

Desarrollo del tubo polínico en pistilos de manzanos, en flores autopolinizadas y en polinizaciones cruzadas recíprocas de las variedades Delicious y King David (*)

POR EL ING. AGR. JORGE R. DÍAZ (**)

INTRODUCCIÓN

La importancia económica que reviste la *incompatibilidad* en fruticultura, hizo que muchos investigadores le dedicaran su atención, y procuraran determinar si las variedades pertenecientes a las diferentes especies eran *autocompatibles*, es decir, si podían producir cosechas satisfactorias luego de fecundar sus flores con su propio polen, o en caso contrario, establecer con qué otras variedades deberían ser cruzadas, para obtener una producción de importancia comercial.

El método seguido hasta el presente para apreciar la mayor o menor *compatibilidad* de las variedades frutícolas, ha permitido señalar, efectivamente, cuáles de éstas deben consociarse, con el fin de obtener éxito en la fructificación; sin embargo, dicho método ha sido criticado con fundamento por varios autores.

El procedimiento aludido, consiste en castrar las flores de la variedad a polinizar, efectuar la polinización a mano depositando el polen sobre sus estigmas por medio de un pincel, y luego proteger las flores así polinizadas para evitar la visita de insectos, con bolsitas de papel que cubran una o varias de ellas, o bien con bolsas más grandes de género, que cubran ramas íntegras.

(*) Presentado como Segundo Trabajo de Adscripción a la Cátedra, el 22 de diciembre de 1947; solicitada su publicación por la Comisión Examinadora compuesta por los profesores Ings. Agrs. Isaac P. Grünberg, Elvino Sartori y Roberto Rizzo Patrón.

(**) Jefe Interino de Trabajos Prácticos en la Cátedra de Frutivicultura.

Suele evitarse a veces el empleo de estas bolsas o bolsitas, encerrando los árboles en verdaderas jaulas de alambre tejido, que cumplen la misma finalidad. El grado de compatibilidad que presentan las variedades ensayadas, se determina luego estableciendo la relación entre la cantidad de flores polinizadas, y el número de frutos que llegan a la madurez, o que subsisten en el árbol después de la «tercera caída» («June Drop»), o «caída de Diciembre», para el hemisferio Sur.

Los principales inconvenientes que entre otros le encuentra MAC DANIELS (1927) a este método, son su lentitud, y la introducción de muchas causas de errores experimentales, motivados principalmente por la castración de las flores y la colocación de las bolsitas. Por otra parte, considera que la relación entre la cantidad de frutos obtenidos y el número de flores polinizadas, no da absolutamente ninguna idea sobre la importancia comercial de la cosecha, y significa muy poco respecto a la compatibilidad entre variedades. Manifiesta que para lograr una apreciación más exacta sobre estos puntos, sería necesario conocer también, qué cantidad de ramitas fructíferas florecieron, y qué porcentaje de dichas ramitas llegaron a madurar su fruto.

Según HEILBORN (1938), la determinación del grado de compatibilidad entre variedades mediante la relación entre el número de flores polinizadas y la cantidad de frutos obtenidos, puede dar resultados más o menos exactos en *cerezos dulces*, porque esta especie presenta un límite bien marcado entre *esterilidad* y *fertilidad*, pero los resultados no son tan satisfactorios en *manzanos*, ya que su complicada estructura genética hace que la *auto* e *interfertilidad* se manifiesten en una completa gradación.

Por último ALMEIDA (1942), considera que el método clásico para determinar la compatibilidad, está sujeto a algunos errores motivados por causas diferentes, entre las cuales menciona las que siguen: 1º, sensibilidad del polen a las variaciones de humedad y temperatura; 2º, tendencia de algunas variedades a la partenocarpia estimulativa, y 3º, susceptibilidad de los frutos recién formados a los agentes meteorológicos y a las plagas. Considera difícil además, comparar el porcentaje de frutos producidos en diferentes años y por distintos árboles, pues la cantidad de flores que se transforman en frutos depende, entre otras cosas, del número de flores formadas en ese año y en ese árbol, del vigor de las plantas y de las ramas, y de la cantidad de frutos producidos el año anterior. Estima que el método es lento, que exige gran cantidad de trabajo, y que deben repetirse las observaciones en años sucesivos y en un número elevado de plantas, y aún así, los resultados no siempre son satisfactorios.

