



Estudio sobre el efecto del Pólen en el largo de la fibra del Algodón

Por E. H. PRESSLEY

(Est. Agric. Exp. Arizona, Bol. Tec. 70: 255-229, 1937)

Traducción de: PAUL E. BUSTAMANTE W.

INTRODUCCION

Es posible que muchas de nuestras variedades más cultivadas de algodón sean capaces de dar rendimientos tan altos, como la fertilidad del suelo y las condiciones generales del medio ambiente lo permitan. En otras palabras, los factores que limitan la producción por acre, pueden ser el medio y las condiciones de cultivo y no la variedad usada. Casi con seguridad se puede garantizar que desde el punto de vista genético, los problemas relativos a la producción quedarán resueltos, aun cuando queda mucho por hacer en cuanto a la selección de los mejores tipos de algodón y a la distribución de semilla entre los agricultores. Cuando se obtengan los rendimientos más altos posibles será necesario un esfuerzo constante para mantener este alto nivel. Probablemente será tanto el esfuerzo requerido para mantener una variedad en su punto máximo de producción como el que se requiere para obtenerla.

Una vez que se hayan obtenido los máximos rendimientos, queda aún un campo de actividad, como es el de dar a la fibra un largo y una conformación uniformes. En gran parte este problema de la uniformidad, o mejor de la falta de uniformidad, obedece a razones de naturaleza fisiológica y su gobernación, por consiguiente, toca al agrónomo. Mejorando las condiciones de cultivo se eliminará en parte la variación de planta

a planta y de los distintos campos cultivados. En igualdad de medios y con los mismos sistemas culturales durante el período vegetativo se eliminará una parte de la variación de cápsula a cápsula en la planta individual. Pero la uniformidad de la fibra sólo se puede adquirir utilizando una labor selectiva en la semilla con el concurso de la genética.

Como la planta es la unidad con la cual el genético ha de trabajar, y como al grado de la fibra depende grandemente de la uniformidad de las fibras de cada semilla, el estudio de la longitud y la distribución de la fibra en la semilla probablemente llegará a ser de gran importancia en el futuro. Esta uniformidad de la longitud, se determina por la proporción y el promedio de fibras de varias longitudes. La variación que se observa entre las distintas variedades, tanto como la que se nota en plantas de la misma variedad ha sido un hecho conocido desde hace mucho tiempo. Sin embargo ningún método permitía determinar definitivamente estas diferencias antes de la invención del clasificador del algodón. Con el perfeccionamiento de varios tipos de esta máquina será posible determinar más fácilmente la cantidad de fibra de distintas longitudes y aprovechar más eficazmente las diferencias observadas. Muchas de las diferencias, sin duda, se deberán a la variación natural encontrada en todas las plantas. Sin embargo, una parte de ellas pueden ser hereditarias, lo cual haría posible la producción de fibra más uniforme. Es muy posible que la selección basada en la uniformidad de las plantas mejore con el tiempo la calidad de fibra producida.

Debido a que el algodón fácilmente se cruza con plantas de las misma o diferentes especies, y que la producción de líneas netamente puras no es práctico cuando la cantidad de semilla es apreciable, el genético esta obligado a hacer continuamente selección de plantas heterocigotas y libremente polinizadas. A menudo es deseable traer semillas de plantas obtenidas en lotes de propagación o de un cultivo cualquiera al lote de experimentación. Cuando se hacen cultivos de

muchas variedades, o de razas de una misma variedad en conjunto, lo más seguro será el cruzamiento de ellas. Si se efectúa este cruzamiento entre plantas de una misma raza no se observarán efectos perjudiciales en las generaciones siguientes, pero, cuando el cruzamiento se efectúa entre plantas de caracteres distintos, especialmente si éstos se refieren al largo de la fibra, el efecto puede ser notoriamente perjudicial. Entre mayor sea la diferencia entre los tipos cruzados, mayor será la variación observada en la progenie y en la irregularidad de la fibra resultante.

En 1931 Harrison (3) publicó los datos que obtuvo durante tres años de experimentaciones, los cuales indicaban que el polen tiene una marcada influencia en el largo de la fibra cuando los cruces se hacen entre variedades o especies de algodón que difieren considerablemente en la longitud de la fibra, normalmente producida. Como las fibras de algodón son prolongaciones unicelulares de la tista, y como ésta es una parte del tejido de la planta madre, ninguna de las variaciones sufridas por la fibra, que se encuentran en las semillas habían sido atribuidas al efecto directo del polen, hasta la publicación de Harrison. Nixon (9) y Swingle (11) fueron los que primero comprobaron experimentalmente el efecto directo del polen en los tejidos que rodean el embrión y el edospermo, en el caso de la palma datilera. Swingle llamó a esta influencia "metaxenia" y expresó la creencia de que la causa podría ser la secreción de sustancias parecidas a hormonas, por parte del embrión o el endospermo.

Harrison encontró que cuando se fecundaban las flores de la variedad Pima (*Gossypium barbadense* L) con polen de la variedad Acala (*Gossypium hirsutum* L), las cápsulas resultantes producían una fibra aproximadamente de tres treintadosavos de pulgada más corta que las producidas por las cápsulas de flores autofecundas. Las cápsulas de Acala fecundadas con polen de Pima producían fibra aproximadamente de 1/16 de pulgada más larga que cuando se autofecundaban. También se notaron efectos sobre la duración del

período de maduración de las cápsulas y en la cantidad de fibra no utilizable en las semillas.

Los resultados de Harrison mostraron que el polen heterogéneo no solamente influenciaba el largo de la fibra comercial, sino que también variaba la cantidad de peluza que se podía considerar como no utilizable. La variedad Durango (*Gossypium Hirsutum* L), fecundada con polen de Pima producían próximamente un 13% de fibra de menos de una pulgada de largo. La misma variedad fecundada con polen de Hopi (*Gossypium hopi* Lewton), producía alrededor de un 35% de fibra menor de una pulgada de largo. Así había una diferencia de 22% de peso en la cantidad de fibra de las dos muestras que se podían considerar como fibra no comercial. Una tercera cápsula cuyas semillas eran autofecundadas produjo un 25% de fibra de menos de una pulgada

Si con la selección se persigue la uniformidad de la fibra, y si el cruzamiento con otros tipos de algodón va a influenciar directamente el porcentaje de fibra corta, como lo indican los resultados de Harrison, la práctica de seleccionar plantas que hayan sido libremente fecundadas puede traer consigo muchas dificultades para el genético. La escogencia eliminará las plantas que no están de acuerdo con el tipo deseado, y las selecciones se harán sólo partiendo de plantas que no aparentan hibridaciones, pero no hay manera de saber si las semillas, de las cuales obtuvo el genético la muestra de la fibra, fueron fecundadas con polen de una planta de fibra de distinta longitud. Si una planta libremente polinizada se encuentra con un porcentaje muy bajo de fibra corta, puede asumirse que ésta es una variación casual, una mutación, o sencillamente el resultado de incluir en la muestra semillas fecundadas con polen de una variedad de fibra larga? Por supuesto, la respuesta final a estas preguntas se puede obtener solamente sembrando las semillas y estudiando las progenies y la fibra que producen. Si cuando se quiere seleccionar la uniformidad de la fibra o reducir el porcentaje de fibra corta, se escogen plantas cuya uni-

formidad de fibra se debe solamente al hecho de que se incluyeron semillas híbridas en la muestra, hay poca esperanza de progresar con plantas libremente polinizadas. Esto es especialmente cierto cuando se está trabajando con variedades de fibra corta en regiones donde se cultivan variedades de fibra larga. Si en adición a las fluctuaciones causadas por el medio, la herencia y el azar, tenemos otra que puede llamarse "variación debida al polen", y si esta última es de tal naturaleza que domine sobre las demás, las probabilidades de hacer una buena selección en un lote son muy reducidas.

Harrison hacía las determinaciones de longitud en cada población midiendo la fibra en una semilla de cada 100 cápsulas. Para determinar la cantidad de fibra de diversos largos en las muestras resultantes de las distintas polinizaciones medía la fibra de una sola cápsula en cada caso. La variación en la cantidad de fibra de las clases más cortas era muy grande. Esto hacía creer que se debían efectuar más experimentos en este sentido, debido a que se estaban seleccionando plantas libremente polinizadas basándose en una cantidad de fibra corta muy pequeña.

Aunque la rotación de las distintas clases de polen usado en la fecundación de las cápsulas y el uso de un gran número de cápsulas debían compensar el efecto sobre el largo de la fibra que tienen las distintas fechas de floración y las variadas condiciones de crecimiento (1-4-8) se pensó que posiblemente sería un método mejor producir las semillas autofecundadas y las híbridas en las mismas cápsulas. En esta forma los resultados de las semillas autofecundadas y las híbridas eran perfectamente comparables ya que se habían obtenido en igualdad de condiciones. Por otra parte hay muy pocas probabilidades de que todas las semillas en una cápsula fueran heterofecundadas por los insectos.

Cruzamientos Recíprocos entre Acala y Delfos

Para estos experimentos se consiguió un material ideal en algunos aspectos. Se encontraron semillas de



Acala en el Valle del Río Salado, que producían plantas uniformemente rojas. Estas plantas que serán llamadas Acala Roja, se usaron como uno de los parientes en el cruce. Los híbridos resultantes entre un cruzamiento entre una planta totalmente roja y otra normalmente verde son de un color intermedio (12). Se escogieron de una era de propagación plantas típicas de la variedad Delfos para usarlas como los parientes verdes del cruce.

La diferencia en la longitud de fibra normalmente producida por las dos variedades era próximamente $3/32$ de pulgada. Una diferencia mayor hubiera sido preferible, pero no había otras plantas disponibles en esa época.

Se puede citar el hecho de que la fibra estudiada fue producida por plantas de razas que no habían sido autofecundadas hacia varias generaciones y por consiguiente estaban en una condición altamente heterocigota. Tal vez sea ésta una crítica justificada por algunas razones. Si el efecto del polen en el largo de la fibra es distinto para las plantas homocigotes y las heterocigotes, los resultados obtenidos en experimentos sobre líneas puras no se puede aplicar a la fibra comercialmente conocida, ya que las semillas producidas por plantas comerciales son libremente polinizadas y por consiguiente altamente heterocigotes.

También es cierto que cuando se experimenta con el algodón, se hacen necesarias de cuando en cuando un gran número de selecciones de plantas heterocigotes que hayan sido libremente polinizadas. Las razas de donde se extrajeron las plantas madres eran mucho menos cruzadas con otras variedades y razas de lo que normalmente son las plantas en un cultivo comercial. Como no se guardaban más semillas de un año al otro que las de las plantas rojas puras, los cruzamientos que hubieran podido ocurrir en plantas de esta raza serían solamente con otras plantas rojas del mismo tipo. En el caso de las plantas de la raza Delfos, era factible que se hubieran efectuado cruza-

mientos con otras variedades normalmente coloreadas ya que no había un método seguro de determinar los híbridos entre Delfos y otras variedades parecidas.

Al hacer los cruzamientos en 1931 se verificaba el siguiente procedimiento: Tan pronto como se había efectuado la antésis por la mañana, se colocaba polen de plantas rojas en los estigmas de las flores abiertas de las plantas verdes. Las flores sobre las cuales se hacían los cruces no se emasculaban, así que había polen presente de plantas rojas y verdes poco después de que ocurría la antésis. Las flores se cubrían luego para evitar que las visitaran insectos cargados con polen extraño. Nueve plantas de cada raza se usaron para hacer otros cruzamientos. Se quiso conseguir semillas híbridas de cada planta de la otra variedad. Las flores se marcaron con etiquetas que llevaban el número de la planta madre y también el número de la planta que suministró el polen extraño.

Se esperaba que produciendo las semillas autofecundadas e híbridas de una misma cápsula a lado y lado se eliminaría toda influencia del clima sobre el largo de la fibra, lo mismo que las variaciones debidas a la colocación de las cápsulas sobre las plantas. Naturalmente que esto sólo se podía conseguir usando un número igual de semillas autofecundadas e híbridas de cada cápsula, al hacer las comparaciones. Otra fuente de errores posible, el factor personal, también sería eliminado debido a que todas las medidas de la fibra se harían antes de ser sembradas las semillas y sin saber cuales eran autofecundadas y cuales híbridas.

La fibra de cada semilla madura en cada cápsula se dividía cuidadosamente en dos partes y se cardaba sobre la semilla. La distancia entonces se tomaba aproximando a $1/16$ de pulgada, desde la extremidad suelta de las fibras en un lado de la semilla al extremo suelto de la fibra en el otro. Los resultados de estas medidas se anotaban en términos de 32 avos de pulgada, siendo ésta la distancia promedio del centro de la semilla a los extremos de la fibra. Se comprendió que la variabilidad de las fibras largas harían las medidas

algo irregulares. Sin embargo, al hacer un número grande de medidas se compensaría este error, debido a que se medían tanto las semillas autofecundadas como las híbridas sin conocer su identidad, y más o menos alternadamente. Los largos obtenidos eran comparables de semilla a semilla y debían revelar alguna diferencia de largo entre la fibra de las dos clases de semillas (híbridas y autofecundadas).

Después de hacer las medidas de la fibra de cada semilla, ésta se archivaba. El propósito era determinar cuales semillas eran autofecundadas y cuales híbridas, y entonces tomar la fibra de las semillas autofecundadas, mezclarla bien y determinar las proporciones en que ocurrían las varias longitudes, haciendo la clasificación en una máquina Johannsen. La misma clasificación se haría con la fibra de las semillas híbridas. Sin embargo, antes de poder hacer ésto, el autor hizo un clasificador con el cual se podían hacer las determinaciones sobre fibras cardadas (10). Esto, y el hecho de que prácticamente no se encontró una diferencia en el largo de la fibra entre las semillas híbridas y autofecundadas, hizo tomar la decisión de preparar material en 1933 de variedades de mayor diferencia en el largo de la fibra normalmente producida.

