición de hojas en plantas individuales, de acuerdo a los fenotipos descritos anteriormente. Se obtuvo un valor promedio de estas notas en cada surco, los que luego fueron correlacionados con su correspondiente antecesor F₂.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al estudiar los histogramas de los cruzamientos I, II y IV (figuras 1, 2 y 3, respectivamente), se observa que en el F₂ de todos ellos están representadas no só-

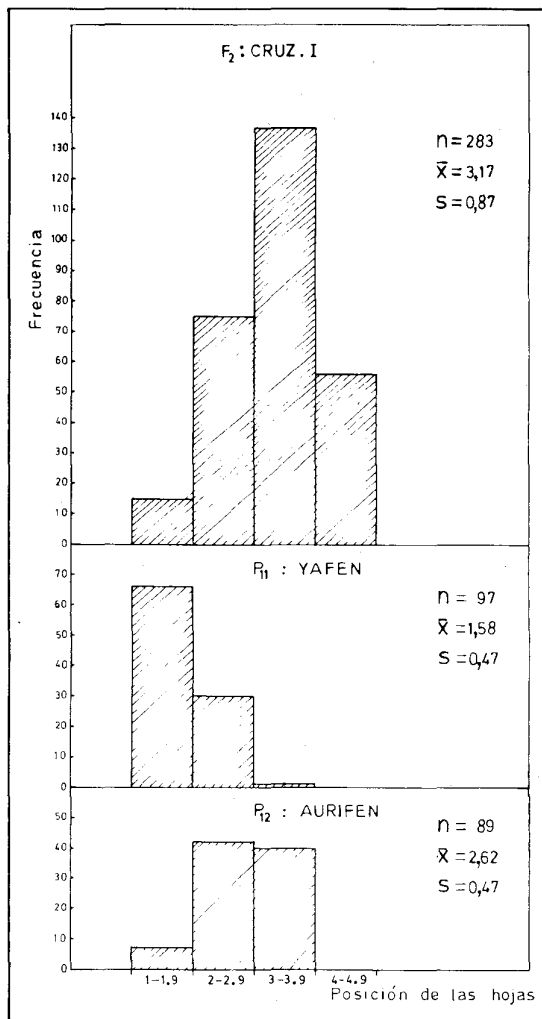


FIGURA 1. Distribución de frecuencias para valores de posición de hojas, en la población F₂ y progenitores del cruceamiento I.

FIGURE 1. Frequency distribution for leaf position values, in the F₂ and parents populations of cross I.

lo las clases padres, sino que además individuos con características más extremas que los padres y en una frecuencia alta. La aparición de individuos con características más extremas, está indicando que cada padre aporta genes diferentes para este carácter, ya que si sólo uno de los padres aportase los genes, no se podrían producir individuos más extremos que el padre laxo. Además, con los resultados obtenidos, se puede concluir que los genes aportados por el padre laxo son más efectivos para producir hoja laxa que los aportados por el padre erecto.

Para poder tener una idea aproximada del número de genes en que se diferencian los padres de estos cruce-