El mismo autor, en 1945 agrega, que siendo la capacidad de floración

una característica varietal, y existiendo variedades que florecen abundantemente y otras que lo hacen en menor escala, los porcentajes entre frutos obtenidos y flores polinizadas no tienen el mismo significado para unas que para otras.

Por los motivos expresados, desde hace tiempo se ha procurado encontrar un método, que con menos trabajo y más exactitud, pueda dar idea del mayor o menor grado de compatibilidad entre las gametas masculinas y femeninas de las diferentes variedades frutícolas.

Desde comienzos del siglo empezó a investigarse el comportamiento de los tubos polínicos en los casos de *autoincompatibilidad*. Luego estos estudios se hicieron extensivos a los casos de *incompatibilidad* entre variedades diferentes, y en 1938 y 1939, HEILBORN procura determinar la *auto* o *interincompatibilidad* en variedades de manzanos, mediante la observación del desarrollo y velocidad de penetración de los tubos polínicos en el interior de los pistilos.

Hasta el momento actual, si bien los resultados logrados en estas investigaciones han sido importantes, aún no se han resuelto todos los problemas relativos a la aplicación práctica del método, no obstante el carácter más bien categórico de las conclusiones a que arribó HEILBORN, como consecuencia de sus trabajos.

Este nuevo capítulo de la ciencia botánica y la técnica frutícola, presenta un amplio campo a la investigación, y un gran interés práctico, ya que a medida que se vayan conociendo mejor las modalidades del desarrollo de los tubos polínicos en los pistilos florales, y los factores que influyen para modificarlo, así como también las relaciones que existen entre dichas modalidades y los diferentes grados de compatibilidad entre las variedades, podrá llegar a establecerse si las variedades nuevas o no estudiadas suficientemente hasta el momento, son o no compatibles consigo mismas o con otras, y en caso afirmativo, en qué grado lo son, valiéndose para ello de un mínimo de material y un mínimo de tiempo.

Como se verá más adelante, varios investigadores procuran resolver las dificultades que presenta la aplicación práctica de este nuevo método.

El presente trabajo, ha tenido por objeto investigar la modalidad que presenta el desarrollo del tubo polínico en los estilos de las flores autopolinizadas de manzanos en dos variedades, Delicious y King David, cultivadas en la Colección Pomológica de la Facultad, y consideradas ambas como prácticamente *autoincompatibles*, o a lo sumo muy ligeramente *autocompatibles*; se ha procurado a la vez determinar también el comportamiento de los tubos polínicos en cruzamientos recíprocos de las mismas variedades, consideradas *compatibles* entre sí.

Para poder apreciar debidamente la importancia de esta clase de in-

investigaciones en el país, es necesario tener en cuenta que, como lo manifiesta ALMEIDA (1945), y ha sido corroborado en muchísimas oportunidades en la práctica, «... las relaciones de compatibilidad son eminentemente locales, y lo que es cierto en un país o en una región, puede dejar de serlo en otra».

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Según EAST y PARK (1918), JOST en 1907 y CORRENS en 1912, observaron que en variedades autoestériles polinizadas con su propio polen, existía libre emisión de tubos polínicos, pero que éstos se desarrollaban con mucha lentitud en el interior del pistilo. En cambio, observaron que en las polinizaciones cruzadas, el desarrollo de los tubos era mucho más rápido. Como consecuencia de estos hechos, sacaron en conclusión que en el primer caso podrían actuar sustancias que inhibieran en cada planta el desarrollo de los tubos polínicos.

OSTERWALDER en 1910, citado por ALMEIDA (1945), manifestó que la improductividad de las variedades autoincompatibles, era motivada por la detención del desarrollo del tubo polínico antes de llegar al ovario, atribuyendo esta circunstancia a «la falta de capacidad fertilizante de estas variedades».