Aproximadamente se obtuvieron 5,500 semillas en cada uno de los cruces, Acala Roja x Delfos y Delfos x Acala Roja. Las semillas en cada mota se numeraron consecutivamente empezando con la primera semilla en la base de la mota. Las motas y las cápsulas también se numeraron de tal manera que cada semilla podría ser identificada los mismo que la fibra que producía. Las semillas de las plantas madres Delfos, se sembraron en la primavera de 1932, y se determinó la ascendencia masculina para todas las plantitas producidas. La diferencia de color entre las plantas puras de Delfos y las híbridas Delfos x Acala Roja, era suficiente para hacer esta determinación pocos días después de haber nacido las plantas. Las semillas de las plantas madres Acala Roja se sembraron en la primavera de 1933. Aquí también la planta que suministraba

el polen era facilmente determinada debido a la diferencia entre el color rojo puro y el color intermedio de los híbridos.

En 1932 y 1933 se obtuvieron cultivos de muy mal aspecto. A ésto hay que agregar la desproporción de semillas autofecundadas e híbridas que se presentaban en una misma cápsula, lo cual impidió utilizar las medidas de sus fibras. En algunos casos todas las semillas de una cápsula eran autofecundadas y las híbridas que tenían una misma posición en la misma mota o en otra mota de la misma cápsula, se comparaban entre sí. Siempre se sacaba un número igual de semillas autofecundadas e híbridas de una misma cápsula con el fin de compararlas. Debido a la escasez del cultivo, y también a la desproporción entre las semillas híbridas y las autofecundadas en las mismas cápsulas, solamente se pudieron utilizar al rededor del 20% de las medidas tomadas. Los números aprovechados fueron 553 pares comparables de las plantas madres Delfos y 564 pares comparables de las plantas madres Acala Roja.

Fuera de la longitud no se pudo determinar el efecto del polen sobre otro caracter de la fibra. Los resultados se dan en las tablas 1 y 2. Todos los largos de las fibras y las diferencias de longitud se expresan en $1/128$ de pulgada. Al medir se anotaban en $1/32$ de pulgada. Después de determinar la planta polinizadora de cada semilla se sumaban los largos de la fibra de todas las semillas de un mismo cruce y se sacaba el promedio aproximado a $1/128$ de pulgada. La razón para usar una unidad de medida tan pequeña era que la diferencia en longitud en muchos casos era demasiado reducida para indicarla con una unidad mayor. En un gran número de casos aún esta unidad tan pequeña no indicaba una diferencia como lo demuestra el cero en muchos de los cuadros.

Durante la exposición siguiente los términos "fibra autofecundada" y "fibra híbrida", se usaran para designar respectivamente la fibra obtenida de semillas procedentes de flores autofecundadas e híbridas. Las va-



rias plantas Delfos se designarán así: D_1 , D_2 , etc., y de igual manera las Acala Rojas se indicarán R_1 , R_2 , etc.

La tabla 1 muestra la diferencia de longitud entre la fibra autofecundada y la híbrida para cada planta madre de Delfos cuando está fecundada con su propio polen, lo mismo que la diferencia entre la fibra autofecundada y la híbrida de cada planta madre Delfos cuando se usaron distintas plantas Acala Rojas como fuente de polen. También muestra los resultados del uso del polen de cada planta Acala Roja sobre cada planta madre de Delfos en donde se efectuaron cruces, y el resultado del uso del polen de cada planta Acala Roja sobre el grupo entero de plantas madres de Delfos.

Los números de los cuadros pequeños en la parte de la tabla encerrada con líneas dobles dá la diferencia de la longitud entre la fibra autofecundada de la planta madre, indicada arriba, y la de la fibra híbrida resultante del cruce entre la respectiva planta madre con polen del pariente macho colocado en la misma hilera a la izquierda. Así: "1" en el primer cuadro representa una diferencia de $1/128$ de pulgada entre el largo de la fibra autofecundada de D_1 y la fibra híbrida resultante del cruce de $D_1 \times R_1$. En este caso la fibra autofecundada era de $1/128$ de pulgada más largo que el de la fibra híbrida. Si el polen tiene algún efecto sobre el largo de la fibra, las semillas híbridas de una planta de Delfos deben tener fibra más corta que la fibra de semillas autofecundadas de la misma planta, cuando se usa Acala Roja como la planta polinizadora en el cruce.

En el segundo cuadro de la misma fila un "3" muestra una diferencia de $3/128$ de pulgada, entre el largo de fibra autofecundada de D_2 y el de la fibra híbrida resultante del cruce $D_2 \times R_1$. El tercer cuadro no muestra diferencia, el cuarto, una diferencia de $1/128$ de pulgada, mientras que el "2" negativo en el quinto cuadro muestra una diferencia de $2/128$ de pulgada más largo que la fibra autofecundada. En esta tabla, en todos los casos en donde la fibra de semilla híbrida era más larga que la de semillas autofecundadas, se usa

TABLA 1

DIFERENCIAS EN EL LARGO DE FIBRA AUTOFECONDADA E HIBRIDA EN CIENTO VEINTIOCHUAVOS DE PULGADA. LOS SIGNOS NEGATIVOS INDICAN DIFERENCIAS CONTRAPUESTAS A LAS ESPERADAS

		Número de plantas										Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas		Diferencia	Nº de pares de semillas medidas
		DEL FOS Q													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9					
Longitud de fibra de semillas autofecundadas.		140	154	150	143	152	152	155	153	152	S	X			
Número de plantas ACALA ROPA Q	1	139	1	3	0	1	-2	2	1	-1	0	150	150	0	73
	2	139	-2	-1			-3	7	3			149	150	-1	37
	3	137	-2	0	-1	1	-2	8	7	1		146	145	1	79
	4	139	-1	5	5	3	-2	2			2	146	145	1	44
	5	140	1	2	-2	0	2	3		-3		145	145	0	47
	6	138	0	2		3	3	3		-3	-4	151	150	1	35
	7	136	0	2	4	-6	-2	1	1	3	3	153	151	2	104
	8	139	-1	-1	-1	1	3			4	-8	147	147	0	38
	9	138		1	1	0	3	-1	3	0	0	152	151	1	96
Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas		S	140	154	150	143	152	152	155	153	152	149			
		X	140	153	150	142	152	151	153	153	152		149		
Diferencia			0	1	0	1	0	1	2	0	0			0	
Nº de pares de semillas medidas.			73	78	44	103	80	57	30	48	40				553

un signo negativo antes del número que indica la diferencia. El primer cuadro afuera de la parte central de la tabla, en la misma fila, contiene los números del largo promedio de la fibra de todas las semillas autofecundadas de las nueve plantas madres Delfos que se compararon con las semillas híbridas cuyo padre era R₁. En este caso el promedio era 150/128 pulgadas. El cuadro que sigue a la derecha da el largo promedio de la fibra de aquellas semillas cuyo padre era R₁. La diferencia en el largo entre la fibra autofecundada e híbrida y el número de pares de semillas de las cuales se obtuvieron los promedios se da en los cuadros siguientes.

Empezando en el primer cuadro por la fila 1, en la parte central de la tabla y siguiendo para abajo, se dan las diferencias entre el largo de la fibra autofecundada de D₁ y el la fibra híbrida comparable, resultante de los cruces de D₁ en las varias plantas Acala Roja. La fibra híbrida de D₁ tenía, como se dijo antes, 1/128 de pulgada más que la fibra híbrida del cruce D₁ x R₁. El signo negativo antepuesto a los números en el segundo, tercero cuarto y octavo cuadro de la columna 1 indica que la fibra híbrida de los cruces recíprocos era más larga que la fibra autofecundada comparable. No había diferencia entre la fibra autofecundada e híbrida en el caso de los cruces D₁ x R₆ y D₁ x R₇ como lo indican los cuadros respectivos. No se obtuvieron semillas del cruce D₁ x R₈. El primer cuadro en esta columna, debajo de la línea doble muestra el largo promedio de la fibra de todas las semillas autofecundadas de D₁ que se midieron. Este largo era de 140/128 de pulgada, mientras que el largo para la fibra de semillas híbridas comparables, mostrado directamente debajo, era el mismo. La diferencia entre los dos se da a continuación, y en la parte inferior se da el número de pares de semillas comparables de las cuales se obtuvieron las medidas.

La diferencia de longitud entre la fibra autofecundada y la fibra híbrida comparable, se puede leer a golpe de vista para cada planta madre como unidad,



TABLA 2

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Ciencias Agronómicas y CienciasDIFERENCIAS EN EL LARGO DE FIBRA AUTOFECONDADA E HIBRIDA
EN CIENTO VEINTIOCHOAVOS DE PULGADA

Longitud de fibra de semillas autofecundadas.			ALCALA ROJA ♀									Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas		Diferencia	Nº de pares de semillas medidas
			Nº de plantas												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9				
			139	139	137	139	140	138	136	139	138	S	X		
DEL FOS ♂ Nº de plantas	1	140	-2		1	1		-1	6	4	0	137	138	1	52
	2	154		1	0		1	14	-4	3		135	136	1	47
	3	150	-6	0	2	-2	0		1	-4		140	140	0	78
	4	143	0	-4	0	2	2	3	1		2	139	140	1	61
	5	152		0	1	0	1	1	3		2	137	138	1	81
	6	152		-1	0	1	3		0			138	138	1	58
	7	155		0								132	132	0	1
	8	153		-2	-3	0	2	0	2	-2	0	140	140	0	91
	9	152	2		2	3	1	2	0	-2	2	137	138	1	95
Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas	S		139	139	137	139	140	138	136	139	138	138			
	X		139	139	137	140	140	141	137	138	140		139		
Diferencia			0	0	0	1	0	3	1	-1	2			1	
Nº de pares de semillas medidas			19	66	116	78	72	21	111	25	56				564

o para cada planta madre en cualquier cruce particular, observando los números en el cuadro correspondiente. Donde se cruzan las últimas 4 columnas y filas en la esquina inferior derecha de la tabla, se dan los promedios para toda la fibra medida, híbrida y autofecundada, y también la diferencia de longitud y el número de pares de semillas consideradas.

La tabla 2 da los mismos detalles para la fibra híbrida y autofecundada de las plantas madres de Acala Roja, que los dados para las plantas de Delfos en la tabla 1. La única diferencia que hay que tener en cuenta es que el signo negativo en la tabla 2 quiere decir que la fibra autofecundada era más larga que la fibra híbrida en lugar de ser más corta como era el caso en la tabla 1. En ambas tablas el signo negativo quiere decir que la diferencia en longitud entre la fibra autofecundada e híbrida estaba en contraposición a lo que se esperaba, si es que el polen indispensable para la fecundación, tiene efecto sobre el largo de la fibra.

Una inspección cuidadosa de los números en los cuadros de la tabla 1 mostrará que solamente dos de los 67 cruces obtenidos dieron más de 1/16 de pulgada de diferencia en longitud entre la fibra autofecundada y la híbrida. En un caso la fibra autofecundada era más larga que la híbrida, mientras que en el otro sucedió lo contrario. En la tabla 2 se ve una diferencia de 14/128 de pulgada entre la longitud de fibra híbrida del cruce $R_6 \times D_2$ y la fibra autofecundada de R_6 . Los promedios en el último caso se obtuvieron solamente de dos pares de semillas comparables. La diferencia no llegó a 1/16 de pulgada en ningún otro caso, en la tabla 2, mientras que el promedio para todas las semillas medidas era solamente 1/128 de pulgada.

Las constantes estadísticas mostradas en la tabla 3 indican una diferencia poco significativa del largo de la fibra en las semillas autofecundadas de las plantas madres Acala Roja y las de las semillas híbridas del cruce Acala Roja \times Delfos. La diferencia en longitud entre la fibra autofecundada de Delfos y la de

las semillas híbridas resultantes del cruce Delfos sobre Acala Roja tampoco era significativo. En ambos casos la diferencia era en el sentido esperado si el polen verdaderamente influye directamente en el largo de la fibra. Sin embargo, esas diferencias, que eran de 1/188 y 1/215 de pulgada respectivamente, eran demasiado pequeñas para ser notadas en la clasificación

TABLA 3

PROMEDIO, DESVIACION STANDARD Y COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
PARA LAS CUATRO CLASES DE FIBRA EN LOS CRUCES

Padres de las semillas	Longitud media (pulgadas)	Desviación standard (pulgadas)	Coefficiente de variabilidad (por ciento)	Diferencia Error de la diferencia
D ♀ x D ♂	1.167	0.066	5.651	2.81
D ♀ x R ♂	1.161	0.066	5.666	
R ♀ x R ♂	1.080	0.046	4.275	3.68
R ♀ x D ♂	1.084	0.043	3.948	

comercial y no podrían tener ningún efecto en la hilación de la fibra. En el caso de las plantas madres Delfos el coeficiente de variabilidad era ligeramente mayor para la fibra híbrida que para la fibra autofecundada, mientras que en el caso de las plantas madres Acala Roja sucedía lo contrario.

La tabla 4 da las constantes estadísticas para el peso de la semilla en los dos cruces y para el peso de la fibra por semilla en el cruce Delfos x Acala Roja. No se tomaron los pesos de fibra por semilla en el cruce Acala Roja x Delfos. Solamente en un caso, el de peso de semillas de las plantas madres Acala Roja, fue significativa la diferencia. El coeficiente de variabilidad era mayor para el peso de semillas autofecundadas en un cruce y para el de las semillas híbridas en el otro. Comparando las tablas 3 y 4 se notará que mientras que la longitud de la fibra autofecundada de las plantas madres de Delfos varía menos que la fibra

híbrida, el peso de las semillas autofecundadas de las mismas plantas variaban más que las semillas híbridas. La fibra autofecundada de las plantas madres Delfos variaba menos, tanto en el largo como en el peso, que la fibra híbrida. Una discusión más detallada sobre las diferencias en el largo de la fibra de semillas de pesos diferentes se dará a continuación.

