

# ESTUDIO GENETICO DEL CARACTER RAQUIS FUERTE EN LAS VARIETADES ATLAS 54 Y TOLUCA I DE LA ESPECIE *Hordeum vulgare* L.

Por Enrique Riojas Guadiana,<sup>1</sup> Aristeo Acosta Carreón y Oscar Brauer Herrera

*Rama de Genética, CP, Chapingo, México.*

## *Sinopsis*

La fragilidad del raquis es uno de los problemas principales relacionados con el mejoramiento de la calidad maltera de la cebada, tanto en México como en el resto del mundo. Debido a la divergencia de opiniones que existe entre los investigadores acerca del número de genes que determina la resistencia del raquis a la fractura, se llevó a cabo este estudio para determinar dicho número y para obtener líneas y variedades de raquis fuerte y de alta calidad maltera. Se usó la variedad Toluca I que tiene buena calidad maltera y raquis quebradizo, en cruces con la variedad Atlas 54 que tiene raquis fuerte y calidad maltera media. Se encontró, por la forma en que se presentó la segregación en la progenie, que son dos, por lo menos, los pares que determinan la resistencia del raquis. También, se diseñó un método para medir con mayor exactitud la resistencia del raquis a la ruptura.

## *Summary*

Brittle rachis is one of the main problems related to the improvement of the malting quality of barley in Mexico as well as in the rest of the world. Due to the different opinions as to the number of genes which determines the resistance to the rupture of rachis and/or neck this study was carried out in order to define this number and to obtain lines and varieties with strong rachis and good malting quality. The variety Toluca I. with good malting quality and brittle rachis, was studied in crosses and segregating progenies, with the variety Atlas 54 which has strong rachis and fair malting quality. It was found that there were two, at least, the factor pairs which determine the strenght of the rachis. It was designed a new method to measure more accurately the resistance of the rachis to the rupture also.

## *Introducción*

La cebada en México, ocupa el tercer lugar en superficie cultivada después del maíz y trigo\*. La cebada se usa principalmente en la industria maltera, y no obstante que en México se tiene una producción aparentemente suficiente, la demanda de la industria maltera no se satisface porque la cebada que se siembra es en su mayor parte cebada común, la cual no es apta para el malteo y su rendimiento es muy bajo.

Actualmente no existe una variedad que sea de buena calidad maltera y resistente a la fractura del raquis, que pueda sembrarse tanto de riego como de

\* Según datos proporcionados por Impulsora Agrícola, la superficie sembrada de maíz fue de 6,424,000 ha; de trigo de 1,786,000 ha; y de cebada de 149,200 ha, en el ciclo 1964-1965.

<sup>1</sup> Dirección actual: Programa de Cereales del CIANO. Apartado Postal 515. Cd. Obregón, Son.

temporal, apta para la mecanización y que pueda permanecer en el terreno hasta su madurez completa sin pérdida de la espiga o parte de ella. Actualmente se cuenta con la variedad Toluca I que tiene una buena calidad maltera, pero es muy susceptible a la fractura del raquis, por lo que su cultivo se reduce a siembras de temporal con deficiencias en las prácticas de cultivo.

Siendo la fragilidad del raquis uno de los problemas principales para el mejoramiento de las cebadas que se utilizan en la industria maltera, tanto en nuestro país como en el resto del mundo, se hizo el estudio genético del carácter raquis fuerte en las variedades de cebada Atlas 54 y Toluca I de la especie *H. vulgare*, con el fin de ver la posibilidad de obtener líneas y variedades de raquis fuerte que reúnan las características que la industria exige para obtener un buen producto, para lo cual es necesario conocer la forma en que se heredan estas características. Al conocer ésta, será posible también obtener una variedad de espiga normal tipo manchuriano y de raquis fuerte como la variedad Atlas 54 y con la calidad maltera de Toluca I, la cual podría sembrarse en todas las regiones cebaderas del país y sería posible mecanizar la cosecha sin el riesgo de perder parte de ella al permanecer la cebada por más tiempo en el terreno.

Una vez teniendo esta línea o variedad podrá evitarse la importación de cebadas de buena calidad, como la Kindred, o de calidad media como Atlas 54, Mariout o California, con el correspondiente ahorro de divisas para el país, al poder autoabastecerse, tanto para la industria maltera, como para la cervecera.

#### *Revisión de literatura*

Kaufmann y Shebeski (3) estudiaron la herencia del raquis fuerte en cuatro cruces de cebada, dos en la  $F_2$  y dos en la  $F_3$  en las variedades OAC 21 y Gem. y OAC 21 y Beecher, encontrando una proporción de 3:1 en la  $F_2$ . Estos autores consideran que la resistencia a la ruptura del raquis después de la madurez en las cebadas cultivadas es un carácter recesivo de herencia simple.