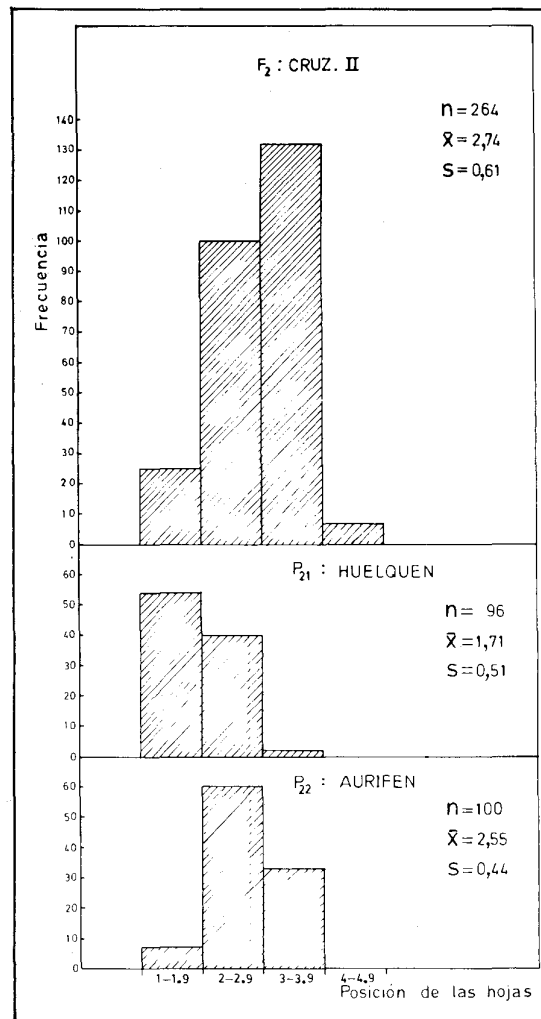


FIGURA 2. Distribución de frecuencias para valores de posición de hojas, en la población F₂ y progenitores del cruceamiento II.

FIGURE 2. Frequency distribution for leaf position values, in the F₂ and parents populations of cross II.

mientos, se puede analizar lo que ocurriría en los F₂, cuando los padres se diferencian en 2, 3 ó 4 genes. En el Cuadro 2 se presenta, para cada cruceamiento estudiado, el número teórico de individuos esperados superiores al padre laxo en el F₂, considerando que los padres se diferencian en 2, 3 y 4 genes.

En el Cuadro 3, se indica el número teórico esperado de individuos superiores al padre laxo y el número real obtenido en cada caso (cruceamientos I, II y IV), considerando que los padres se diferenciarían en 2, 3 y 4 genes, calculados de acuerdo al Cuadro 2. Debido a la variabilidad que muestran los genotipos, se puede estimar que el número real obtenido debería multipli-

carce por 2, ya que la mitad de ellos estaría en la clase inferior.

De acuerdo con estos resultados se puede concluir que en los cruzamientos I y IV los padres se diferencian en 2 genes. En relación con el cruzamiento II, los números obtenidos podrían indicar tres genes, aunque por el comportamiento de uno de los padres en otro cruzamiento, sería dudoso. Lo que sí puede asegurarse, es que es un carácter dependiente de no más de 3 genes, en todos los casos.

CUADRO 3. Números de individuos esperados y obtenidos en el F₂, con posición de hojas más laxas que el progenitor de hojas laxas, considerando que los padres difieren en 2, 3 y 4 genes

TABLE 3. F₂ expected and real numbers of individuals with leaves in a more lax position than its lax progenitor, considering that parents differ in 2, 3 and 4 genes for the leaf position character

Cruzamiento	Número de individuos fenotípicamente superiores al padre laxo			Número real obtenido
	2 genes	3 genes	4 genes	
I	53	13,3	3,3	56
II	50	12,4	3,2	7
IV	55	13,7	3,4	31

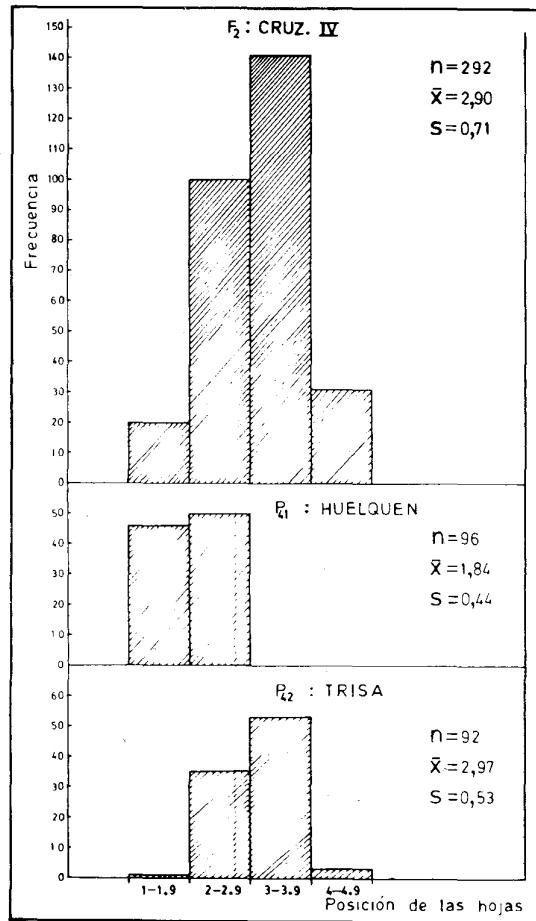


FIGURA 3. Distribución de frecuencias para valores de posición de las hojas, en la población F₂ y progenitores del cruzamiento IV.

