

SECCION TRABAJOS DE EX-ALUMNOS Y ALUMNOS

Investigaciones preliminares sobre la herencia de los caracteres en el trigo. - (1.ª contribución)

POR EL ING. AGR. RAIMUNDO NIEVES
Director de la Estación Experimental de Guatraché

MATERIAL

Las cruces en F_1 , en 1928, comprendían las siguientes nuevas hibridaciones:

Nº Cheg. 7	X—Kanred × Florence	15 plantas
» 8	X—Kanred × Red Bobs	36 »
» 9	X—(B × R—A ₁₂) × Alaska	22 »
» 10	X—Florence × Barleta	28 »
» 11	X—« 110 » M. A. × Florence	13 »
» 12	X—« 38 » M. A. × Florence	6 »
» 13	X—« 110 » M. A. × Turkey	5 »
» 14	X—Record × Regional	7 »
» 15	X—Ardito × Alaska	7 »
» 16	X—Americano 26 n × (B × R—A ₆)	6 »
» 17	X—Americano 26 n × Record	8 »
» 18	X—Americano 26 n × Ardito	18 »
» 19	X—Ardito × (B × R—A ₆)	34 »
» 20	X—Ardito × Record	7 »
» 21	X—Ardito × (B × R—A ₁₂)	16 »
» 22	X—Ardito × Americano 26 n	9 »
» 23	X—(B × R—A ₆) × Alaska	2 »

Estas 17 cruces en F_1 , fueron sembradas en la jaula « ad hoc » con sus respectivos ascendientes como cotipos, ocupando cada una, un surco con los granos a 5 cms entre ellos y a 20 cms entre surcos.

El examen de este abundante material genético, nos ha permitido realizar importantes observaciones relacionadas con el comportamiento hereditario de un gran número de factores, las que se exponen a continuación.

HERENCIA DE LOS PRINCIPALES CARACTERES

Espigazón temprana « versus » espigazón tardía. — Freeman (1), encuentra en sus cruza, que la espigazón fué intermedia en la F_1 , pero aproximándose al ascendiente más tardío. Bryan y Pressley (2), confirman la anterior observación, trabajando con la cruza Sonora \times Turkey, mientras que Clark (3), en la cruza Kota \times Hard Federation, encuentra que la precocidad es dominante.

Hemos citado solamente, las conclusiones de estos experimentadores, pues su método de determinación de la precocidad, concuerda con el nuestro, en el que tenemos en cuenta la aparición de las espigas en los tallos principales, como determinante de aquélla.

En nuestra cruza Kanred \times Florence, la *precocidad* se manifiesta completamente *dominante*, espigando la F_1 en Octubre 4, simultáneamente con el ascendiente precoz Florence, mientras que el ascendiente tardío, Kanred, espiga 19 días más tarde, en Octubre 23. En cambio en nuestra cruza Kanred \times Red Bobs, la *precocidad* se manifiesta *intermediaria pero muy próxima* al ascendiente precoz. Tenemos:

Red Bobs	espiga	Octubre	13
Kanred \times Red Bobs	»	»	14
Kanred	»	»	23

En ambos casos, se trata de siembras tempranas — el 4 de Abril — que es la época más favorable para el ascendiente tardío — el Kanred.

El comportamiento de estos caracteres, analizados en otras de nuestras cruza, serán motivo de informes más completos.

Tenemos el propósito de estudiar en la F_2 , del corriente año, la herencia de estos caracteres y los factores que los determinan, pues mientras Freeman, encuentra que la fecha de espigazón es gobernada por tres o más factores, Florell (4), en la cruza Sunset \times Mayquis, puede explicar la segregación producida en la F_2 , sobre la base de un solo par de factores alelomorfos, siendo la precocidad dominante, en la relación mendeliana 3:1.

Hábito de crecimiento erecto v. rastrero. — Estos caracteres, guardan estrecha correlación con el par alelomórfico anterior, pues siem-

pre los trigos de largo ciclo evolutivo, son rastreros en mayor o menor grado, mientras que los precoces son siempre erectos. Según Percival (⁶), los híbridos de estos trigos son intermediarios en la F_1 y segregan en la F_2 , en la relación 1:2:1.