EAST y PARK (Op. Cit.), en sus investigaciones relativas a la autoesterilidad en especies de *Nicotiana*, observaron el desarrollo de los tubos polínicos a lo largo del pistilo, en autopolinizaciones y en cruzamientos compatibles e incompatibles; trazaron gráficos sobre el recorrido de los tubos en distintos casos, y establecieron que la diferencia entre ellos residía únicamente en la velocidad de penetración de los tubos polínicos a lo largo del estilo.

Según dichos autores, los resultados obtenidos indicarían que en un pistilo autopolinizado, los tubos polínicos no son inhibidos en su desarrollo por sustancias segregadas por él, sino más bien, que la diferencia que se observa en la velocidad de penetración con respecto a las polinizaciones cruzadas compatibles, se debería a que en estos casos, el pistilo segregaría sustancias que acelerarían la marcha de los tubos hacia el ovario.

EAST (1919), estableció que entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas compatibles en especies de *Nicotiana*, no existía diferencia ni en el porcentaje de granos de polen germinados, ni en el tiempo necesario para su germinación, ni en la longitud de los tubos polínicos una vez producida ésta. Dicha diferencia estribaría únicamente en la velocidad de desarrollo de los tubos, constantemente acelerada a medida

que éstos se acercaban al ovario en los cruzamientos compatibles, y más reducida y uniforme cuando se trataba de autopolinizaciones.

Atribuyó las diferencias a una diastasa que facilitaría el desarrollo del tubo polínico, y que tendría su origen en el estilo, a raíz de un catalizador aportado por el mismo tubo.

BUCHHOLZ y BLAKESLEE (1927), observando el comportamiento de los tubos polínicos en especies de *Datura*, comprobaron la influencia de la temperatura sobre el desarrollo de los mismos, y establecieron que en los casos de incompatibilidad, la mayor parte de ellos se detenía cerca del estigma y presentaba sus extremidades abultadas, mientras que en polinizaciones compatibles, la mayor cantidad de dichas extremidades se encontraba en las vecindades del ovario.

En uno de los cruzamientos realizados, los autores pudieron observar también que la distribución de las extremidades de los tubos presentaba una curva bimodal, lo que interpretaron como un signo de la existencia de diferentes grados de afinidad entre el polen y el pistilo.

La detención de los tubos polínicos en los casos de incompatibilidad, es interpretada por CRANE (1927) como la consecuencia de una obstrucción mecánica, o de una incapacidad de los mismos para absorber sustancias alimenticias, debido a la presencia de una vaina de mucílago u otro compuesto similar, que rodearía sus extremidades abultadas.

La idea de la existencia de una relación entre la modalidad en el desarrollo de los tubos polínicos, y el grado de afinidad entre variedades, insinuada por los autores mencionados anteriormente, se afianza con AFIFY (1933), quién llegó a establecer que en las especies diploides, como cerezos, la incompatibilidad se manifiesta por la detención de todos los tubos polínicos a corta distancia del estigma, y la afinidad entre polen y pistilo en variedades compatibles, se traduce en la existencia de gran número de tubos polínicos que alcanzan el ovario y realizan la fecundación. En cambio, en especies poliploides como ciruelos y manzanos, el comportamiento de los tubos polínicos resultaría mucho más complejo; así, en un cruzamiento compatible en manzanos, encontró cuatro tipos distintos de granos de polen, que consideró como la expresión de otros tantos grados de afinidad: *a*) granos que no germinaron; *b*) granos que emitieron un tubo polínico corto, que detenía su desarrollo cerca del estigma, o presentaba su extremidad encorvada hacia él; *c*) granos cuyos tubos recorrieron alrededor de $\frac{1}{3}$ de la longitud del estilo, y *d*) granos cuyos tubos llegaron al ovario.

Posteriormente, ASAMI y HAYAMI (1934) relacionaron el grado de afinidad entre polen y pistilo, con la velocidad de penetración de los tubos polínicos en el interior del estilo, y observaron que en cruzamientos in-

compatibles de perales japoneses, ésta era mucho menor que en los cruzamientos compatibles, y las extremidades de los tubos se presentaban abultadas con más frecuencia en el primer caso que en el segundo.