Johnson y Aberg (2) encontraron mucha variación en la cruce de *Hordeum agriocrithon* y *H. spontaneum*, con respecto al grado de resistencia en el grupo de raquis fuerte.

En un experimento hecho en Iowa (2), con la cruce Peatland por C.I. 4821 encontraron que todas las plantas de la  $F_1$  producían raquis frágil, comprobando lo dicho por Ubisch acerca de los factores complementarios para el carácter raquis frágil, y encontraron además que sus resultados se ajustaban a una proporción de 9:7.

Biffen, en 1907 (cita en 2), informó de una proporción de 3:1 en la generación  $F_2$  para raquis frágil y raquis fuerte, respectivamente. Schieman (cita en 2), en 1942 encontró que el grado de fragilidad del raquis estaba influido por un inhibidor y que en las plantas heterocigotas, para el gen dominante de raquis frágil, éste era fuerte en presencia del gen inhibidor dominante.

Ubisch, en 1915 (cita en 2), obtuvo en la generación  $F_2$  una proporción de 9:7 que se ajusta a dos pares de factores dominantes para el carácter raquis frágil con genes complementarios y de interacción.

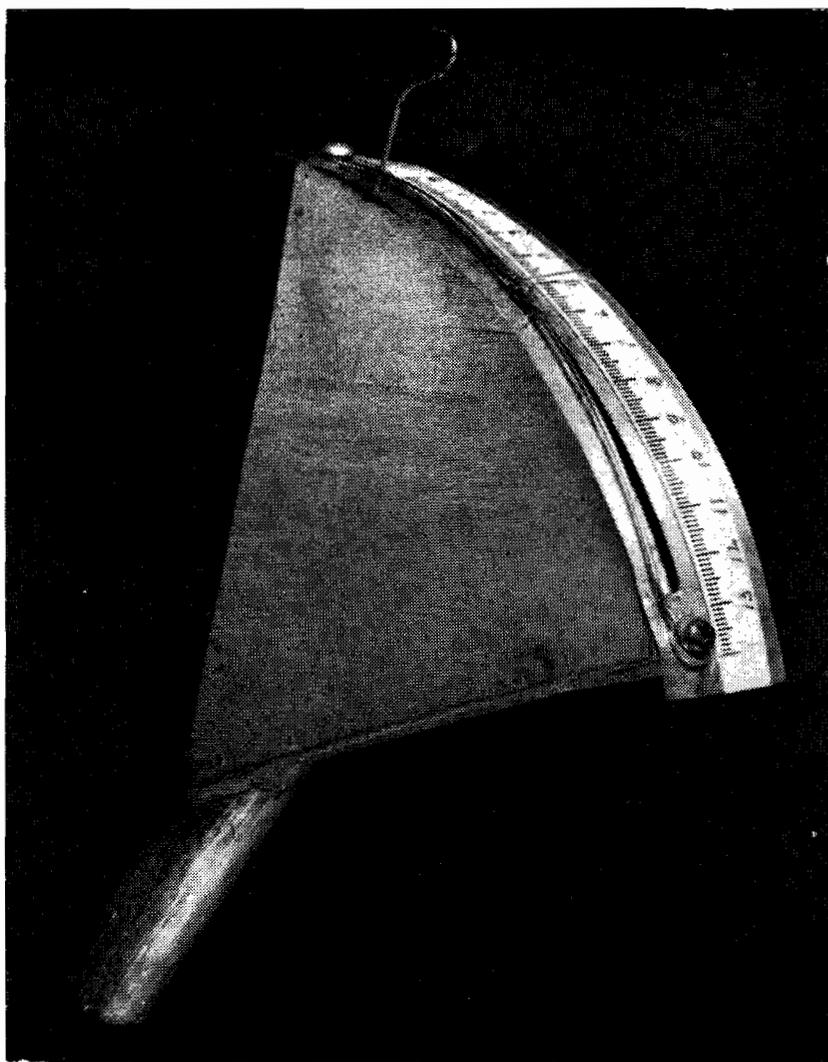


Figura 1. Aparato para medir la resistencia del raquis a la ruptura.

#### *Materiales y métodos*

Las variedades utilizadas en el presente experimento fueron Toluca I y Atlas 54. La variedad Toluca I se caracteriza por ser de buena calidad maltera, tipo manchuriano, espiga larga de seis hileras, barba lisa, hábito de primavera, precocidad media y de raquis frágil. Atlas 54, se caracteriza por ser de calidad media, tipo costero, espiga densa de corta a media, de seis hileras, barba lisa, hábito de primavera, precocidad media y de raquis fuerte. Los cruzamientos de estas variedades se hicieron en el ciclo de invierno de 1962-63 en el CIANO y en el CIAB.