FIGURE 3. Frequency distribution for leaf position values in the F₂ and parents populations of cross IV.

CUADRO 2. Genotipo y proporción de individuos esperados en el F₂ con posición de hojas más laxas que el progenitor de hojas laxas, en cruzamientos en que los padres difieren en 2, 3 y 4 genes, para el carácter posición de hojas

TABLE 2. Genotype and F₂ expected rate of individuals with leaves in a more lax position than its lax progenitor, in crosses which parents differ in 2, 3 and 4 genes for the leaf position character

Padre laxo	Padre erecto	Homocigotas		Fenotípicamente superiores
AAbb	aaBB	1 AABB	1/16	1 AABB 2 AABb = 3/16
AABBcc	aabbCC	1 AABBCC	1/64	1 AABBCC 2 AABBcc = 3/64
AABCCdd	aabbccDD	1 AABCCDD	1/256	1 AABCCDD 2 AABCCDd = 3/256

En los cruzamientos estudiados, se observa un desplazamiento de la población F_2 hacia fenotipos de hojas laxas. En los cruzamientos I y IV, los padres laxos tendrían el genotipo $AAbb$ y los padres erectos tendrían el genotipo $aaBB$, siendo mucho más intenso el efecto del gene A que el del gene B, en producir laxitud de las hojas.

Las poblaciones progenitoras y F_2 del cruzamiento III, indicadas en la Figura 4, presentaron distribuciones de frecuencias similares entre ellas, lo que haría

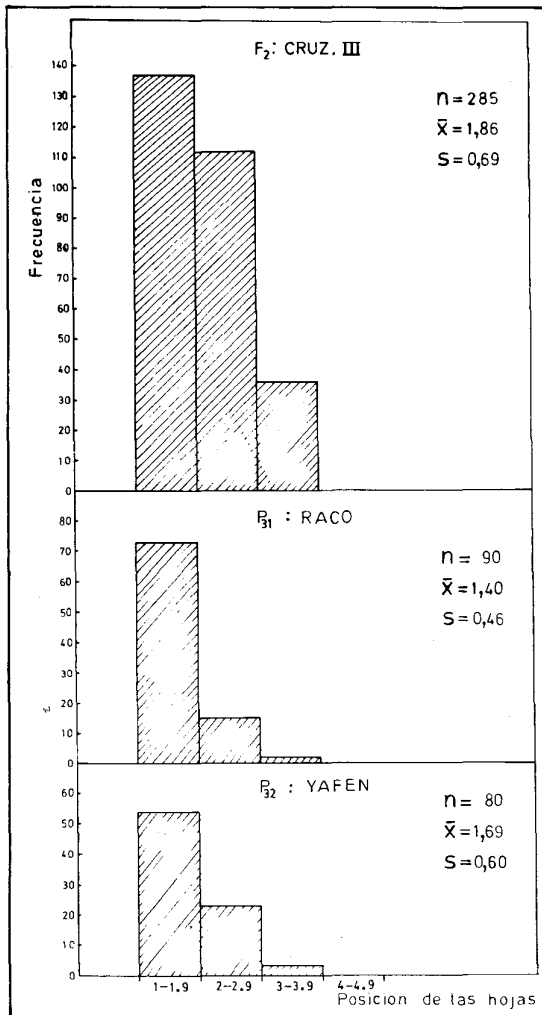


FIGURA 4. Distribución de frecuencias para valores de posición de las hojas, en la población F_2 y progenitores del cruzamiento III.