CUMMINGS, JENKINS y DUNNING (1936), estudiando la esterilidad en perales, expresan que durante las primeras 18 horas, las curvas de desarrollo de los tubos polínicos más avanzados en el interior de los estilos, son del tipo correspondiente a las reacciones autocatalíticas, registrándose una aceleración continua en su avance. En los pistilos autopolinizados, observaron un retardo marcado en el desarrollo de los tubos, alrededor de las 24 horas después de efectuada la polinización, y en cambio en los cruzamientos entre variedades compatibles, recién les fué posible observar dicho retardo cuando ya muchos tubos habían penetrado en el ovario, más o menos a las 48 horas de efectuada la polinización.

Los conocimientos adquiridos con respecto al desarrollo de los tubos polínicos en el interior del pistilo, indujeron a los investigadores a intentar su aplicación práctica, y tratar de establecer el grado de compatibilidad entre variedades, en base al comportamiento de los mismos. Es así que HEILBORN (1938) realizó el primer ensayo en este sentido, y en el año mencionado efectuó observaciones en flores autopolinizadas de variedades de manzanos diploides, llegando a la conclusión de que en base a las características de las curvas referentes a la penetración de los tubos extremos en relación con su velocidad, y a las modalidades que acusen los gráficos de distribución de las extremidades de la totalidad de los tubos polínicos a lo largo del estilo, puede determinarse el mayor o menor grado de autocompatibilidad de las variedades.

El mismo autor, publicó en 1939 experiencias similares relacionadas con el desarrollo de los tubos en cruzamientos intervarietales compatibles e incompatibles, estableciendo la curva correspondiente en ambos casos, y la distribución de los tubos polínicos a lo largo de los estilos. Observó que los tubos polínicos que penetraban rápidamente y presentaban un recorrido recto, producían poca callosa junto a sus extremidades, y éstas aparecían poco abultadas; en cambio los tubos que se detenían cerca del estigma, mostraban sus extremidades abultadas, y producían gran cantidad de callosa. Dedujo de esto que resultaría factible conocer con bastante certeza el grado de compatibilidad de las diferentes combinaciones de variedades, mediante el trazado de curvas referentes al desarrollo de los tubos polínicos extremos, y de gráficos de distribución de todos los tubos a lo largo del estilo, especialmente si se relacionaban estos resultados con la observación del aspecto que presentaban las extremidades de los tubos y la producción de callosa.

Posteriormente, RAPOPOULOS (1941) y LEWIS y MODLIBOWSKA (1942)

estudiaron el comportamiento de los tubos polínicos en el interior de pistilos de cerezos y perales respectivamente, y relacionaron las diferentes modalidades que observaron en su desarrollo, con distintos grados de compatibilidad entre las gametas masculinas y femeninas.

ALMEIDA (1942), describe un método para determinar la compatibilidad entre variedades, fundado sobre los principios establecidos por HEILBORN.

En 1945, realizó un prolijo estudio referente a las causas de improductividad en el almendro, y examinó todos los motivos que pueden hacer fracasar la fructificación, desde las anomalías florales hasta la incompatibilidad entre las gametas.

Partiendo de la suposición de que en los pistilos existieran sustancias de crecimiento que pudieran influir sobre el desarrollo de los tubos polínicos, procuró extraerlas de los ovarios de cuatro especies de *Antirrhinum*, y comprobó que el principio así obtenido, efectivamente ejercía una acción inhibitoria sobre su desarrollo.

Observó que en los casos en que los tubos polínicos detienen su marcha hacia el ovario a cierta altura del estilo presentan sus extremidades abultadas, pero no consideró esto un signo seguro de incompatibilidad como hasta entonces se interpretaba, sino que lo atribuyó a una falta de estímulo o a una acción inhibitoria ejercida por el pistilo sobre los tubos polínicos en vías de desarrollo, luego que uno de ellos había alcanzado el saco embrionario.

Desde el comienzo de sus estudios sobre el almendro en 1937-38, llegó a la conclusión, casi simultáneamente con HEILBORN, de que la velocidad de penetración de los tubos polínicos en los pistilos se encontraba relacionada directamente con la afinidad entre las variedades.