TABLA 4

PROMEDIO, VARIACION STANDARD Y COEFICIENTE DE VARIABILIDAD
PARA EL PESO DE LA SEMILLA Y DE LA FIBRA

Semilla				
Padres	Peso medio (mgm.)	Desviación standard (mgm.)	Coefficiente de variabi- lidad (por ciento)	Diferencia Error de la diferencia
D ♀ x D ♂	119.712	11.127	9.295	0.25
D ♀ x R ♂	119.800	10.598	8.846	
R ♀ x R ♂	142.200	12.212	8.588	4.13
R ♀ x D ♂	144.657	12.780	8.835	
Fibra				
D ♀ x D ♂	67.224	12.637	18.799	0.98
D ♀ x R ♂	66.856	13.661	20.433	

Acala Roja x Pima

A pesar de que no se pudo conseguir plantas de la variedad Pima para usarlas como plantas madres en 1931, se usó una pequeña cantidad de polen Pima para cruces con Acala Roja y Delfos. No se obtuvieron semillas autofecundadas ni híbridas de Delfos con Pima comparables. Debido al mal estado del cultivo, y a la proporción de semillas híbridas y autofecundadas, solamente se obtuvieron 24 pares de semillas comparables del cruce Acala x Pima. Las constantes estadísticas

obtenidas de la medida de la fibra de estas semillas, se dan en la tabla 5. La diferencia de longitud entre la fibra híbrida y la autofecundada era solamente de 0.00911 de pulgada, o sea cerca de 1/110. La diferencia es solamente 1.39 veces el "error de la diferencia" y no es significativo. Los pesos de las semillas y los de su fibra no se obtuvieron.

TABLA 5

PROMEDIO, VARIACION STANDARD, Y COEFICIENTE DE VARIABILIDAD PARA EL LARGO DE LA FIBRA DEL CRUCE ALCALA ROJA X PIMA

Padres de las semillas	Longitud media (pulgadas)	Desviación standard (pulgadas)	Coeficiente de variabilidad (por ciento)	Diferencia
				Error de la diferencia
R ♀ x R ♂	1.048	0.039	3.749	1.39
R ♀ x P ♂	1.057	0.039	3.686	

Resultados obtenidos de cruzamientos recíprocos entre Acala Roja y Pima

Debido a la poca diferencia de longitud en la fibra, hallada entre las dos razas que se tomaron, lo cual dificultaba los experimentos, se resolvió substituir la raza Delfos por la raza Pima en los cruzamientos que se hicieron en 1933. Una planta de flor blanca se encontró en un cultivo de Pima en el Valle del Río Salado en 1931. Las semillas de esta planta, que fueron libremente polinizadas, se sembraron en la Universidad de Arizona en 1932. Se obtuvieron semillas autofecundadas de las plantas cultivadas en el mismo año, y se sembraron en las eras de propagación de la Universidad en 1933. Las plantas de una de las eras se utilizaron como material para los cruzamientos con Pima. Estas plantas eran típicamente Pimas en todos los detalles, menos el color blanco de la flor. Todas las plantas daban hijos con el mismo carácter.

Las plantas de Acala Roja procedían de las semillas que se sembraron en 1933 para la determinación

del elemento masculino. Se permitió que crecieran algunas de las plantas de color rojo puro y se usaron 14 de éstas como progenitores para los cruzamientos de 1933. De esta manera las plantas eran autofecundadas sólo una vez, pero la parcela de donde procedía la semilla era pura en cuanto se refiere al color rojo.

Con el fin de asegurar una distribución más uniforme entre semillas autofecundadas e híbridas, se empleó un método diferente al hacer los cruces. Las plantas se inspeccionaban cuidadosamente cada tarde para buscar las cápsulas pequeñas listas para abrir al día siguiente. La primera de éstas encontradas se cubría para evitar que los insectos le llevaran polen extraño y se guardaba para utilizarla como fuente de polen, para fecundar las otras flores de la misma planta y para hibridaciones de flores de la otra variedad, al día siguiente. En algunos casos cuando se encontraban un gran número de cápsulas en estas condiciones, se cubrían dos o más para usarlas en la polinización. Todas las demás flores en este estado se emasculaban y se cubrían para evitar la polinización entomófila.

Al día siguiente por la mañana, las flores conservadas para polen se recogían y se efectuaban los cruzamientos. El sistema seguido durante todo el experimento era el de recoger las flores cubiertas de las plantas Acala Rojas primero y luego hacer los cruces con las Pimas. Mientras se efectuaba ésto, se cogían las flores cubiertas de las plantas Pimas y se usaban después para hacer los cruzamientos sobre las Acala Rojas. De esta manera resultaba que la polinización de las plantas Pima se efectuaba más temprano que la de las Acala Rojas.

Cuando se iban a efectuar cruzamientos de polen de R_1 , se usaba la siguiente técnica: La flor o flores cubiertas pero no emasculadas de R_1 se quitaban de la planta y se llevaban a P_1 . La flor de la planta Pima que se conservaba para polen también se separaba de la planta. El polen de la flor de Pima, lo mismo que el de la Acala Roja, se sacudía en un pequeño frasco y se mezclaban lo mejor posible con el extremo

de un pincel de pelo de camello. Se procuraba añadir mayor cantidad del polen de la otra variedad con el fin de contrarrestar el antagonismo natural de la planta hacia el polen extraño (7). Las cantidades de polen de las dos plantas nunca se medían con exactitud, pero se calculaba para que tuviera el doble de polen extraño que el de la misma variedad. Después de estar bien mezclados los dos tipos de polen, se aplicaba la cantidad que pudiera adherirse a los estigmas de las flores emasculadas. Las flores entonces se cubrían de nuevo para evitar las visitas de los insectos.

Cuando había varias flores emasculadas en una planta, a un mismo tiempo, como sucedía con frecuencia, todas se polinizaban con la misma mezcla de polen. El frasco que se usaba para esta operación se limpiaba bien antes de usarse en otra planta. Después de la polinización cada flor se marcaba con una etiqueta que llevaba el número y la variedad de la planta madre y el número y la variedad de la planta que producía el polen extraño.

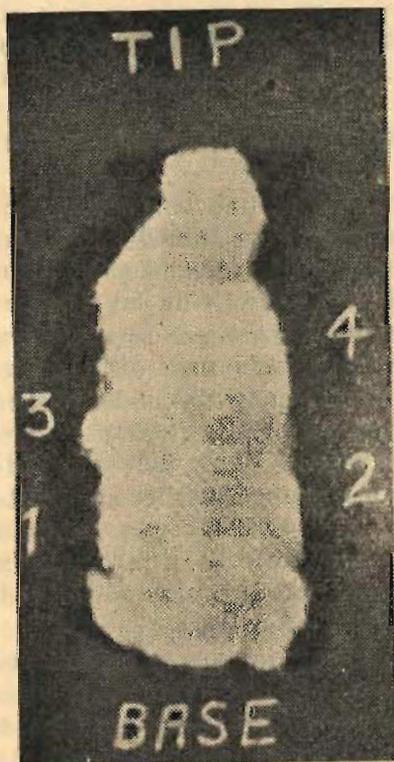
Catorce plantas de cada variedad se usaron como padres. Se quería producir semillas híbridas en cada planta de la otra variedad. Se comprendió pronto que esto requería mayor cantidad de flores de las que producirían algunas de las plantas. Entonces se dividieron en dos grupos de siete plantas cada uno, en cada variedad. Con unas pocas excepciones, se pudo obtener semillas híbridas en cada planta Acala Roja del grupo 1, usando polen de cada planta Pima del grupo del mismo número. Cruzamientos recíprocos dieron semillas en cada planta Pima del primer grupo con polen de cada una de las plantas Acala Roja de este grupo. Se siguió el mismo método con todas las plantas de cada variedad en el otro grupo.

Cuando se maduraron las cápsulas y se cosecharon, se hizo notorio el hecho de que sería imposible clasificar individualmente la fibra de todas las semillas de cada cápsula debido a la gran cantidad de cápsulas y a la brevedad del tiempo disponible para hacer esta labor. Teniendo en cuenta que se necesitaría mucho tiempo para clasificar la fibra de cada semilla separa-



damamente, solamente se usaban cuatro de cada mota. Estas se sacaban de la región más próxima al centro. Las motas mal desarrolladas se desechaban, lo mismo que algunas cápsulas. Únicamente se usaban las semillas fuertes y vigorosas. Las cápsulas obtenidas de las siete plantas de Acala Roja se numeraron de 1 a 142 consecutivamente, mientras que las de las siete plantas de Pima se numeraron consecutivamente de 150 a 268. Debido a la abundancia del material obtenido en las plantas del primer grupo no se intentó hacer el estudio del obtenido en el segundo grupo.

La plancha 1 muestra el sistema usado en la numeración de las cuatro semillas tomadas de cada mota.



PLANCHA N° 1

Fotografía de una mota que muestra el método empleado para numerar las semillas usadas en el experimento.

1 y 2 representan en cada caso un par de semillas que crecieron en posición opuesta la una de la otra, una de ellas quedando un poco más hacia la base al ser extendida la mota. 3 y 4 representan en cada caso el par de semillas colocadas seguidamente hacia la punta de la mota y opuesta la una de la otra. En todos los casos 1 y 3 se encontraban en un mismo lado y 2 y 4 al otro. Todas cuatro se tomaron tan cerca al centro como fue posible. Se esperaba que sacando semillas de esta posición general se eliminaría gran parte del efecto de la longitud de la fibra causada por la posición de la semilla en la mota (1). Después de sacada de la mota, cada

semilla se colocaba en un sobre pequeño marcado con el número de la cápsula, el de la mota y el de la semilla.

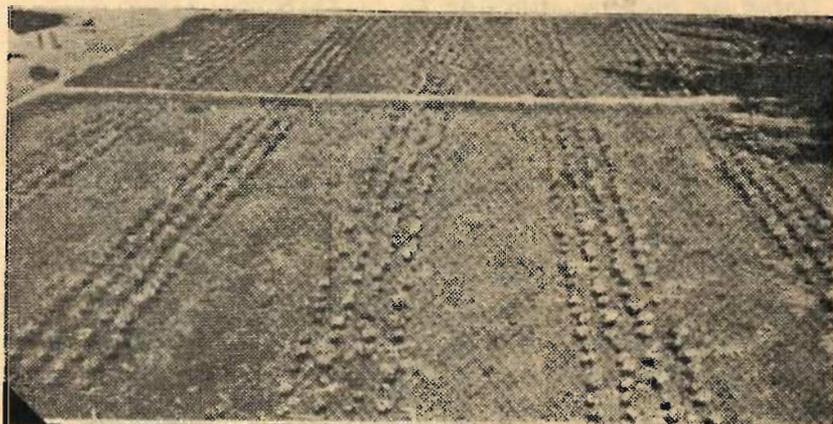
La fibra en cada semilla se dividía en dos partes iguales con una aguja y cuidadosamente se peinaba y alisaba lo mejor posible. Debido a la facilidad con que se desprende la fibra de la semilla en la variedad Pima, la pérdida de fibra causada por manejo era mayor que la que se perdió en la otra variedad. La pérdida en 187 semillas autofecundadas de Pima era 13.4%, comparada con una pérdida de 13.0% en el mismo número de semillas híbridas. La pérdida de 405 pares de semillas híbridas de la variedad Acala Roja era de 9.7% para las autofecundadas.

Después de cardada cada semilla se colocaba en el clasificador Pressley (10) y la fibra se separaba en clases de 1/8 de pulgada de longitud. Las clases de cada semilla se mantenían archivadas aparte para pesarlas después de que el elemento masculino de la semilla fuera determinado. Cada semilla se colocaba luego en el mismo sobre que tenía antes.

Antes de ser sembrada se pesó cada semilla en una balanza de precisión Roller-Smith, con capacidad de 1 a 1.500 miligramos. El peso de cada semilla se aproximaba a décimas de miligramo. No se intentó calcular la cantidad de fibra corta en las semillas Pima ni en las Acala Roja.

Después de que había pasado todo peligro de heladas, se sembraron las semillas con el fin de determinar el elemento masculino de cada una. La plancha 2 da una vista general de las plantas, una semana después de que habían nacido. Una lámina de hierro, con agujeros de 1/2 pulgada distanciados el uno del otro, 4 pulgadas en todo sentido, se usó para la siembra de las semillas para asegurar la colocación exacta de cada semilla y mantener las hileras rectas. A través de los huecos de la lámina se perforaron otros de una pulgada de profundidad en la tierra y en éstos se sembraba la semilla. Como lo indica la plancha 2 las semillas se sembraron en eras de 12 pulgadas de ancho y 14

pies de largo. Las hileras se sembraron en sentido transversal. Cada una contenía las semillas de una sola mota. Las cuatro semillas de la mota 1 de la cápsula 1 se sembraron en la hilera 1 de la era 1. Los de la mota 2 de la cápsula 1 se sembraron en la hilera 2 de la era 1. Este sistema se siguió durante todo el experimento. Una estaca grande colocada cerca de la primera hilera de cada planta se marcó con el número de la planta. Una estaca más pequeña se colocó al lado opuesto de la primera hilera de cada cápsula. De esta manera era posible identificar definitivamente cada plantita producida.



PLANCHA Nº 2
ASPECTO DE LAS PLANTAS AL TIEMPO DE SER DETERMINADO EL
ELEMENTO MASCULINO

Las parcelas se cubrieron con talegos para evitar que se secase demasiado rápido el suelo y que se formara una costra encima. Estos talegos se regaban con agua de cuando en cuando a medida que las condiciones de humedad en el suelo lo exigían, y se quitaron del todo cuando las plantas aparecieron.