En nuestras cruzas Kanred \times Florence y Kanred \times Red Bobs — sembradas en Abril 4 — hemos encontrado *dominancia completa del tipo erecto* sobre el rastrero. Sólo durante el primer mes de vegetación, parecieron *intermediarios*, siendo neta la dominancia del tipo erecto, ya a los dos y medio meses de vegetación. Es de hacer notar que el ascendiente rastrero — Kanred — mantiene su hábito hasta principios de la Primavera.

Resistencia a las heladas v. susceptibilidad. — Estos caracteres, guardan estrecha correlación con los anteriores, siendo los trigos tardíos de crecimiento rastrero sumamente resistentes y los precoces erectos, muy flojos. La resistencia al frío, es un carácter hereditario, pero de segregación muy compleja por lo que difícilmente pueden establecerse relaciones mendelianas perfectas. Ello se explicaría, según Nilson Ehle (⁶), sobre la hipótesis de que este carácter es la resultante de varios constituyentes independientes, pudiendo dos variedades con igual dureza al frío, deber su resistencia al frío, a constituyentes distintos. No obstante, no es difícil, obtener nuevas variedades resistentes a las heladas y con otros caracteres deseables. Hayes y Garber (⁷), han obtenido pleno éxito, por este camino, creando las variedades Minhardi y Minturki.

En nuestras cruzas, ya citadas, la reacción a las heladas es *intermediaria pero aproximándose mucho al ascendiente resistente*. Esto es particularmente notable, en la craza Kanred \times Florence, en la que la F_1 , no sufre más que la quemadura de la punta de las hojas, mientras que el ascendiente Florence, pierde la totalidad de las mismas y quema sus tallos, hasta muy cerca del suelo. Sin embargo no muere ninguna planta y emiten nuevas hojas.

Hoja glabras v. pubescentes. — Según Percival, la pubescencia de las hojas, es generalmente dominante, en cruzas con este par de alelomorfos.

Hemos observado estos caracteres, en nuestras cruzas ($B \times R - A_6 \times Alaska$; Ardito \times Alaska y ($B \times R - A_{12}$) \times Alaska, constatando la *dominancia casi completa de la pubescencia*. Sin embargo en ninguna de las F_1 , las hojas son tan pubescentes, ni tan afelpadas al tacto, como en el ascendiente pubescente Alaska.

En las tres F_1 , se notan ligeras diferencias, siendo más difícil apreciar la pubescencia en la $(B \times R - A_{12}) \times$ Alaska, en la que se nota cierta escabrosidad hacia el borde de las hojas. Nosotros más bien nos inclinamos a afirmar, que la *pubescencia* ha sido intermediaria en nuestras cruzas, pero acreciéndose más al ascendiente pubescente. Bueno es recordar también, que los ascendientes, (Ardito; $(B \times R - A_{12})$ y $(B \times R - A_6)$), no son totalmente glabros, sino *casi glabros*, no siendo posible apreciar al tacto, su levisima pubescencia. Hojas totalmente glabras, se encuentran únicamente entre los *Triticum durum* y a cruzas de estos con *T. turgidum*, se refiere Percival.

Color de la barba.—Según Percival, es un carácter cuya herencia no han sido bien estudiada. En nuestra craza $(B \times R - A_{12}) \times$ Alaska, la F_1 , presenta barbas negras, como el ascendiente Alaska, probando dominancia sobre barbas coloradas. Esta observación concuerda con lo anotado por Percival.

Una estrecha asociación o «linkage», ha sido observado entre este carácter (barba negra) y la herencia de la pubescencia en la gluma, por Kezer y Boyack (*), Percival y Vavilov (°).

Según Leighty (1°), resultados similares han sido obtenidos por Kajanus y Meunissier.

Sobre este tópico, realizaremos nuevas investigaciones.

Espigas normales v. espigas ramificadas.—La única investigación que conocemos, es la citada por Percival en su «The Wheat Plant», quien dice que Tchermak encontró, que la condición normal, es dominante sobre las espigas ramificadas de *T. turgidum* v. *mirabile*.