El 22 de abril de 1965 se sembró en el Campo Agrícola Experimental "El

Horno", Chapingo, México, la generación  $F_1$  en macetas de barro de 17 centímetros de alto por 15 centímetros de diámetro; a ambos lados se sembraron los progenitores Atlas 54 y Toluca 1 como testigos (siembras hechas en el invernadero). Una vez que éstas llegaron a su madurez y que la variedad Toluca 1 empezó a tirar la espiga a consecuencia de la fragilidad del raquis, inmediatamente se procedió a la cosecha.

La resistencia a la ruptura del raquis se midió con un aparato diseñado por el Ing. Federico Castilla Chacón. El aparato (Fig. 1) consiste en: un sector de círculo de madera de triplay de 15 centímetros y una cuerda de 15 centímetros; a un tercio de la base del sector nace una aguja que funciona como cuerda de reloj, hecha de alambre acerado. El extremo libre de la aguja está doblado en forma especial, de tal modo que sirva para doblar la espiga en cierto grado de una manera uniforme para todo el material por analizar. Al desplazarse la



Figura 2. Forma en que se midió la resistencia del raquis a la ruptura; nótese una espiga rota.

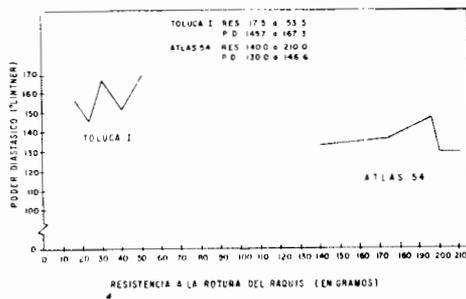


Figura 3. Gráfica en que se muestra la resistencia del raquis y el poder diastásico de las variedades de cebada Atlas 54 y Toluca I.

aguja hacia la derecha, lleva consigo un índice de alambre de cobre como indicador, el cual al romperse el raquis de la espiga y regresar la aguja al punto cero de la escala, queda marcando el punto máximo alcanzado antes de la ruptura, lo que representa una medida de la resistencia del raquis. La escala es convencional y está marcada de 0 a 130 milímetros; cada milímetro en la escala equivale a 1.75 gramos de resistencia. La forma de medir la resistencia del raquis se ilustra en la Figura 2.

### Resultados

La resistencia a la ruptura del raquis fue muy variable. En la variedad Toluca I, considerada como de raquis frágil, se presentó una variación de 17.5 a 52.5 gramos. En la variedad Atlas 54 la resistencia varió de 140.0 a 210.0 gramos (Figura 3).

En la  $F_1$  se encontró una resistencia que varió de 17.5 a 59.5 gramos, o sea de la clase o grupo de raquis frágil.

La  $F_2$  fue sembrada en el CIAB el 28 de diciembre de 1965, obteniéndose 2,000 plantas. Una vez que la cebada llegó a su madurez y que la variedad Toluca I empezó a tirar la espiga a consecuencia de los vientos y a la fragilidad de su raquis, se procedió a la cosecha. En la  $F_2$  se encontró una resistencia que varió de 17.5 a 210.0 gramos (Figura 4). La determinación se hizo por medio del aparato descrito anteriormente.

La resistencia del raquis se tomó en 707 plantas  $F_2$  y se hizo la prueba estadística de  $X^2$  para ver si los resultados verificaban la hipótesis de dos pares de factores con una proporción de 9:6:1. (Cuadro 1).

## C U A D R O 1

Prueba de  $X^2$  para una proporción de 9:6:1 en líneas  $F_2$  de la cruce Atlas 54  
X Toluca I y para un solo carácter \*

Resistencia a la ruptura del raquis en gramos		Población		(O-C)	$\frac{(O-C)^2}{C}$
		Observada (O)	Calculada (C)		
17.5 — 68.25		400	397.6875	2.3125	0.00134
68.26 — 103.25		267	265.1250	1.8750	0.00133
103.26 — 210.00		40	44.1875	-44.1875	0.39684
Total	N=	707	707.0000	00.0000	X=0.39951

\* Resistencia a la ruptura del raquis.

El valor de  $X^2$  de 0.39951 de las tablas respectivas, considerando dos grados de libertad, nos da un valor de P entre 75 y 90%, por lo que confirma la hipótesis de una proporción de 9:6:1.

El notable aumento en la  $F_2$  con respecto a la variación de la resistencia indica que hay factor aditivos e interactuantes y cada uno influye sobre la resistencia del raquis o que quizás se trata de un efecto acumulativo sobre los demás.