Tan pronto como las plantas tenían el tamaño suficiente, se inspeccionaron cuidadosamente para determinar el elemento masculino en cada una. Todos los híbridos se marcaron con una "X" en la lista de siembra, mientras que todos los autofecundados se marcaron con una "S". La diferencia entre las plantas

híbridas y las puras era sorprendente. Los híbridos de las plantas madres Acala Rojas eran de un color intermedio entre el color puro rojo de la planta madre y el verde del padre (12). Esta diferencia podía ser notada cuando las plantas tenían dos o tres días. La diferencia entre las plantas puras e híbridas de las plantas madres Pima se notaba aún más. En adición al color intermedio de las hojas, el tejido calloso de la hoja era rojo en los híbridos y verde en las plantas puras (5).

La tabla 6 se elaboró teniendo en cuenta la lista de siembra después de que el parentesco de cada plantita había sido determinado y de acuerdo con la lista que contenía el peso de cada semilla. La cápsula 2, por ejemplo, tenía veinte semillas provenientes de cinco motas. El progenitor macho usado en hacer los cruces era P₂. La primera semilla de la cápsula 2, mota 1 era autofecundada, la segunda híbrida, la tercera pura y la cuarta híbrida. En la mota 2, la primera era pura, la 2a., pura, la 3a. híbrida, y la 4a. pura. La mota número 3 tenía tres puras y una híbrida, mientras que las motas 4 y 5 tenían dos de cada uno.

Las letras blancas designan en dicha tabla las semillas puras e híbridas que se usaron para comparar el largo de la fibra. Así, de la cápsula número 2 de R., se obtuvieron dos pares de semillas puras e híbridas de la mota número 1, mientras que de las motas 2 y 3 se obtuvo un par, y dos pares de la 4 y 5. De esta sola cápsula se usaron ocho semillas puras y ocho híbridas para hacer comparaciones. Estos ocho pares, que consistían en un número igual de semillas puras e híbridas, se cultivaron bajo condiciones tan uniformes como fue posible conseguir.

La selección de semillas bien desarrolladas y el método de siembra usado dio por resultado la producción de 1.880 plantas de las 2.012 semillas escogidas. Mil trecientas semillas de las plantas madres Acala Roja dieron 1.215 plantas de las cuales 53.8% eran puras y 46.2% híbridas. Setecientas doce semillas de las plantas madres Pimas dieron 665 plantas de las cuales 55.6% eran puras y 44.4% híbridas. De la can-

TABLA 6

REPRODUCCION DE UN SECTOR DE LA LISTA DE SIEMBRA QUE MUESTRA EL NUMERO DE LA CAPSULA Y LA MOTA, EL ELEMENTO MASCULINO DE LAS SEMILLAS HIBRIDAS, LAS SEMILLAS PURAS E HIBRIDAS, Y EL PESO DE CADA SEMILLA EN MILIGRAMOS

Planta R 1 ♀

Cápsula N°	Mota N°	♂	Semilla No.			
			1	2	3	4
1	1	P 2	S 134.4	X 175.4	X 169.3	S 156.3
	2		X 170.0	X 174.5	S 167.9	S 169.6
	3		H X 174.3	L X 165.9	X 173.6	S 160.3
2	1	P 2	S 131.4	X 151.6	S 134.4	X 139.0
	2		H S 146.8	L S 139.4	X 145.9	S 139.8
	3		S 138.3	S 138.3	S 137.7	X 153.4
	4		X 144.8	X 151.7	S 132.0	S 134.2
	5		S 137.4	X 137.5	X 148.1	S 132.3
3	1	P 2	S 158.2	S 152.6	H X 160.6	L X 153.9
	2		S 164.2	X 169.0	L X 158.8	H X 164.1
	3		X 178.0	X 169.4	H X 164.0	L X 161.0
4	1	P 4	L S 129.2	H S 131.2	L S 121.5	H S 126.3
	2		S 137.4	S 128.3	X 137.6	S 134.0
	3		X 134.1	X 151.2	L S 135.8	H S 140.0
5	1	P 4	S 149.3	X 157.0	X 149.4	S 149.5
	2		S 144.8	X 156.8	S 152.7	X 158.4
	3		S 153.0	X 163.3	145.6	44.8
6	1	P 4	X 132.6	S 142.8	S 145.8	X 152.1
	2		S 140.3	X 155.9	H S 152.1	L S 147.9
	3		L S 146.0	H S 150.2	H S 148.0	L S 140.1

tividad total de plantas producidas, 54.5% eran puras y 45.5% híbridas.

Como se dijo antes, las cuatro semillas de cada mota, crecían próximamente opuestas las unas a las otras. Las semillas del primer par se numeraron 1 y 2, y las del segundo por 3 y 4 (Plancha 1). En la selección de pares de semillas para comparaciones, una semilla pura del primer par, se comparaba con una semilla híbrida del segundo par, y una semilla pura del segundo par se comparaba con una semilla híbrida del segundo par. Este método se siguió en donde era posible pero para poder aumentar el número de pares de semillas, una semilla pura del primer par a veces se comparaba con una semilla híbrida del segundo par o viceversa. En muy raras ocasiones en una semilla de

un par, en una mota, se comparaba con otra del mismo par de otra mota. Aun más raramente una semilla del primer par de una mota se comparaba con una semilla del segundo par en otra mota. Así, en todo tiempo se hacía el esfuerzo para comparar una semilla pura de un par de una mota dada, con una semilla híbrida del mismo par y mota. En ningún caso se comparaba una semilla pura de una cápsula con una híbrida de otra.

Antes de pesar la fibra de las distintas clases según su longitud, de 1/8 de pulgada, se combinaron y se pesaron las fibras como series de una clase provenientes de cápsulas de una planta madre, sobre la cual se había usado la misma mezcla de polen. La Tabla 6 muestra que las cápsulas 1, 2 y 3 fueron polinizadas con una mezcla de polen R_1 y P_2 ; mientras que las cápsulas 4, 5 y 6 se polinizaron con una mezcla de polen de R_1 y P_1 . Las clases correspondientes según las longitudes, de todas las semillas puras (subrayadas) de las cápsulas 1, 2 y 3 se combinaron para pesarlas. El mismo método se usó para las cápsulas 4, 5 y 6 y para las cápsulas de todas las demás plantas que no interesan. De esta manera la cantidad de tiempo necesario para pesar y hacer los cálculos era muy reducido. Al mismo tiempo la fibra de las semillas híbridas de cada planta madre se mantenía separada para compararlas con las plantas correspondientes de la otra variedad interesada, junto con la fibra pura correspondiente. Esto permitió la determinación del efecto de cada planta cuando se usó como fuente de polen sobre cada una de las plantas con la cual se cruzó.

La tabla 7 muestra la diferencia en longitud aproximando a 1/128 de pulgada, entre toda la fibra pura e híbrida que se recogió de cada planta madre Pima, lo mismo que la diferencia entre la fibra híbrida y la pura para cada planta madre Pima cuando se usaron diferentes plantas Acala Roja como fuente de polen. También muestra el resultado del uso del polen de cada planta Acala sobre cada planta Pima en donde se obtuvieron cruzamientos, y el resultado del uso de cada planta Acala Roja como fuente de polen sobre todas las plantas Pima.

TABLA 7

DIFERENCIAS DE LONGITUD DE FIBRA HIBRIDA Y PURA EN CIENTO VEINTIOCHOAVOS DE PULGADA. LOS SIGNOS NEGATIVOS INDICAN RESULTADOS EN EL SENTIDO CONTRARIO AL ESPERADO

			PIMA ♀							Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridadas.		Diferencia		Número de pares de semillas escogidas	
			Nº de plantas												
			1	2	4	7	8	9	11						
Longitud de fibra de semillas autofecundadas			183	180	188	189	182	184	187	S	X				
ACALA ROJA ♂	Nº de plantas	1	127	1	-1	1	-4	-4	-4	-4	189	192	-3	25	
		2	131	-1	4			3		1	181	179	2	27	
		3	133		5	4		2	-2	-5	182	180	2	18	
		4	127		3	-15	-2	-1	-3	-4	177	180	-3	20	
		5	135	4	5	0	-3	0	-4	1	187	186	1	37	
		6	131		-3		2	2	3	0	188	188	0	18	
		7	129	-1	0	-2	-3	1	-1	-2	185	186	-1	42	
Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridadas.		S	163	180	188	189	182	184	187	185					
		X	185	178	188	194	181	186	188		185				
Diferencia			-2	2	0	-5	1	-2	-1				0		
Número de pares de semillas escogidas			13	32	24	16	33	18	51					187	

La tabla 8 da la misma información con respecto a la fibra híbrida y pura producida por las plantas madres Acala Roja que la dada en la tabla 8 para la fibra híbrida pura de las plantas madres Pima.

Los números de los cuadros en la parte central de las tablas dan la diferencia de longitud entre la fibra híbrida y la pura para cada cruce obtenido de la misma manera como anteriormente se dijo para las tablas 1 y 2. En cada caso el signo negativo indica un resultado contrario al esperado.

La longitud de la fibra pura e híbrida mostrada en las tablas 7 y 8, sin embargo, no fue determinada por medida, sino clasificando los datos con la máquina Pressley. Se construyeron curvas con los datos usados en la clasificación. Esta se basó en el porcentaje de fibra de 1/8 de pulgada que había en cada clase. Estas curvas se proyectaron con una escala de 8 a 1, y fueron agrandadas de tal manera que se podía notar hasta una diferencia de 1/128 de pulgada. Se usó una unidad de medida tan pequeña porque en la mayoría de los casos los lotes de fibra comparados eran tan uniformes que una unidad mayor no habría mostrado diferencias. Aun esta unidad tan extremadamente pequeña dejó de mostrar una diferencia en algunos lotes de fibra comparados.

Un estudio detenido de estas dos tablas mostrará que no había un efecto estable del polen extraño, sobre el largo de la fibra de ninguna planta madre; tampoco tenía este efecto el polen de las otras plantas de los dos grupos usados. En la tabla 7 cada columna contiene números positivos y negativos, que muestran cómo, en algunos casos, la fibra pura era más larga que la híbrida y en otros lo contrario. En muchas ocasiones no había ninguna diferencia como lo indica el cero en algunos de los cuadros. Un estudio de los números en cada hilera mostrará el efecto del polen de cualquier planta sobre el largo de la fibra de las distintas plantas madres.

En la tabla 8 los números en los cuadros de la primera fila muestran que en cinco de seis cruzamientos



TABLA 8

DIFERENCIA EN LA LONGITUD DE FIBRA HIBRIDA Y PURA EN CIENTO VEINTIOCHOAVOS DE PULGADA. LOS SIGNOS NEGATIVOS INDICAN DIFERENCIAS EN LA DIRECCION OPUESTA A LA ESPERADA

		ACALA ROJA ♀							Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas		Diferencia	Nº de pares de semillas escogidas	
		Nº de plantas											
		Longitud de fibra de semillas autofecundadas	1	2	3	4	5	6	7	S	X		
PIMA ♂ Nº de plantas	1	183	0	6	1	1	2	5	128	130	2	61	
	2	180	4	5	2	0	-2	5	-1	127	129	2	82
	4	188	-1	1	2	-1	-1	4	1	131	132	1	60
	7	189		-2	-2	3	1	1	1	133	133	0	63
	8	182		5	12	2	0	0	0	134	135	1	49
	9	184		-2	0	1	2	3	4	130	132	2	51
	11	187		-3	-1	-3	0	0	5	132	132	0	39
	Longitud de fibra de semillas autofecundadas e híbridas	S	127	131	133	127	135	131	129	131			
	X	130	131	133	128	135	132	131		132			
Diferencia			3	0	0	1	0	1	2			1	
Número de pares de semillas escogidas			27	79	52	48	69	83	47			405	

las diferencias eran todas positivas, lo cual quiere decir que en cada uno de los cinco casos la longitud de la fibra de las semillas híbridas era mayor que el de las semillas puras. En el sexto cruzamiento no había ninguna diferencia. Los números en los cuadros de la quinta fila son también positivos, pero en tres de los seis cruces no había diferencia en el largo de la fibra. Las figuras en los cuadros de la columna 6 son todos positivos, pero en dos de los siete cruces la longitud de la fibra era igual. En el segundo cuadro de esta columna se observa una diferencia de $5/128$ o cerca $1/32$ de pulgada entre el largo de la fibra pura de R_6 y el de la fibra híbrida del cruce $R_6 \times P_2$. En el cuarto cuadro de la misma columna se ve una diferencia de $1/128$ de pulgada entre el largo de la fibra pura de R_6 y el de la fibra híbrida del cruce $R_6 \times P_7$. Mientras que la diferencia de longitud entre la fibra híbrida y la pura es cinco veces mayor en el primer cruce que en el segundo, la fibra pura del pariente macho usado en el segundo cruce era de $1/16$ de pulgada más largo que el del pariente macho usado en el primer cruzamiento.

Los números más grandes en algunos de los cuadros de ambas tablas, resultaron de una comparación entre pequeños números de pares de semillas. Cuando se pudieron conseguir suficientes números para dar muestras representativas, esas diferencias llegaron a ser muy pequeñas y en algunos casos desaparecieron del todo. Mientras que en ningún caso toda la fibra de las semillas puras de las plantas madres Acala Roja llegó a ser más larga que la de las semillas híbridas, en tres casos de siete, la longitud era igual. La diferencia era de $1/128$ de pulgada en dos casos, $2/128$ en uno y $3/128$ en el otro. En el último caso el número de pares de semillas comparables, veinte y siete, fue el más pequeño que se obtuvo de cualquiera de las plantas madres Acala Roja.