En nuestras tres cruzas (Ardito, $B \times R - A_6$ y $B \times R - A_{12}) \times$ Alaska (*T. turgidum* v. *pseudocervinum* Körn.) a espigas ramificadas, tuvimos *dominancia absoluta de las espigas normales*, confirmando la observación de Tchermak. Las espigas de la F_1 , no son del mismo tipo del ascendiente a espigas simples o normales, sino más largas y con mayor número de espiguetas y mayor número de granos en cada espigueta, lo que se traduce en mayor número de granos por espiga, acercándose en este carácter al ascendiente Alaska.

Barbudos v. pelones. — Las observaciones realizadas por nosotros, sobre seis cruzas de este tipo, nos ha confirmado la opinión de muchos investigadores, de que la clasificación de los trigos en pelones y barbudos, si bien es buena sistemáticamente considerada, no es correcta desde el punto de vista genético, y que dentro de los trigos, considerados como pelones, debemos distinguir, aquellos pelones con muy cortas barbas apicales entre 0,3 o más de 1 cm de largo.

En cinco de nuestras cruzas, constatamos la *dominancia casi completa del pelón* sobre barbudo, pero con producción en la F_1 , de espigas con barbas apicales, más largas que en el ascendiente pelón, siendo particularmente notable, la cruza Kanred \times Florencee, que en la F_1 , presenta barbas apicales de longitud considerable excediendo los 4 cms.

Solamente en las cruzas « 110 » M. A. \times Turkey y Kanred \times Red Bobs, constatamos la *dominancia completa del pelón*, con una F_1 del mismo tipo de los ascendiente pelones.

Especial cuidado se ha dedicado al estudio de estos caracteres, por numerosos investigadores, entre ellos, Clark, Howard ⁽¹¹⁾ y Stewart ⁽¹²⁾, por lo que volveremos sobre el tópico, con más detalles en un próximo informe.

Barbudos v. barbudos. — En la F_3 , de nuestra cruza ($B \times R - C$) \times Kanred, notamos la aparición de una familia sobre 128, con una segregación aparente de 1:2:1, siendo dominantes los pelones o con cortas barbas apicales. Iguales anomalías han sido notadas por otros investigadores y en nuestro caso se explicaría por el origen híbrido del ascendiente ($B \times R - C$), el que llevaría algún factor para el carácter pelón.

Glumas aquilladas v. redondeadas. — En nuestras cruzas de T. vulgare \times T. turgidum (Ardito, $B \times R - A_6$ y $B \times R - A_{12}$) \times Alaska, constatamos la *dominancia de las glumas aquilladas*, siendo Alaska el ascendiente a glumas aquilladas.

Color del grano. — *Colorado v. blanco.* — Se observó este par alomórfico en las cuatro cruzas en que entra el Florencee (T. vulgare v. albidum, Körn) ascendiente a grano blanco constatándose la *recesividad del color blanco*.

Numerosos investigadores, han dedicado a este asunto, particular

atención, siendo sumamente interesante las conclusiones de Nilsson-Ehle, quien encuentra una relación trihíbrida de 63 colorados: 1 blanco, en la F_1 de ciertas cruces.

Otros autores han encontrado una simple segregación de 3 colorados: 1 blanco, siendo siempre dominante el colorado.

Susceptibilidad v. resistencia a las Puccinias. — Estos caracteres han sido objetos de numerosos estudios y podríamos citar al respecto una bibliografía copiosísima. La predilección de los investigadores, por este tema, se justifica si se tiene en cuenta, que el acabado conocimiento genético de estos caracteres, constituye la base para la creación de nuevas variedades resistentes o inmunes a las diversas Puccinias, enfermedades que en todos los países trigueros del mundo, fueron o continúan siendo verdaderos flagelos de las sementeras, limitando considerablemente los rendimientos unitarios.

El estudio del comportamiento hereditario de los mismos, no es nada fácil si se tiene en cuenta el polimorfismo del género Puccinia, polimorfismo que es todavía acentuado en sus diversas especies. Limitándonos a las que parasitan el trigo, bastará decir que Stakman y Levine (¹³) establecen en 1922, la existencia de 37 formas fisiológicas especializadas, en la rulla del tallo (*P. graminis tritici*, Pers), mientras Mains, Leighty y Johnston (¹⁴) en 1926, establecen la existencia de 12 f. f. esp., en la rulla de la hoja (*P. triticina*, Eriks).