FIGURE 4. Frequency distribution for leaf position values, in the F_2 and parents populations of cross III.

pensar en primera instancia que los progenitores poseen los mismos genes para el carácter en estudio; pero de ser así, no podríamos explicar la disminución de frecuencia (en porcentaje) de la clase 1-1,9 y el aumento de las clases 2-2,9 y 3-3,9 observadas en la población F_2 , en relación a las poblaciones de los progenitores. Si los padres se diferencian en dos genes mayores, se esperaría una segregación muy superior a la observada. Debido a esto, es más factible estimar que los progenitores podrían ser genéticamente iguales en los genes principales y se diferenciarían en dos genes secundarios, los que producirían los cambios observados en el F_2 .

La H^2 , calculada para posición de las hojas, según lo indicado en el capítulo Materiales y Métodos, se presenta en el Cuadro 4. Se puede ver que en los cruzamientos I y IV hay una moderada influencia de factores ambientales sobre la variancia total observada. En los cruzamientos II y III, la heredabilidad obtenida fue baja; ésto sería justificable en el III, debido a que sus progenitores se diferencian para el carácter en estudio sólo en genes menores; esto no ocurre en el cruzamiento II, lo que hace pensar que el valor obtenido, en este caso, probablemente no corresponde a una buena estimación de esta variable.

La correlación entre la generación F_2 y el promedio de su correspondiente descendencia F_3 , fue altamente significativa ($r = 0,62$). El hecho de que la posición de las hojas en trigo esté determinada por un número reducido de genes, indica que éste sería un carácter fácil de introducir en nuevos cultivares.

CUADRO 4. Heredabilidad en sentido amplio (H^2), de la posición de las hojas, en los cruzamientos I, II, III y IV

TABLE 4. Heredability in a wide sense (H^2), of leaves' position in crosses I, II, III and IV

Cruzamiento	H^2
I	0,71
II	0,39
III	0,39
IV	0,54

RESUMEN

Se realizó un estudio en cuatro cruzamientos de trigo (*Triticum aestivum*) para determinar la herencia del carácter posición de hojas y su heredabilidad en sentido amplio. Esta investigación se efectuó durante las temporadas agrícolas 1984/85 y 1985/86, en la Est. Exp. La Platina (INIA, Santiago).

De cada cruzamiento, se estudió el comportamiento de cerca de 300 plantas de la generación F₂ y de 100 plantas de cada cultivar progenitor; posteriormente, se analizó la descendencia F₃ de 195 plantas de la generación F₂.

Los resultados obtenidos en los cruzamientos I (Yafén x Aurifén), II (Huelquén x Aurifén) y IV (Huelquén x Trisa) fueron similares e indicaron que la posición de las hojas es un carácter determinado por dos

genes principales, en los cruzamientos I y IV, y por 3 genes principales, en el cruzamiento II. En el cruzamiento III (Raco x Yafén), los progenitores presentaron los mismos genes principales para el carácter en estudio y sólo se diferenciaron en genes secundarios.

La heredabilidad en sentido amplio calculada fue 0,71; 0,39; 0,39 y 0,54, para los cruzamientos I, II, III y IV, respectivamente. La correlación obtenida entre la generación F₂ y el promedio de su correspondiente descendencia F₃ fue altamente significativa ($r = 0,62$).

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que posición de hoja erecta sería un carácter fácil de introducir en nuevos cultivares.

LITERATURA CITADA

- AUSTIN, R.B.; FORD, M.A.; EDRICH, J.A.; and HOOPER, B.E. 1974. Some effects of leaf posture on photosynthesis and yield in wheat. *Ann. Appl. Biol.* 83: 425-446.
- CARVALHO, F.I. and QUALSET, C.D. 1978. Genetic variation for canopy architecture and its use in wheat breeding. *Crop. Sci.* 18: 561-566.
- DONALD, C.M. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17: 385-403.
- LEIHNER, D.E. and ORTIZ, G.F. 1978. Improvement of durum wheat plant type, yield potential, and adaptation. *Euphytica* 27: 785-799.
- NIGAM, S.N. y SRIVASTAVA, J.P. 1976. Inheritance of leaf angle in *Triticum aestivum* L. *Euphytica* 25: 457-461.