Determina en este trabajo el autor, el grado de compatibilidad entre diferentes variedades de almendros mediante el método corriente, y compara sus resultados con los del nuevo procedimiento, encontrando que ellos concuerdan bien.

El estudio de los factores que afectan al desarrollo del tubo polínico en el pistilo ha continuado, y en 1945, IRENA MODLIBOWSKA, realizando observaciones en manzanos y perales, estableció que las temperaturas elevadas acentúan las diferencias entre el polen compatible e incompatible, en cuanto a la velocidad de penetración de los tubos en los pistilos; determinó además, que en ambas especies existían tres tipos de tubos polínicos: a) *incompatibles*, que se detienen en el pistilo tanto más cerca del estigma cuanto más elevada es la temperatura; b) *semicompatibles*, que se desarrollan lentamente y llegan al ovario, pero raramente realizan la fecundación, y c) *compatibles*, que se desarrollan más rápidamente

que los anteriores y realizan la fecundación, siendo favorecidos por temperaturas algo elevadas.

Considera la autora que no es posible suministrar una interpretación genética del comportamiento de los tubos polínicos en manzanos y perales, a causa de que la gran complejidad y disparidad que ofrece el mismo, se debe a la alta poliploidía de estas especies.

Por la reseña que antecede, puede apreciarse el estado actual de los conocimientos y teorías relacionados con la penetración de los tubos polínicos en los pistilos, y los factores que sobre ellos actúan, así como su estrecha relación con el grado de compatibilidad entre las diferentes variedades. Puede juzgarse también el estado de las investigaciones tendientes a determinar esta mayor o menor afinidad entre variedades, en base a las modalidades que presenta el desarrollo de los tubos polínicos, cuyo conocimiento exacto sería de gran importancia práctica, al permitir el empleo de nuevos métodos, más simples y rápidos, destinados a efectuar dicha determinación. Y por fin, es posible comprobar las dificultades que se oponen por el momento, a aceptar como infalibles estos nuevos métodos, debido a la cantidad de factores que intervienen en sus resultados, entre los cuales quizás sea el más influyente la compleja poliploidía de las especies y variedades frutales, principalmente de las pertenecientes al género *Pyrus*.

MÉTODO

En la experiencia, realizada durante la primavera del año 1946, se siguió el método siguiente:

En dos oportunidades, al principio y a mediados de su período de floración, se efectuaron autopolinizaciones y polinizaciones cruzadas recíprocas, en dos plantas de manzanos de las variedades Delicious y King David. A las 24, 48 y 72 horas después de efectuadas las polinizaciones, se eligieron y cortaron 10 flores correspondientes a cada uno de los períodos indicados, y a cada una de las combinaciones ensayadas, en la forma que a continuación se detalla:

		Principios de floración		Mediados de floración	
		24 hs. 10 flores		24 hs. 10 flores	
Delicious	Autopolinizada	48 » 10 »		48 » 10 »	
		72 » 10 »		72 » 10 »	
	Cruzada × K. David	24 » 10 »		24 » 10 »	
		48 » 10 »		48 » 10 »	
		72 » 10 »		72 » 10 »	
King David	Autopolinizada	24 » 10 »		24 » 10 »	
		48 » 10 »		48 » 10 »	
		72 » 10 »		72 » 10 »	
	Cruzada × Delicious	24 » 10 »		24 » 10 »	
		48 » 10 »		48 » 10 »	
		72 » 10 »		72 » 10 »	

De las 10 flores cortadas en cada oportunidad para cada una de las combinaciones realizadas, se eligieron 2 al azar, y se efectuó su disección, cortando sus estilos en su base, justamente encima del ovario¹. En caso de tropezar con algún inconveniente en la disección o en el manipuleo posterior de los estilos, se eligió una tercera o una cuarta flor, de manera de reunir en todas las oportunidades, entre 10 y 12 estilos para su observación al microscopio. Los estilos se fijaron en una mezcla de 6 % de formalina, y 94 % de alcohol de 50° (Buchholz, 1931), donde se dejaron por una hora.