Stakman, Piemeisel y Levine (¹⁵), Stakman, Parker y Piemeisel (¹⁶) y Peltier (¹⁷), demuestran también que cada f. f. esp. es una entidad genética perfectamente definida y que la relación genética entre una f. f. determinada y un huésped dado, es constante, en grado tal, que hasta han sido propuestos métodos especiales, para identificar una variedad de trigo determinada, por su reacción y relaciones genéticas con f. f. también determinadas. En efecto, Johnston y Bowers, de la Universidad de Kansas, (¹⁸) proponen un método por el que es posible establecer el grado de mezcla de la variedad Kanred con otras variedades regionales de hábito invernal, inoculando a todas las plántulas originadas por esas semillas, esporos de una f. f. esp. de *P. graminis tritici*, a la que el Kanred es inmune, mientras que todas las variedades de hábito invernal cultivadas en Kansas, son susceptibles. Un simple recuento de las plantas no infectadas e infectadas, permite establecer el grado de pureza del Kanred.

Si agregamos a esta especificidad de las f. f., que su prevalencia y distribución, suelen variar considerablemente con el área geográfica considerada, tendremos planteado el problema en toda su magnitud.

Los trabajos de Draghetti, tienden a demostrar que la resistencia del huésped, al ataque de la Puccinia es directamente proporcional a la tensión osmótica de sus jugos (A), pero parece más razonable aceptar, que intervienen además otros factores y que la resistencia es debida al efecto acumulativo de los mismos.

Las variedades de trigo, pueden ser genéticamente separadas por su reacción a la rulla; en tres grupos, a saber:

- a) susceptibles (*s*);
- b) resistentes (*r*);
- c) inmunes (*i*).

Teniendo el propósito de estudiar la herencia de estos caracteres, podemos hacer con los mismos, 6 combinaciones o cruzas:

- 1) $s \times s$
- 2) $s \times r$
- 3) $s \times i$
- 4) $r \times r$
- 5) $r \times i$
- 6) $i \times i$

En las cruzas 1, 4 y 6, tendríamos segregaciones transgresivas, en las 2, 3 y 5, segregaciones intermediarias.

Nosotros hemos estudiado solamente las F_1 en cruzas de los tipos 2 y 4.

Tipo 2 (susceptible \times resistente). — W. O. Backhouse (¹⁹), en su cruce Barletta \times Chino, encuentra que la resistencia al *P. triticea* es recesiva e igual reacción ya había encontrado Sir Biffen (²⁰) para la *P. glumarum* (Schum) E. & H., en cruce de susceptible \times resistente.

Clark y Ausemus (²¹), en 1927, encuentran también, que la resistencia es recesiva, en cruces de Nodak \times Red Bobs y (Kota \times Webster) \times Red Bobs, siendo los ascendientes femeninos, los resistentes. Se referían a infecciones con *P. graminis tritici*.

En nuestras cruces, Barletta \times Florence y Kanred \times Florence,

encontramos la misma reacción a la *P. triticina*, es decir recesividad completa de la resistencia, siendo Florence el ascendiente resistente, Barletta muy susceptible y Kanred poco susceptible.

Tipo 4 (resistente \times resistente). — En la cruz « 38 » M. A. Back Dev. \times Florence, ambos muy resistentes al *P. triticina*, no presentando ninguna pústula en el momento de la espigazón en 1928, dan una F_1 sumamente atacada, con las hojas superiores cubiertas de pústulas y las inferiores con innumerables vestigios de anteriores uredosoros. Tenemos luego una *recesividad completa de la resistencia* en esta cruz.

Resistencia a la carie v. susceptibilidad. — La carie es una enfermedad que causa tan graves daños como la Puccinia y aunque en el país, no se conoce ni siquiera estadísticamente, la magnitud de las pérdidas que ocasiona, nos ha parecido oportuno dirigir algunas investigaciones, tendientes a la creación de variedades regionales inmunes o muy resistentes a esta enfermedad.