La figura 1 muestra las curvas de clasificación para la fibra híbrida y pura de cada una de las plantas madres Acala Roja, y en la parte inferior las curvas

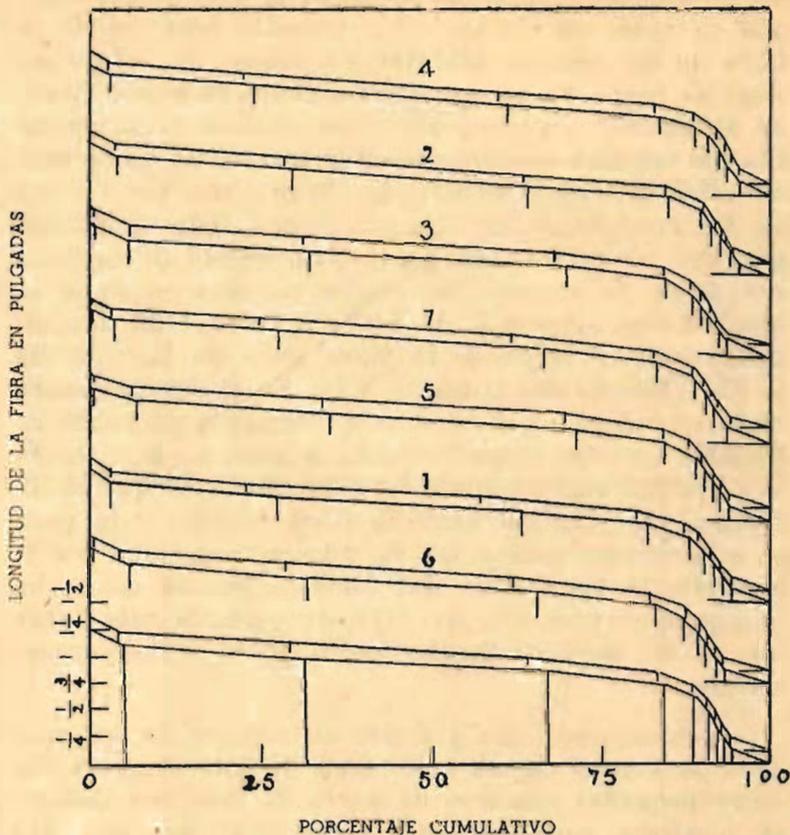


FIGURA 1.—Curvas de clasificación que muestran el porcentaje de fibra pura e híbrida en cada clase de un octavo de pulgada, en cada planta madre Acala Roja, y para todas las plantas en conjunto.

representan respectivamente, la fibra híbrida y pura, de todas las plantas Acala Roja en conjunto. En cada caso la curva que representa la fibra pura está colocada arriba de la curva de la fibra híbrida. El número de cada planta se muestran arriba. Las curvas para las distintas plantas no están en orden numérico, sino de acuerdo con la cantidad de fibra en la clase más corta mostrada a la derecha.

De estas curvas se puede ver que el porcentaje de fibra en las cuatro o cinco clases más largas es algo mayor para la fibra híbrida que para la pura aunque

varia de planta a planta. Esto también es necesariamente cierto para las curvas respectivas de la fibra híbrida y pura de todas las plantas combinadas, y es el resultado que ha de esperarse, si verdaderamente tiene un efecto inmediato sobre la longitud de la fibra el polen usado para la fecundación. Sin embargo, cuando se considera el largo de la fibra utilizable, la diferencia entre la fibra pura e híbrida es demasiado pequeña para medirse de una manera ordinaria. En cualquier forma que se determine, la diferencia es menos de 1/64 de pulgada.

Las tablas 9 y 10 muestran el porcentaje de fibra en cada clase de longitud, mientras que la tabla 11 muestra la longitud aproximada a 1/128 de pulgada, cuando algunos porcentajes de las fibras más largas se desecharon como se hace al clasificar. Las curvas

TABLA 9

PORCENTAJE DE FIBRA EN CADA CLASE DE 1/8 DE PULGADA CON SEMILLAS PURAS E HIBRIDAS EN PLANTAS MADRES ACALA ROJA

Longitudes de clases, en pulgadas	Padres					
	R ♀ x R ♂	R ♀ x P ♂	R ♀ x R ♂ Pesadas	R ♀ x R ♂ Livianas	R ♀ x P ♂ Pesadas	R ♀ x P ♂ Livianas
	1 1/4 - 1 3/8	.27	.27	.44	.24	.14
1 1/8 - 1 1/4	4.25	4.62	5.19	4.38	3.73	3.71
1 - 1 1/8	25.32	27.04	26.09	22.45	26.22	23.53
7/8 - 1	34.70	35.32	34.54	34.15	37.14	37.26
3/4 - 7/8	18.72	16.89	18.05	21.09	16.60	18.02
5/8 - 3/4	5.20	4.72	4.83	6.19	4.42	4.87
1/2 - 5/8	2.10	1.99	2.01	2.31	2.01	2.11
3/8 - 1/2	1.10	1.08	1.01	1.20	1.09	1.11
1/4 - 3/8	1.05	1.01	.94	1.05	1.12	1.21
1/8 - 1/4	1.34	1.33	1.23	1.23	1.51	1.56
0 - 1/8	5.94	5.72	5.67	5.60	6.03	6.91
	99.99	99.99	100.00	99.99	100.01	100.02
Peso promedio de la semilla	151.7	160.4	156.8	147.6	167.9	156.6

TABLA 10

PORCENTAJE DE FIBRA EN CADA CLASE DE 1/8 DE PULGADA CON SEMILLAS PURAS E HIBRIDAS DE PLANTAS MADRES PIMA

Longitudes de clases en pulgadas	Padres					
	P ♀ x P ♂	P ♀ x R ♂	P ♀ x P ♂ Pesadas	P ♀ x P ♂ Livianas	P ♀ x R ♂ Pesadas	P ♀ x R ♂ Livianas
1 7/8 - 1 3/8	2.81	3.08	2.18	2.02	4.20	2.95
1 1/2 - 1 5/8	12.07	12.39	12.00	10.48	14.65	12.39
1 3/8 - 1 1/2	23.19	23.21	24.61	24.11	24.75	24.08
1 1/4 - 1 3/8	24.50	24.36	25.42	25.70	23.78	24.55
1 1/8 - 1 1/4	14.15	13.79	13.66	14.01	12.18	13.20
1 - 1 1/8	9.19	9.13	8.65	9.24	7.75	8.78
7/8 - 1	4.94	4.90	4.66	5.27	4.22	4.87
3/4 - 7/8	3.15	3.19	3.06	3.23	2.90	3.27
5/8 - 3/4	1.71	1.71	1.68	1.78	1.51	1.66
1/2 - 5/8	1.23	1.24	1.20	1.23	1.09	1.16
3/8 - 1/2	.82	.82	.81	.79	.79	.82
1/4 - 3/8	.76	.74	.71	.71	.74	.73
1/8 - 1/4	.64	.64	.62	.65	.62	.65
0 - 1/8	.83	.80	.72	.78	.81	.88
	99.99	100.00	99.98	100.00	99.99	99.99
Peso promedio de la semilla	144.8	144.5	145.3	138.12	148.5	138.4

en que fueron determinadas estas longitudes se construyeron con los datos de clasificación mostrados en las tablas 9 y 10. Para hacer notables las diferencias muy pequeñas, se usó una escala de 8 pulgadas de papel a una de fibra. También se dan porcentajes y longitudes en las tablas, para fibra de semillas comparables pesadas y livianas, tanto puras como híbridas para cada grupo de plantas madres. Este punto será tratado más adelante.

La figura 2 muestra las curvas para la fibra pura e híbrida de cada una de las siete plantas madres Pima. El arreglo usado aquí, es el mismo que para las plantas madres Acala Roja, con las curvas para la fibra híbrida y pura. Un estudio de las curvas mostradas en las figuras 1 y 2 indicará una diferencia significativa. Todas las curvas de la figura 1 muestran un peso mayor en las clases más largas de la fibra híbrida que en la pura. Esta diferencia, aunque ocurre en cada caso, varía de planta a planta y es muy pequeña en

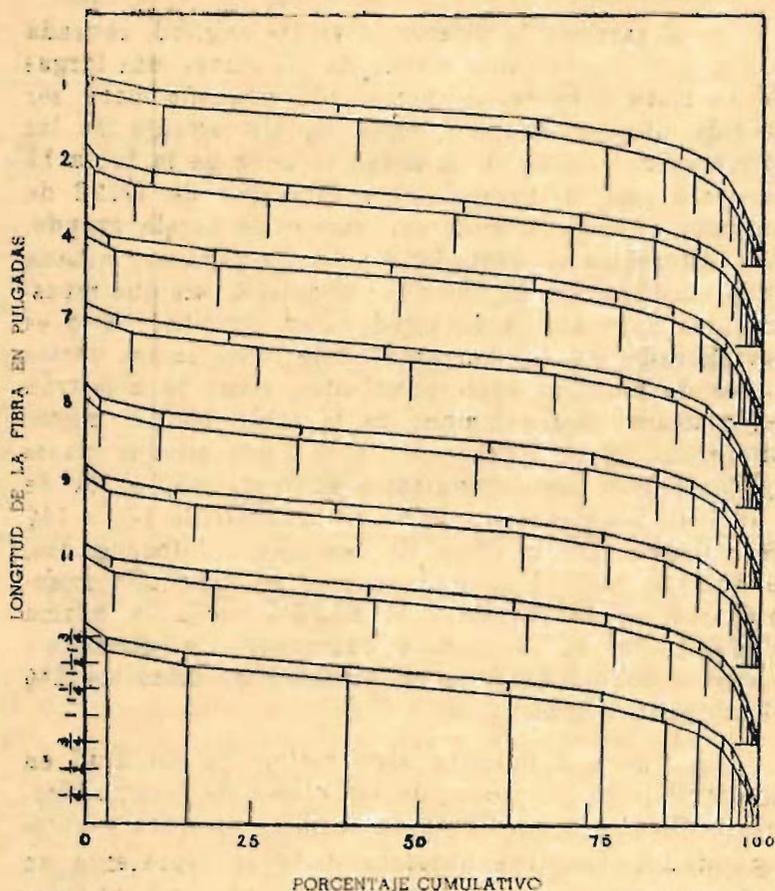


FIGURA 2.—Curvas que muestran el porcentaje de fibra pura e híbrida en cada clase de un octavo de pulgada para las plantas madres Pima individualmente y en conjunto.

promedio. Las curvas para las plantas madres Pima no muestran una variación en el mismo sentido. Las curvas para las plantas 1, 4, 7, 9 y 11 muestran un mayor peso en las clases más largas de la fibra híbrida que las de la fibra pura. Las curvas para las plantas 2 y 8 muestran una variación en el sentido contrario. Los promedios, representados por las curvas de la parte inferior de la figura 2 muestran un mayor peso en las

clases más largas de la fibra híbrida que en los de la pura. Esto es contrario a los resultados esperados.

Aquí también la diferencia en la longitud, causada por el peso ligeramente mayor de las clases más largas de la fibra híbrida, es demasiado pequeña para ser medida por los métodos comunes. Un estudio de las primeras dos líneas en la mitad inferior de la tabla 11 mostrará que la diferencia no es mayor de $1/128$ de pulgada, cuando se mide con curvas de escala grande. Esta diferencia es demasiado pequeña para ser notada en la clasificación. El único factor interesante que muestran las curvas y la longitud es su similitud. Esto es corroborado por los porcentajes de fibra en las varias clases de longitud correspondientes, como lo muestran las primeras dos columnas de la tabla 10. La mayor diferencia en el porcentaje de la fibra en dos clases de longitudes correspondientes cualesquiera, es la de 0.36% en las clases que varía en longitud de $1\frac{1}{8}$ a $1\frac{1}{4}$ de pulgada. De la fibra de semillas autofecundadas, el 85.91% tenía 1 pulgada o más en longitud; mientras que en las híbridas el 85.96% tenía la misma longitud. En el porcentaje cumulativo la diferencia mayor era de 0.61% en la cantidad de fibra de $1\frac{3}{8}$ de pulgada o más.

La figura 3 muestra algo mejor: la similitud en la distribución por peso, de las clases de longitud correspondientes a las fibras de semillas híbridas y autofecundadas. La fibra autofecundada se representa en cada caso por las líneas sólidas y la fibra híbrida por líneas punteadas. Los porcentajes en la clase de fibra más larga de las plantas madres Acala Roja son algo más grandes para la fibra híbrida que para la autofecundada. En el caso de la fibra de las plantas madres Pima los porcentajes en las clases correspondientes más cortas, son tan parecidos que las líneas están superpuestas. Esto también es cierto para las clases de fibra más corta de la Acala Roja con la excepción de la última clase.

TABLA 11

EL LARGO DE LA FIBRA DESPUES DE DESECHAR VARIOS PORCENTAJES
DE LAS FIBRAS MAS LARGAS POR PESO

Padres de las semillas	Longitud de la fibra después de quitar varios porcentajes de las fibras más largas. Longitud al 1/128 de pulgada.							No. de sem.	Peso comparativo de las semillas
	0	10	20	25	30	40	50		
R ♀ x R ♂	176	141	134	131	128	123	119	405	
R ♀ x P ♂	176	141	135	132	129	124	120	405	
R ♀ x R ♂	176	159	152	149	145	140	136	107	Pesada Liviana
R ♀ x R ♂	176	156	149	146	143	138	133	107	
R ♀ x P ♂	176	157	150	147	144	140	136	63	Pesada Liviana
R ♀ x P ♂	176	156	149	146	143	139	134	63	
P ♀ x P ♂	224	199	189	185	182	175	169	187	
P ♀ x R ♂	224	199	189	186	182	176	169	187	
P ♀ x P ♂	224	198	188	185	182	175	169	73	Pesada Liviana
P ♀ x P ♂	224	196	187	184	181	174	168	73	
P ♀ x R ♂	224	202	191	188	185	178	172	46	Pesada Liviana
F ♀ x R ♂	224	199	189	186	182	176	169	46	

Largo de fibra en semillas con distintos pesos.