Una vez fijados los estilos, se lavaron con agua y se dividieron longitudinalmente en dos con la ayuda de una aguja fina y un bisturí, trabajando bajo lupa. De cada estilo se utilizó sólo una de las mitades, que se coloreó de acuerdo al método de WATKIN (LEE, 1937), basado en el empleo de una solución al 0,08-0,1 % de azul de algodón en lactofenol (partes iguales de ácido láctico, fenol, glicerina y agua). Se probaron también los procedimientos de coloración indicados por BUCHHOLZ (1931), CHANDLER (1931) y NEBEL (1931), pero el que dió mejores resultados, permitiendo distinguir más fácilmente los tubos polínicos, fué el de WATKIN. El azul de metilo o azul de algodón, que constituye la base de este método, colorea con un tinte azul claro el tejido conductivo del estilo, y tiñe de un color azul oscuro a los tubos polínicos. Es un colorante que actúa sobre la callosa. Debe hacerse notar sin embargo, que en algunas oportunidades, la acción de este colorante presentó algunas anomalías,

¹ La palabra ovario, en este caso se refiere al conjunto formado por la unión del ovario y el receptáculo, o del ovario, receptáculo y cáliz, que en las pomáceas sirve de inserción a las restantes piezas florales.

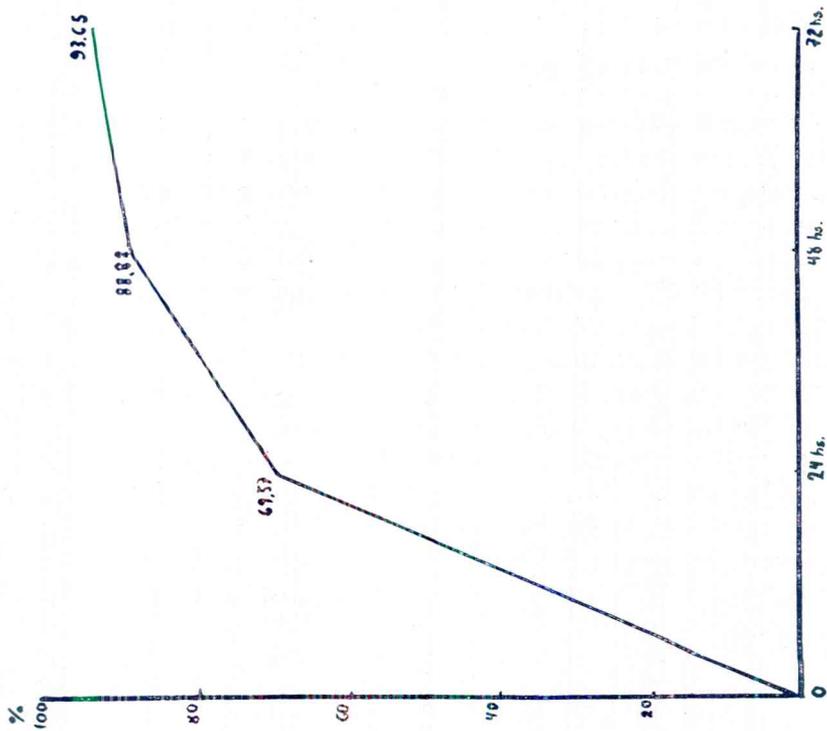


GRÁFICO N° 1. — Longitud de los tubos polínicos extremos, expresada en porcentajes del largo medio de los estilos, por períodos de 24 horas