Entre otras cosas, nos ha interesado conocer, el comportamiento hereditario del carácter resistencia. En todas las cruzas que estudiamos hasta la fecha, ha sido empleado como ascendiente masculino, la variedad australiana Florence, una variedad muy precoz, resistente a la rulla y muy resistente a ambas *Tilletias*. (Mientras Gaines ⁽²²⁾, en Washington, encuentra solo 4,6 % de plantas infectadas, provenientes de semillas infectadas con esporos de *Tilletia tritici*, (Bjerk. Wint.), hasta ennegrecimiento de las mismas, nosotros con el mismo método de infección artificial, encontramos en Guatraché, en 1928 y trabajando con esporos de *Tilletia levis* Kühn, solo 7,5 % de infección en Florence, mientras el Kanred presenta 32,9 %, el Lin Calel 94,3 % y el Barletta 84,7 %, en iguales condiciones de infección. El Kanred es también algo resistente al *T. tritici* pues Tingey ⁽²³⁾, en Logan, Utah, en 1926, encuentra sólo 30,5 % de infección en pruebas como las anteriores.

La dominancia de la inmunidad en cruzas de inmune \times resistente y la recesividad de la resistencia en cruzas de susceptible \times resistente, es demostrada para la *Tilletia tritici* (Bjerk.) (Wint.), por Gaines ⁽²⁴⁾ y Briggs ⁽²⁵⁾.

En nuestra cruz Barletta \times Florence, tenemos previa infección de los granos del híbrido con esporos lisos de *Tilletia levis* Kühn, una F_1 , con 81,4 % de infección mientras el P_1 susceptible, Barletta da 84,7 % y el P_1 , resistente Florence da sólo 7,5 %. Luego

queda probado que en nuestra cruza y para *Tilletia levis*, la *resistencia es recesiva*, resultando los porcentajes señalados en las condiciones de ambiente del año 1928 y en Guatraché.

Proyectamos estudiar esta cruza y otras en sucesivas generaciones, previas infecciones artificiales y determinar la forma exacta de la herencia de este carácter en las mismas, habiendo encontrado Gaines para las cruzas realizadas en Washington, que la herencia de este carácter se debía al efecto acumulativo de varios factores.

Paja alta v. paja corta.— De un modo general se constató en nuestras cruzas la dominancia de la paja alta sobre la paja corta, siendo particularmente visible estos caracteres en las cruzas en que entraban los ascendientes Ardito (de talla baja) y Alaska de talla muy elevada.

(A) Correlacionando los estudios de Draghetti, con lo que conocemos sobre especificidad de las f. f. y su prevalencia según zonas, nosotros nos hemos planteado los siguientes interrogantes, que sometemos también a la consideración de los estudiosos: no habrá una estrecha asociación entre la aparición sucesiva y escalonada de las diversas Puccinias sp. (*P. graminis tritici*; *P. triticea* y *P. glumarum*), y el potencial osmótico del huésped (trigo), el que como es sabido va en aumento desde el nacimiento hasta la madurez?

¿No habrá una estrecha asociación entre la especificidad de las f. f. y determinados potenciales osmóticos de sus huéspedes, existiendo un potencial osmótico óptimo para cada f. f.?

La riqueza de los suelos en sales osmóticamente activas y la concentración de las soluciones salinas en los mismos, siendo factores directamente proporcionales a un mayor valor de la tensión osmótica de sus soluciones nutritivas, los trigos criados en estos suelos y con escasas precipitaciones pluviales, deben presentar lógicamente, una gran tensión osmótica en sus jugos celulares y como consecuencia una gran resistencia al ataque por Puccinia. Estas condiciones de suelo y clima, son las normales en el sud de la Pampa y ellas nos dirían porqué en esta zona son tan pequeños los daños causados por el polvillo.

Sobre la base de esta última afirmación: ¿no habría que juzgar la prevalencia de ciertas f. f. y su distribución geográfica, como gobernadas por la naturaleza química del suelo y el clima de la región considerada, estos dos últimos factores dando como resultado el potencial osmótico del suelo y éste influenciando el potencial osmótico del huésped?