Después de haber determinado el largo de la fibra para las semillas híbridas y autofecundadas en todas las plantas madres, se calculó el peso promedio por semilla para las semillas híbridas y autofecundadas en cada planta usada para las determinaciones. El promedio para cada par de plantas madres, junto con el largo de la fibra, se da en las primeras dos líneas de las secciones alta y baja de la tabla 12. Prácticamente no había diferencia entre el peso promedio de las dos clases de semillas de las plantas madres Pima. Las semillas autofecundadas promediaban 0.36 miligramos más que las híbridas, mientras que el largo de la fibra era igual, aproximando a 1/128 de pulgada. Sin embargo, en el caso de las semillas de las plantas madres Acala Roja, la semilla híbrida promediaba 8,73 miligramos más que las semillas autofecundadas, mientras que la fibra promediaba 1/128 de pulgada más.

Ya que muchas de las semillas escogidas no pudieron ser usadas al hacer las comparaciones anteriores del largo

UNA COMPARACION ENTRE EL PESO Y EL LARGO DE LA FIBRA DE SEMILLAS AUTOFECONDADAS E HIBRIDAS, Y DE SEMILLAS RELATIVAMENTE PESADAS Y LIVIANAS HIBRIDAS Y AUTOFECONDADAS DE PLANTAS ACALA ROJA Y PIMA

Padres de las semillas	N.º de semillas escogidas	Peso promedio de las semillas	Longitud de la fibra (128avo de pulgada)	Diferencia en peso promedio de la semilla	Diferencia en longitud de la fibra
P ♀ x P ♂	187	144.84	185		
F ♀ x R ♂	187	144.48	185	0.36 mgm.	0
P ♀ x P ♂	73	145.30	185		
P ♀ x P ♂	73	138.12	184	7.18 mgm.	1/128
P ♀ x R ♂	46	148.54	188		
P ♀ x R ♂	46	138.43	185	10.11 mgm.	3/128
R ♀ x R ♂	405	151.71	131	8.73 mgm.	1/128
R ♀ x P ♂	405	160.44	132		
R ♀ x R ♂	107	156.76	132	9.20 mgm.	3/128
R ♀ x R ♂	107	147.56	129		
R ♀ x P ♂	63	167.89	131		
R ♀ x P ♂	63	156.56	129	11.33 mgm.	2/128

de la fibra debido a que las semillas autofecundadas e híbridas, no siempre se obtenían en la misma proporción en las cápsulas, se decidió determinar el largo de la fibra para las semillas no usadas de distintos pesos tanto autofecundadas como híbridas. La tabla 6 muestra las semillas híbridas y autofecundadas de la planta madre Acala Roja 1, y el peso de cada semilla. Se notará que varias semillas de cada clase tienen o la letra "H" o la "L" antes de la que indica el pariente masculino. Estas letras indican el peso comparativo de un par de semillas. El mismo procedimiento que se usó para separar las semillas híbridas y autofecundadas procurando semillas del mismo par, mota y cápsula se empleó para seleccionar las semillas pesadas y livianas. En donde había una diferencia apreciable en los pesos de dos semillas de un mismo par, cada una se colocaba en su clase de peso respectiva; liviana o pesada. Las clases correspondientes de longitudes se combinaron en-

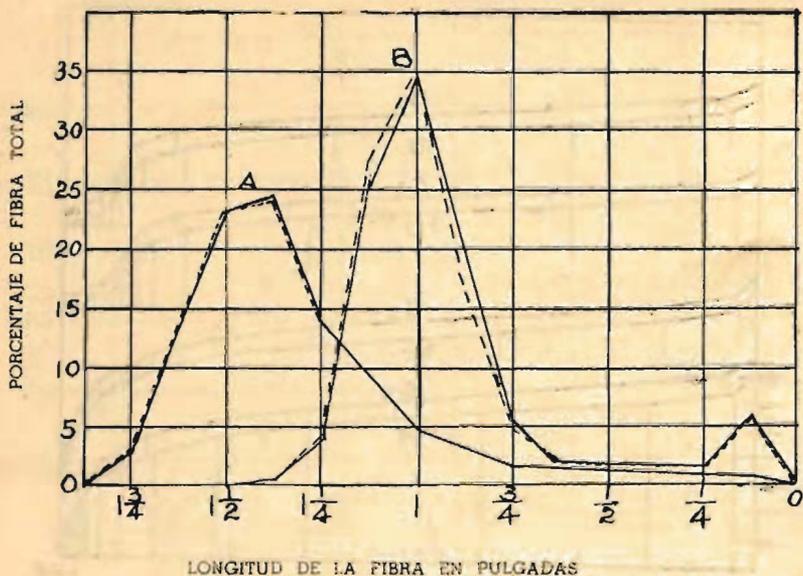


FIGURA 3.—Porcentajes de fibra en cada clase de un octavo de pulgada.
 A, línea continua; fibra autofecundada de Pima; línea punteada, fibra híbrida de Pima. B, línea continua; fibra autofecundada de Acala Roja; línea punteada, fibra híbrida Acala Roja.

tonces para cada planta madre, el peso de cada clase fue determinado y se calcularon los porcentajes.

Debido al hecho de que todas las semillas híbridas y autofecundadas que crecían en posiciones comparables en cada cápsula se habían usado, aquí se compararon las semillas autofecundadas pesadas, con semillas autofecundadas livianas, y las híbridas pesadas, con híbridas livianas. Estas semillas autofecundadas e híbridas no pueden compararse porque representan cápsulas diferentes. El número de semillas comparadas, su peso y el largo de la fibra, y la diferencia en cada una se pueden ver en el segundo y tercer par de líneas en las secciones alta y baja de la tabla 12. El largo comparativo de la fibra en distintos puntos en el porcentaje acumulativo se da en la tabla 11. La fibra proveniente de las semillas más pesadas era más largo que la de las semillas livianas que crecían a lado y lado. En cada caso, con excepción de las semillas híbridas de las

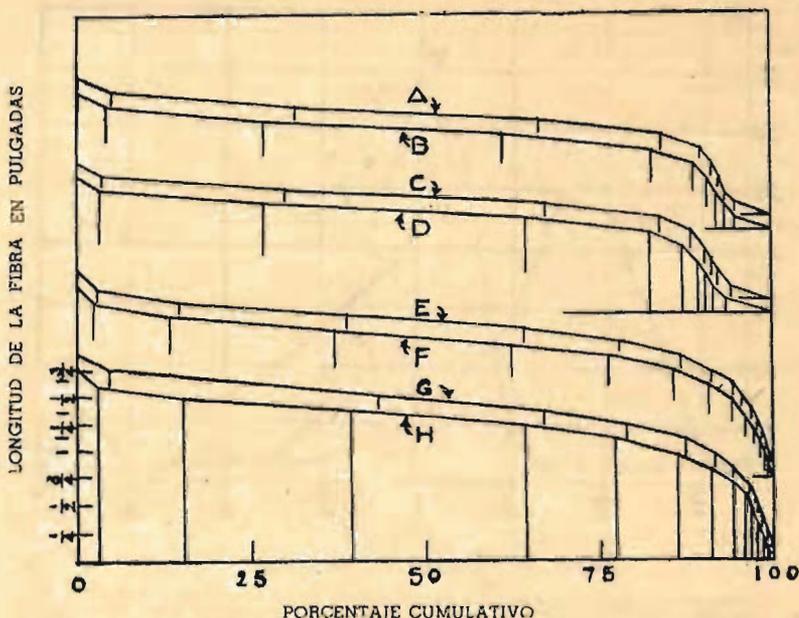


FIGURA 4.—Curvas que muestran el porcentaje de fibra en cada clase de un octavo de pulgada de semillas autofecundadas relativamente pesadas y livianas y semillas híbridas relativamente pesadas y livianas para las plantas madres Acala Roja y Pima.

plantas madres Pima, la diferencia llegó a 1/64 de pulgada o más. Así hubo en promedio una mayor diferencia en el largo de la fibra de semillas híbridas pesadas y livianas que crecían a lado y lado, que el que había en el largo de la fibra de semillas autofecundadas e híbridas que crecían en las mismas posiciones relativas. Esto también era cierto para las semillas híbridas pesadas y livianas.

La figura 4 muestra las curvas para la fibra de las semillas livianas y pesadas, tanto autofecundadas como híbridas, de las plantas madres Acala Roja, lo mismo que las curvas correspondientes para la fibra de las semillas de las plantas madres Pima. A y B, representan las curvas de las semillas autofecundadas pesadas y livianas respectivamente; C y D, de las semillas Pimas pesadas y livianas; y G y H, de las semillas hí-

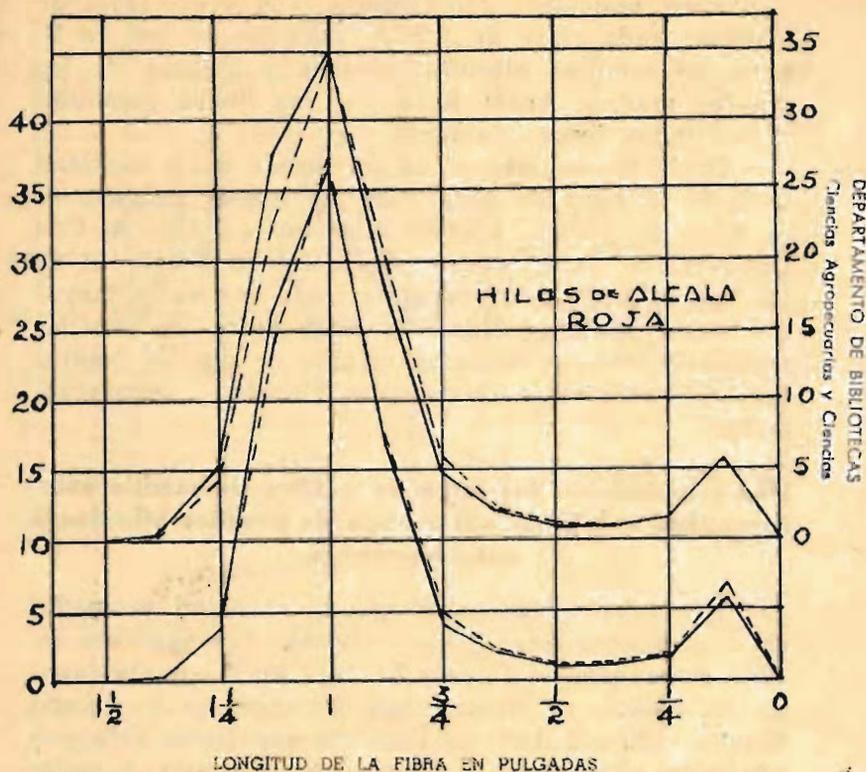


FIGURA 5.—Fibra autofecundada pesada y liviana e híbrida pesada y liviana. A, línea continua, fibra autofecundada pesada; línea punteada, fibra autofecundada y liviana. D, línea continua, fibra híbrida pesada; línea punteada, fibra híbrida liviana.

bridas Pimas pesadas y livianas. En cada caso la curva que representa la fibra de las semillas pesadas muestra un porcentaje mayor de fibra larga que la de las semillas livianas.

Las curvas en la figura 5 dan el porcentaje de la cantidad total de fibra en cada clase de 1/8 de pulgada de una manera más notoria que las curvas en la figura 4. La línea continua en A representa el porcentaje en cada clase de 1/8 de pulgada para la fibra de las semillas autofecundadas pesadas de las plantas madres Acala Roja. La línea punteada en A, muestra la misma

cosa para las semillas autofecundadas livianas que crecieron en posiciones comparables. Los porcentajes de fibra en cada clase de 1/8 de pulgada se dan en B, para las semillas híbridas pesadas y livianas de las plantas madres Acala Roja por las líneas continuas y punteadas respectivamente.

De la misma manera el porcentaje de la cantidad total de la fibra en cada clase de 1/8 de pulgada se da para las plantas madres Pima en la figura 6. Una comparación de las curvas de la figura 3 con las de las figuras 5 y 6, muestra claramente que había mayor diferencia en la cantidad de fibra entre las semillas pesadas y livianas de ambos grupos de plantas madres del que había entre las semillas híbridas y autofecundadas.

Una comparación del largo de la fibra de semilla autofecundada con la de una mezcla de semillas híbridas y autofecundadas.

Kearney (6) encontró que la cantidad promedia de cruzamiento entre Pima y algodón "upland" era de 12% en las plantas Pima y de 28% en las Acala cuando las plantas se encontraban dispersas en un campo de una variedad distinta. Podemos considerar ésta una condición ideal para la fecundación cruzada, y podemos asumir sin equivocarnos que donde los dos tipos se cultiven, en campos diferentes, el porcentaje de fecundación cruzada será considerablemente menor. Los porcentajes dados arriba se usan en la construcción de las curvas que se ven en la figura 7. Las líneas continuas de las curvas representan el porcentaje de fibra en cada clase de 1/8 de pulgada obtenida de una mezcla que consistía de 88% de fibra autofecundada y 12% de fibra híbrida de las plantas madres Pima, mientras que la misma en B, representa el porcentaje de fibra en cada clase de 1/8 de pulgada de una mezcla de 72% de fibra autofecundada y 28% de fibra híbrida de las plantas madres Acala Roja. Estos porcentajes probablemente sean mucho más altos de los que serían obtenidos bajo condiciones ordinarias de

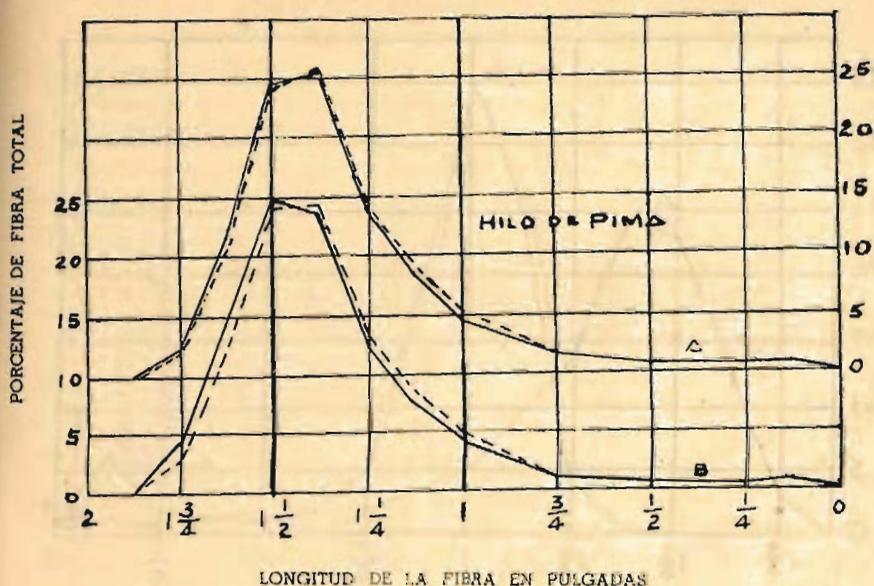


FIGURA 6.—Fibra autofecundada pesada y liviana y fibra híbrida pesada y autofecundada. A, línea continua, fibra autofecundada pesada; línea punteada, fibra autofecundada liviana. B, línea continua, fibra híbrida pesada; línea punteada, fibra híbrida liviana.

crecimiento ya que se consiguieron de plantas totalmente rodeadas por plantas del otro tipo. La opinión de varios autores (2) es que la cantidad de cruzamientos naturales entre plantas de campos adyacentes, es menos del 10%. Las curvas muestran que no hay diferencia notable entre la fibra de semillas autofecundadas y la de una mezcla de fibra de semillas autofecundadas e híbridas en las proporciones que serían fáciles de encontrar bajo condiciones ordinarias de crecimiento.