Se hizo la determinación del poder diastásico en 50 muestras de cebada de la  $F_2$  cuya variación en la resistencia era muy grande, para ver si había correlación con la resistencia a la ruptura del raquis. Se encontró una correlación de 0.045, lo cual indica que no existe ninguna correlación entre el poder diastásico y la resistencia del raquis, o sea que el poder diastásico es completamente independiente de la resistencia del raquis a la ruptura (Figuras 3 y 4).

#### Determinación del número de pares de factores

Para estimar el número de pares de factores que intervienen en la determinación del carácter "raquis fuerte", se usó la fórmula propuesta por Wright y

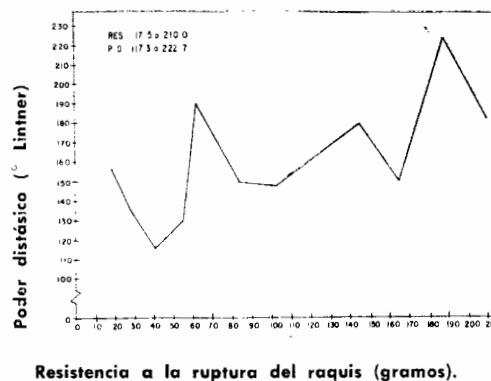


Figura 4. Gráfica que muestra la variación de la resistencia del raquis y poder diastásico en líneas  $F_2$  de la cruce de Atlas 54 x Toluca I.

Castle, la cual nos da el número mínimo de pares de factores que pueden intervenir en la manifestación de un carácter.

Por otro lado, considerando la variación, tanto en los progenitores, como en las líneas segregantes con respecto a la resistencia del raquis a la ruptura, se hizo una transformación logarítmica. La fórmula empleada es la siguiente:

$$N = \frac{D^2}{8 (\sigma^2 F_2 - \sigma^2 F_1)} = \frac{(2.26 - 1.44)^2}{8 (3.60 - 3.07)} = \frac{0.6724}{4.24}$$

$$N = 0.158 \text{ Antilogaritmo} = 114 = 2 \text{ pares de factores}$$

El resultado de dos pares de factores está de acuerdo con los obtenidos por otros investigadores; sin embargo, la proporción de 9:6:1 aceptada antes, no concuerda con la 9:7 encontrada por las personas que han trabajado en la determinación de la herencia de este carácter. Probablemente, esto se deba a la forma en que se haya medido la resistencia, o fragilidad del raquis, o a que tan sólo haya sido por observación visual, en cuyo caso habría mucha variabilidad; por ejemplo, en las plantas acamadas la espiga permanece en la planta; sin embargo, al determinarse la resistencia del raquis a la ruptura por medio del aparato usado, ésta no varió; es decir, fue más o menos igual, tanto en las plantas acamadas, como en plantas erectas.

Otro de los factores que pueden explicar la diferencia de resultados podría ser el hecho de que quizá existan diferentes grados de resistencia en diferentes variedades, lo cual, desde luego, queda pendiente de comprobar.

#### *Conclusiones*

1. Existe una variación muy grande, tanto en la fragilidad del raquis, como en la resistencia del mismo.
2. La variación en la  $F_1$  fue superior al progenitor más frágil, pero siempre de raquis frágil.
3. En  $F_2$  el grado de resistencia fue igual, tanto al progenitor más frágil, como al más resistente. También se observó una variación intermedia que no se presentó en los padres (Figuras 3 y 4).
4. La proporción 9:6:1 encontrada, nos hace suponer que existen por lo menos dos pares de factores en la determinación del carácter, y que éstos son aditivos o complementarios; no obstante, esta variación no está de acuerdo con la encontrada por otros investigadores.
5. Según el presente estudio resultan ser dos pares de factores los que intervienen en la determinación del carácter raquis fuerte, lo cual está de acuerdo con lo obtenido por otros investigadores.
6. Es posible encontrar líneas que reúnan las características de raquis fuerte y alto poder diastásico.

7. No hay ninguna correlación entre la resistencia del raquis y el poder diastásico.

8. Se ha probado con buen éxito un método para determinar la resistencia del raquis en la cebada.

### *Bibliografía*

1. FAO. Anuario de producción. Vol. 18. 1964.
2. JOHNSON, I. J. Y ABERG, E. "The inheritance of brittle rachis in barley". *Jour. Amer. Soc. Agron.* (35): 101-106. 1943.
3. KAUFMANN, M. L. Y L. H. SIEBESKI. "Inheritance of rachis strenght in barley". *Canad. Jour. Agric. Sci.* (34): 152-155. 1954.
4. LEÓN, C. A. Manual de Agricultura. Barcelona, Salvat Editores, S. A. 1954.