Mayo 15 de 1929.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- (1) FREEMAN G. F. *The heredity of quantitative characters in wheat.* « Genetics », 1-93. 1919.
- (2) BRYAN W. E. & PRESSLEY E. H. *Inheritance of earliness in wheat.* « Ariz Agr. Exp. Sta. Ann. Rpt. », 32, 603-605. 1921

- (3) CLARK J. A. *Segregation and correlated inheritance in crosses between Kota and Hard Federation wheats, for rust and drought resistance.* « Jour. Agr. Research », 29, 1-47. 1924.
- (4) FLORELL V. H. *Studies on the inheritance of earliness in wheat.* « Jour. Agr. Research », 29, 333-348. 1924.
- (5) PERCIVAL JOHN. *The Wheat Plant.* 1921.
- (6) NILSSON EHLE H. *Mendélisme et acclimatation en* « Comptes Rendus et Rapports de la IVe. Conférence Internationale de Genetique », pág. 136-162. Paris. 1911.
- (7) HAYES H. K. & GARBER R. J. *Breeding small grains in Minnesota.* « Minnesota Agr. Exp. Sta. Bull. », 182. 1919.
- (8) KEZER A. & BOYACK B. *Mendelian inheritance in wheat and barley crosses.* « Colo. Agr. Exp. Sta. Bull. », 249, 1-139. 1918.
- (9) VAVILOV N. I. & JAKUSHKINA O. *A contribution to the phylogenesis of wheat and the interspecies hybridization in wheats.* « Bull. Appl. Bot. and Plant Breeding ». Petrogrado 1925.
- (10) LEIGHTY C. E. *Theoretical aspects of small grain breeding.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 19, 690-704. 1927.
- (11) HOWARD A. & HOWARD G. L. C. *On the inheritance of some characters in wheat.* « II India Dept. Agr. Mem. Bot. Serv. », 7, 273-285. 1915.
- (12) STEWART G. *Inheritance of awns in crosses involving Sevier and Federation wheats.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 20, 160-170. 1928.
- (13) STAKMAN E. C. & LEVINE M. N. *The determination of biologic forme of Puccinia graminis on Triticum spp.* « Minn. Agr. Exp. Sta. Bull. », 8. 1922.
- (14) MAINS E. B., LEIGHTY C. E. & JOHNSTON C. O. *Inheritance of resistance to leaf rust, Puccinia triticina Erikss. in crosses of common wheat, Triticum vulgare Vill.* « Jour. Agr. Research », 32, 931-972. 1926.
- (15) STAKMAN E. C., PIEMEISEL F. J. & LEVINE M. N. *Plasticity of biologic forms of Puccinia graminis.* « Jour. Agr. Research », 15, 221-250. 1918.
- (16) STAKMAN E. C., PARKER J. H. & PIEMEISEL F. J. *Can biologic forms of stem rust on wheat change rapidly enough to interfere with breeding for disease resistance.* « Jour. Agr. Research », 14, 111-124. 1918.
- (17) PELTIER G. L. *A study of the environmental conditions influencing the development of stem rust in the absence of an alternate host. II. Infection studies with Puccinia graminis tritici. Form. III. and Form. IX.* « Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. », 25. 1923.
- (18) JOHNSTON C. O. & BOWERS C. W. *A method of detecting mixtures in Kanred seed wheat.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 16, 467-470. 1924.
DRAGHETTI A. *Forme e limite dello zeroftismo nel frumento.* 1927.
- (19) BACKHOUSE W.O. *Mejoramiento de Trigos.* « Publicación del Ministerio de Agricultura de la Nación » n° 73, 1-72. 1917.
- (20) BIFFEN R. H. *Studies in the inheritance of disease resistance.* « Jour. Agr. Science ». 1908.
- (21) CLARCK J. A. & AUBENUS E. R. *Immunity of Hope wheat from black stem rust, inherited as a dominant character.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 20, 160-152. 1928.
- (22) GAINES E. F. *The inheritance of resistance to bunt or stinking smut of wheat.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 12, 124-132. 1920.
- (23) TINGEY D. C. *Smut studies preliminary to wheat breeding for resistance to bunt.* « Jour. Amer. Soc. Agron. », 19, 655-659. 1927.
- (24) *ver* (22).
- (25) BRIGGS F. N. *Inheritance of resistance to bunt, Tilletia tritici (Bjerk. Wint.), in wheat.* « Jour. Agr. Research », 32, 973-990. 1926.