Los porcentajes en las clases de longitud correspondientes de la fibra de las plantas madres Pima se diferencian tan poco en ambos casos que la línea continua que representa la fibra autofecundada está superpuesta a la línea continua de la fibra mezclada de manera que no se pueden diferenciar.

En el caso de las líneas que representan los dos lotes de fibra de las plantas madres Acala Roja, la

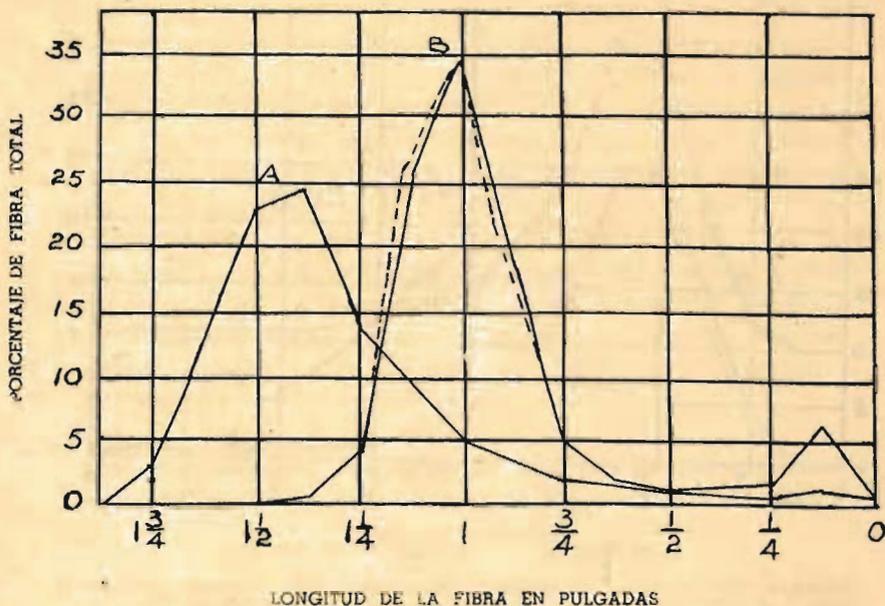


FIGURA 7.—Fibra autofecundada y fibra autofecundada e híbrida mezclada. A, fibra Pima; B, fibra de Acala Roja. La línea continua indica fibra híbrida; la punteada, fibra autofecundada e híbrida mezclada.

diferencia en el porcentaje de las clases correspondientes es lo suficientemente grande para que las líneas se distingan entre sí en aquella parte de la curva que representa los largos mayores. La tabla 13 da el porcentaje en cada clase de $\frac{1}{8}$ de pulgada para cada uno de los cuatro lotes de fibra.

Variación en longitud de la fibra entre plantas y cápsulas de la misma planta.

Las figuras 8 y 9 se incluyen con el fin de mostrar la gran variación en el largo de la fibra entre planta y planta, de una línea bastante pura, lo mismo que entre cápsulas de la misma planta. La línea continua en A. de la figura 8, muestra el porcentaje de fibra en las varias clases en 16 semillas autofecundadas de la planta madre Pima 37, mientras que la línea punteada mues-

TABLA 13

PORCENTAJE DE FIBRA EN CADA CLASE DE 1/8 DE PULGADA PARA LOS LOTES DE FIBRA AUTOFECONDADA Y FIBRA MEZCLADA

Longitud de clases en pulgadas	Padres					
	x P ♂	P ♀ x P ♂ P ♀ x P ♂	88% 12%	R ♀ x R ♂	R ♀ x R ♂ R ♀ x P ♂	72% 28%
1 5/8 - 1 1/4	2.81	2.84				
1 1/2 - 1 1/8	12.07	12.11				
1 3/8 - 1 1/2	23.19	23.20				
1 1/4 - 1 3/8	24.50	24.48				
1 1/8 - 1 1/4	14.15	14.10		.27	.27	
1 - 1 1/8	9.19	9.19		4.25	4.35	
7/8 - 1	4.94	4.94		25.32	25.80	
3/4 - 7/8	3.15	3.15		34.70	34.87	
5/8 - 3/4	1.71	1.71		18.72	18.21	
1/2 - 5/8	1.23	1.23		5.20	5.06	
3/8 - 1/2	.82	.82		2.10	2.07	
1/4 - 3/8	.76	.76		1.10	1.09	
1/8 - 1/4	.64	.64		1.05	1.04	
0 - 1/8	.83	.83		1.34	1.33	
				5.94	5.88	
	99.99	100.01		99.99	99.97	

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS
Ciencias Agrícolas y Ciencias



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Sección de Estadística

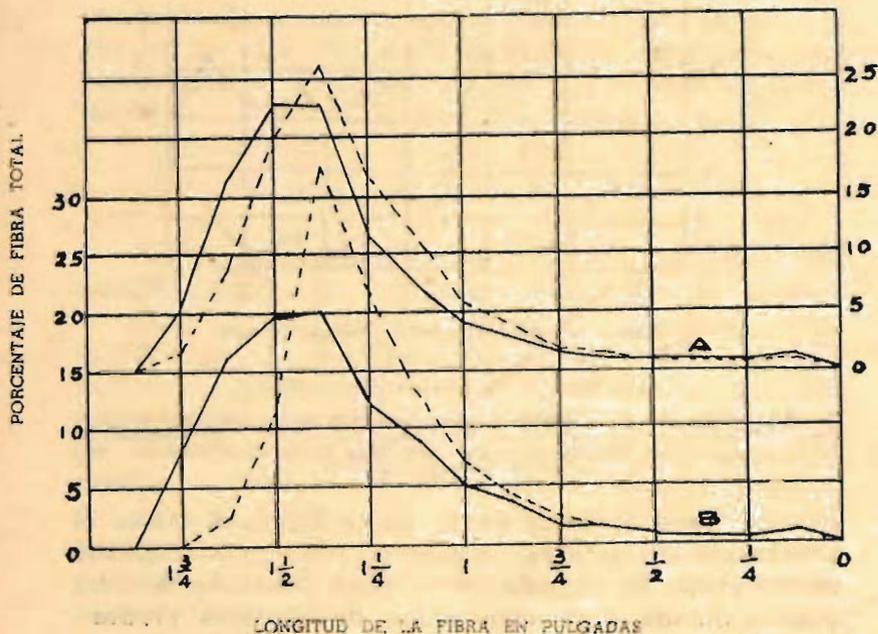


FIGURA 3.—Fibra híbrida de P2 y P7. La fibra más larga y más corta de P8. A, línea continua, fibra autofecundada de P7; línea punteada, fibra autofecundada de P2. B, línea continua, la fibra más larga de P8; línea punteada, la fibra autofecundada más corta de P8.

tra la misma cosa para la fibra en 32 semillas autofecundadas de la planta madre Pima N° 2. Estas plantas tenían respectivamente la fibra más larga y más corta de semillas autofecundadas en el lote de las siete plantas Pimas usadas. Hubo una diferencia de 1/16 de pulgada en el largo de la fibra autofecundada entre las dos plantas. Una proporción mucho mayor de la fibra total se encontró en las tres clases más largas de la planta 7 que la encontrada en las clases correspondientes de la planta 2.

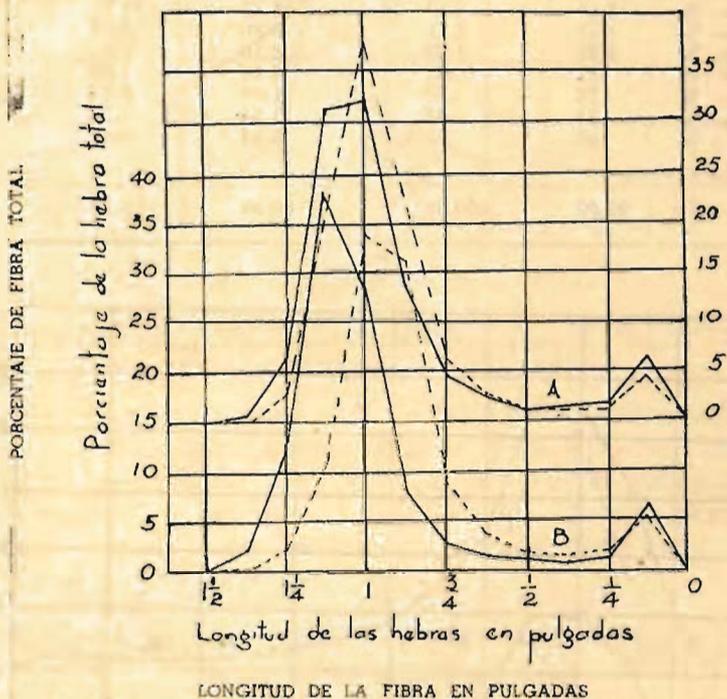


FIGURA 9.—Fibra autofecundada de R5 y R6. Fibra más larga y más corta de R6. A, línea continua, fibra autofecundada de R5; línea punteada, fibra autofecundada de R4. B, línea continua, fibra autofecundada más larga de R6; línea punteada, fibra autofecundada más corta de R6.

La línea continua en B, de la figura 8 indica el porcentaje en las varias clases de fibra autofecundada en un grupo de cápsulas, y la línea punteada la fibra autofecundada para otro grupo de cápsulas produci-

das en la misma planta. La diferencia en longitud entre la fibra de los dos grupos de cápsulas era de $5/32$ de pulgada. Las cápsulas originalmente se agruparon y se juntó la fibra según el número de la planta Acala Roja que produjo el polen usado en los cruzamientos, y no según el largo de la fibra de las cápsulas individuales. De haber empleado el último método es posible que se hubiera encontrado una diferencia aún mayor que la indicada en B (figura 8).

Las líneas continuas y punteadas en A y B, de la figura 9 muestran para las plantas Pima la misma cosa que se mostró para las plantas Acala Roja en la figura 8. Se usó la fibra de 69 semillas autofecundadas para calcular los porcentajes que indica la línea continua en A, mientras que la de 48 semillas se usó al determinar los indicados por la línea punteada. La diferencia en longitud de la fibra autofecundada de estas dos plantas era de $1/16$ de pulgada. Una diferencia de $1/8$ de pulgada se encontró entre las longitudes de fibra de los dos grupos de cápsulas mostrados en B. La fibra de 8 semillas autofecundadas se usó en cada caso al determinar la longitud de fibra de los dos grupos de cápsulas. Aquí también la diferencia probablemente hubiera sido mayor si se hubieran agrupado las cápsulas de una manera distinta.

Cantidad de fibra por semilla.

La variación en el peso promedio de fibra por semilla siguió muy de cerca la variación en el peso promedio de las semillas mismas. El peso promedio de la fibra de las semillas Pima autofecundadas era ligeramente mayor que el de las semillas híbridas. Sin embargo, la diferencia era solamente de 0.42 mgm. y por lo tanto poco significativa. La fibra de las semillas pesadas autofecundadas Pima promediaban 1.16 mgm. más que la de las semillas autofecundadas livianas, mientras que la fibra de las semillas híbridas pesadas promediaba 1.26 mgm. más que la de las semillas híbridas livianas.

TABLA 14

PESO PROMEDIO LARGO DE FIBRA Y DIFERENCIA PROMEDIA EN PESO Y LONGITUD DE FIBRA DE SEMILLAS HIBRIDAS Y AUTOFECONDAS Y EN SEMILLAS PESADAS Y LIVIANAS (RELATIVAMENTE AUTOFECONDAS E HIBRIDAS PARA PLANTAS MADRES PIMA Y ACALA ROJA).

Padres de las semillas	N.º de semillas escogidas	Peso promedio de la fibra	Longitud de la fibra (128avo de pulgada)	Diferencia en peso promedio	Diferencia en longitud
P ♀ x P ♂	187	56.38	185		
P ♀ x R ♂	187	55.96	185	0.42	0
P ♀ x P ♂	73	57.49	185		
P ♀ x P ♂	73	56.33	184	1.16	1/128
P ♀ x R ♂	46	55.42	188		
P ♀ x R ♂	46	54.16	185	1.26	3/128
R ♀ x R ♂	405	73.62	131		
R ♀ x P ♂	405	75.01	132		
R ♀ x R ♂	107	74.62	132	3.68	3/128
R ♀ x R ♂	107	70.94	129		
R ♀ x P ♂	63	77.47	131		
R ♀ x P ♂	63	74.03	129	3.44	2/128

La tabla 14 muestra el parentaje de las semillas, el número escogido, el peso promedio de fibra por semilla, el largo de fibra aproximado a 1/128 de pulgada, la diferencia en el peso promedio de la fibra y la diferencia en el largo promedio para cada lote de fibra estudiado. Se notará que el peso promedio de fibra por semilla es 1.39 mgm. mayor para la fibra de las semillas híbridas que para las semillas autofecundadas en las plantas madres Acala Roja. En total, la variación en el peso promedio de fibra por semilla es mayor para la fibra de las plantas madres Acala Roja que para las plantas madres Pima. Esto también fue cierto en cuanto se refiere al largo de la fibra en los dos lotes.

Significación de las diferencias.

La tabla 15 muestra la significación de establecer diferencias entre los pesos promedios de las semillas

comparables en cada uno de los seis lotes estudiados. Se notará que la diferencia en cada caso es significativa, con excepción de la que se hace entre las semillas híbridas y autofecundadas de las plantas madres Pima. En este caso la diferencia en peso fue solamente 0,61 veces mayor que el error de la diferencia. En los otros lotes, la diferencia variaba de 6.65 a 19.06 veces el error.

TABLA 15

LA SIGNIFICACION DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS PESOS PROMEDIOS DE LOS SEIS LOTES DE SEMILLAS ESTUDIADOS PORCENTAJE CUMULATIVO

Padres de las semillas	No. de semillas escogidas	Peso promedio de las semillas	Diferencia en mgm.	Error de la Diferencia
P ♀ x P ♂	187	144.96	0.44	0.61
P ♀ x R ♂	187	144.52		
P ♀ x P ♂	73	145.65	7.38	7.27
P ♀ x P ♂	73	138.27		
P ♀ x R ♂	46	148.52	9.93	6.65
P ♀ x R ♂	46	138.59		
R ♀ x R ♂	405	153.02	7.30	12.48
R ♀ x P ♂	405	160.32		
R ♀ x R ♂	107	156.78	9.17	13.17
R ♀ x R ♂	107	147.61		
R ♀ x P ♂	63	167.59	10.86	19.06
R ♀ x P ♂	63	156.73		

La significación de las diferencias en el largo de la fibra no podía calcularse debido a que el largo de la fibra de cada semilla no se había determinado por separado. Como se dijo antes, las clases que se hicieron según su longitud de fibra, para todas las semillas de cada planta madre, con un pariente masculino común, se combinaron para pesarlas. De estos se obtuvo el largo promedio de la fibra en las semillas que se tenían en consideración. Mientras que el verdadero promedio se obtuvo así, aproximando a 1/128 de pulgada,

para cada semilla clasificada, la distribución de longitudes no se pudo determinar por los datos obtenidos. Aunque no se puede calcular la importancia estadística, muy pocas de las diferencias tienen importancia desde el punto de vista práctico. Es positivo que una diferencia de 1/128 de pulgada no puede determinarse con una máquina clasificadora, lo mismo que una diferencia de 1/64, y probablemente sería difícil constatar una diferencia de 1/32 de pulgada. En ningún caso la diferencia de longitud entre la fibra autofecundada y la híbrida llegó a 1/64 de pulgada. Podemos decir que a pesar de la importancia estadística, los largos son iguales en cuanto se refiere a la clasificación e hilación de la fibra.

Efecto de los cruzamientos en el peso promedio de semillas y en el peso promedio de la fibra por semilla.

En los cruzamientos efectuados en 1931 no hubo una diferencia significativa entre el peso de las semillas Delfos autofecundadas y aquellas que resultaron del cruzamiento Delfos x Acala Roja. Sin embargo, en el caso del cruzamiento Acala Roja x Delfos, las semillas híbridas eran más pesadas que las autofecundadas siendo la diferencia 4.13 veces el error de la diferencia. Debe recordarse que la diferencia de longitud entre la fibra autofecundada y la híbrida de las plantas madres Delfos no era significativa, mientras que sí lo era la diferencia entre la fibra autofecundada e híbrida de las plantas madres Acala Roja.

En los cruzamientos efectuados en 1933 los resultados eran prácticamente los mismos. Las semillas híbridas de las plantas madres Pima, resultantes del cruce Pima x Acala Roja eran casi iguales en el peso promedio a las semillas autofecundadas comparables; mientras que en el cruzamiento recíproco, Acala Roja x Pima, las semillas híbridas eran significativamente más pesadas que las autofecundadas. Aquí también la diferencia en longitud entre la fibra autofecundada e híbrida era mayor en el cruce Acala Roja x Pima que en el cruce Pima x Acala Roja. Como antes se dijo, la

importancia de esta diferencia no se puede calcular con los datos obtenidos.

Observando las tablas **14** y **15** se verá como siempre que había una diferencia significativa en el peso de las semillas, había también una diferencia en el largo de la fibra, y que en cada caso las semillas más pesadas producían la fibra más larga. Observando la tabla **12** se verá que la diferencia en el largo de la fibra era casi proporcional a la diferencia en el peso promedio de las semillas.

El índice de la fibra, que se encuentra dividiendo el peso total de la fibra por el número de semillas y multiplicando el cociente por ciento, variaba de la misma manera que el largo de la fibra. En cada caso las semillas más pesadas produjeron el mayor peso promedio de fibra.

Estos datos parecen indicar que la pequeña diferencia de longitud entre las fibras híbrida y autofecundada se debía a la mejor nutrición suministrada a la fibra por las semillas más pesadas y no a un efecto directo del polen sobre la fibra. Esto es explicable si se tiene en cuenta que los pares comparables de las semillas híbridas y autofecundadas de una misma cápsula producían fibra que variaba en longitud, como en peso las semillas. Debe recordarse que estas selecciones se basaron solamente en los pesos relativos de las semillas. En cada caso la variación, tanto en peso de semilla como en largo de fibra, era mayor que en el caso de las semillas comparables, híbridas y autofecundadas.

Sumario

Los cruzamientos recíprocos hechos en 1931 entre las variedades de Delfos y Acala Roja produjeron semillas cuyas fibras híbridas y autofecundadas, situadas en posiciones comparables variaban muy poco en longitud. La fibra híbrida del cruzamiento Delfos x Acala Roja era igual en longitud, aproximando a 1/128 de pulgada, a la fibra autofecundada comparable de las mismas plantas madres. Las semillas autofecundadas e híbridas en las cuales creció la fibra no tenían una

diferencia significativa en peso. La fibra híbrida de los cruces Acala Roja x Delfos era $1/128$ de pulgada más larga que la fibra autofecundada comparable de las mismas plantas madres. Las semillas híbridas eran mayores en peso que las semillas autofecundadas.

Los cruzamientos recíprocos hechos en 1933 entre las variedades Pima y Acala Roja, produjeron semillas cuyas fibras híbridas y autofecundadas, situadas en posiciones comparables, variaban muy poco en longitud. La fibra híbrida del cruce Pima x Acala Roja era igual en longitud, aproximando a $1/128$ de pulgada, a la de la fibra autofecundada comparable, mientras que la fibra híbrida del cruce Acala Roja x Pima era $1/128$ de pulgada más larga que la fibra autofecundada comparable, hecho que se notó cuando se expresó con una curva de gran escala basada en los datos de la clasificación. Esta diferencia, aunque importante desde el punto de vista estadístico en 1931 y posiblemente en 1933, era demasiado pequeña para notarse en la clasificación y no podría tener un efecto notorio en las cualidades de hilación de la fibra. En 1933, como en 1931, las semillas híbridas producidas por el uso del polen de las plantas Acala Roja no eran significativamente más pesadas que las semillas autofecundadas comparables, mientras que las semillas híbridas producidas en las plantas madres Acala Roja por el uso del polen extraño eran significativamente más pesadas que las semillas autofecundadas comparables.

La fibra de un grupo de semillas autofecundadas, relativamente más pesadas, era más larga que la de otro grupo comparable de semillas autofecundadas relativamente livianas en las mismas plantas madres. Las selecciones para estos dos grupos se hicieron solamente basándose en los pesos relativos de las dos semillas que constituían un par comparable, determinando en esta forma la semilla más pesada, y la más liviana. La fibra de los dos grupos de semillas híbridas de cada grupo de plantas madres mostraron los mismos resultados. En cada caso, con la excepción de la fibra de las semillas livianas Pima autofecundadas, la diferen-

cia era mayor que cualquier diferencia en el largo de la fibra de las semillas comparables autofecundadas e híbridas.

La mayor diferencia en el porcentaje de la fibra de las clases correspondientes de 1/8 de pulgada entre un lote de fibra de semillas autofecundadas Pima y otra compuesta de 88% de fibra Pima autofecundada y 12% de fibra híbrida, era solamente de 0.05% en la clase 1 1/8 a 1 1/4 pulgadas. En las nueve clases correspondientes más cortas los porcentajes eran los mismos aproximando al 0.01%.

Cuando se tomaron las plantas madres Acala Roja, la mayor diferencia de porcentaje entre la fibra de semillas autofecundadas y la de una mezcla de 72% fibra autofecundada y 28% de fibra híbrida era de 0.61% en la clase de 3/4 a 7/8 pulgadas.

Los porcentajes usados en hacer las mezclas fueron los encontrados por Kearney. Estos porcentajes eran el promedio de cruzamientos en plantas completamente rodeadas por otra variedad, y probablemente son mucho más altos que los que ocurren entre plantas que crecen en campos separados.

La fibra producida por las semillas autofecundadas de la planta Pima N° 7 tenía 1/16 de pulgada más que la producida por las semillas autofecundadas por la planta Pima N° 2. La diferencia en longitud entre la fibra autofecundada de dos grupos de cápsulas cultivadas en la misma planta Pima era de 5/32 de pulgada. La fibra producida por las semillas autofecundadas de la planta Acala Roja N° 5 tenía 1/16 de pulgada más que la producida por las semillas autofecundadas de la planta Acala Roja N° 4, mientras que la diferencia entre la longitud de fibra autofecundada de los grupos de cápsulas cultivadas en la misma planta Acala Roja era de 1/8 de pulgada. Cuando se midieron aproximando a 1/128 de pulgada no se encontró una diferencia entre la longitud de la fibra híbrida y la autofecundada de las plantas madres Pima, mientras que se encontró una diferencia de 1/128 de pulgada entre la fibra autofecundada e híbrida de las plantas



madres Acala Roja. En el último caso la diferencia era solamente la octava parte de la que había entre planta y planta y solamente la dieciseisava parte de la que se halló entre dos grupos de cápsulas de la misma planta.

Un estudio de los resultados obtenidos en los cuatro lotes de fibra comparable durante los dos años muestra que en todos los casos donde se determinaron el peso y el largo de la fibra, tanto la fibra larga como la más pesada se produjeron en las mismas semillas. Con una excepción, la fibra más larga y pesada se produjo en las semillas más pesadas. En este caso la diferencia del peso de la semilla no era significativo.

Los datos no muestran cual es la razón por la cual distintos pólenes actúan en forma diferente sobre el peso de las semillas. Ni en 1931 cuando se usó polen de Acala Roja en cruzamientos con Delfos, ni en 1933 cuando se usó el mismo en cruzamientos con Pima, fueron más pesadas las semillas híbridas que las autofecundadas. En 1931 las semillas híbridas eran ligeramente más pesadas que las semillas autofecundadas comparables, mientras que en 1933 sucedió lo contrario. Sin embargo, en los dos años, en los cruzamientos Acala Roja x Delfos y Acala Roja x Pima, las semillas híbridas eran significativamente más pesadas que las autofecundadas. Estos promedios se obtuvieron de 564 pares de semillas en 1931 y de 405 pares en 1933. En cada caso las dos semillas que constituían un par crecieron en posiciones comparables en la misma cápsula.

AGRADECIMIENTOS

El autor está agradecido del Profesor W. E. Bryan por sus valiosas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Armstrong, G. M. and Bennett, C. C.
1932.—Some Factors Influencing the Variability in Length of Cotton Fibers on Individual Plants as Shown by the Sorter Method. Jour Agr. Res., Vol. 47, No 7, pp. 447-74

2. Brown, H. B.
1927.—Viciniism or Natural Crossing in Cotton. Miss. Agr. Exp. Sta. Tech. Bul. N° 13.
3. Harrison, G. J.
1931.—Metaxenia in Cotton. Jour. Agr. Res., Vol. 42, N° 9, pp. 521-44.
4. Humbert, E. P. and Mogford, J. S.
1927.—Variation in Certain Lint Characters in a Cotton Plant and its Progeny. Tex. Agr. Exp. Sta. Bul. N° 349.
5. Kearney, T. H.
1923.—Segregation and Correlation of Characters in an Upland-Egyptian Cotton Hybrid. U. S. D. A., B. P. I. Bul. N° 1164.
6. Kearney, T. H.
1923.—Self-Fertilization and Cross-Fertilization in Pima Cotton. U. S. D. A., B. P. I. Bul. N° 1134.
7. Kearney, T. H. and Harrison, G. J.
1932.—Pollen Antagonism in Cotton. Jour. Agr. Res., Vol. 44, N° 3, pp. 191-226.
8. Kearney, T. H. and Harrison, G. J.
1924.—Length of Cotton Fiber from Bolls at Different Heights on the Plants. Jour. Agr. Res., Vol. 22, pp. 563-65.
9. Nixon, R. W.
1928.—The Direct Effect of Pollen on the Fruit of the Date Palm. Jour. Agr. Res., Vol. 36, N° 2, pp. 97-128.
10. Pressley, E. H.
1934.—Improving the Uniformity of Cotton Fiber by the Use of the Pressley Sorter. U. of Ariz Exp. Sta. Tech. Bul. N° 54.
11. Swingle, W. T.
1928.—Metaxenia in the Date Palm Possibly a Hormone Action by the Embryo or Endosperm. Jour. Heredity, Vol. 19, pp. 257-68.
12. Ware, J. O.
1929.—Cotton Breeding Studies. U. of Ark. Agr. Exp. Sta. Bul. N° 243.