Varietad King David x Delicieux ♂

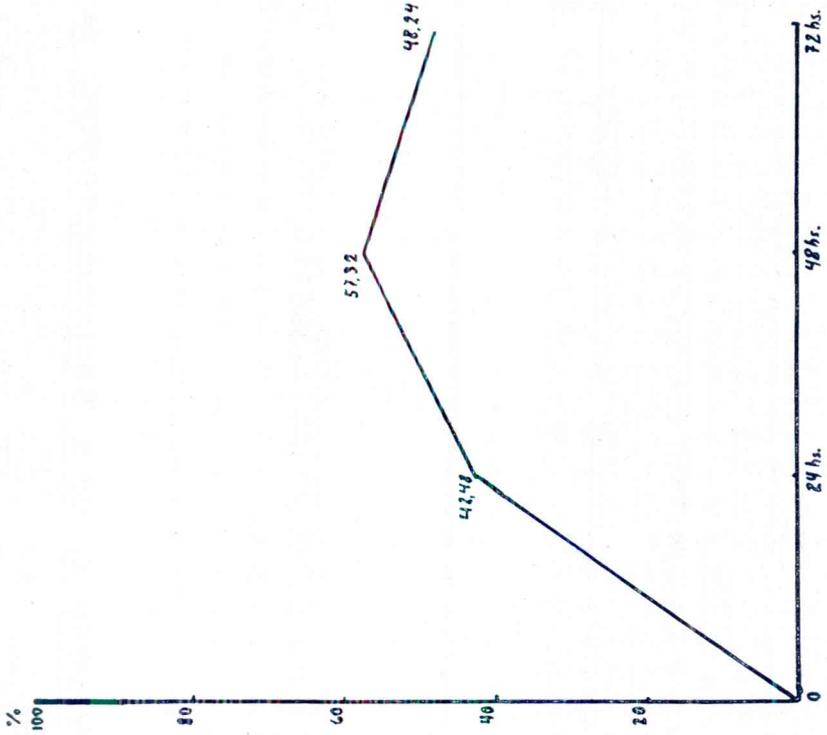


GRÁFICO N° 2. — Longitud de los tubos polínicos extremos, expresada en porcentajes del largo medio de los estilos, por períodos de 24 horas

Varietad King David x King David ♂

Escalas: Horizontal — 30 mm. = 24 horas,
Vertical — 1 mm = 1 %

que el autor no sabe a qué atribuir. Efectivamente, en ciertos estilos el tejido conductivo y los tubos polínicos no tomaron una coloración azul, sino que se colorearon de verde, y en una o dos oportunidades, los estilos se colorearon de azul en parte de su longitud, y de verde en el resto. No obstante, en todos los casos fué relativamente fácil distinguir los tubos polínicos, pues se colorearon con mayor intensidad que el tejido conductivo, tanto en verde como en azul. Como explicación de esta anomalía, se pensó que la operación de seccionar longitudinalmente los estilos, en algunas ocasiones se hubiera realizado con más lentitud, por ser delicada y difícil de llevar a cabo sin dañar el material; por tal motivo, la mayor exposición de los tejidos al aire, habría provocado una oxidación, con ligero cambio de color de los mismos al amarillo o anaranjado claro; esta tonalidad, al combinarse luego con el azul del colorante, habría dado origen al verde.

Una vez realizada la coloración en 24 horas, los estilos se montaron en una gota del mismo colorante, y se observaron al microscopio. En cada uno de ellos se buscó el tubo polínico que hubiera alcanzado la máxima profundidad, y con un ocular micrométrico se midió la distancia desde el estigma hasta su extremidad. Se procuró también hallar el lugar del estilo donde se hubiera detenido la mayor cantidad de tubos polínicos, es decir, la zona que aproximadamente correspondiera a la moda de la distribución de las extremidades de los tubos, y se estableció su distancia al estigma. Independientemente, se determinó la longitud total de cada estilo más su estigma correspondiente, considerada desde la superficie de éste hasta la inserción del estilo en el ovario.

Las mediciones indicadas precedentemente, se realizaron entonces sobre tubos polínicos obligados a detenerse en su desarrollo a las 24, 48 y 72 horas después de haber realizado las polinizaciones, y para cada una de las cuatro combinaciones diferentes entre polen y pistilo, se hallaron los promedios correspondientes a la longitud de los pistilos, longitud de los tubos polínicos extremos, y longitud modal de penetración de los tubos polínicos para la totalidad de los pistilos observados, durante cada período de 24 horas, y por separado para las polinizaciones realizadas al principio y a mediados de la floración.

Los datos así obtenidos para las dos fechas en que se realiza cada polinización, se promediaron a su vez, y los resultados son los que se indican en los cuadros n^{os}. 1 y 2 de la página anterior, como correspondientes a cada una de las cuatro combinaciones de variedades.

En el cuadro n^o 1 se consigna la longitud alcanzada por los tubos polínicos extremos, expresada en micrones y en porcentajes de la longitud media de los estilos.

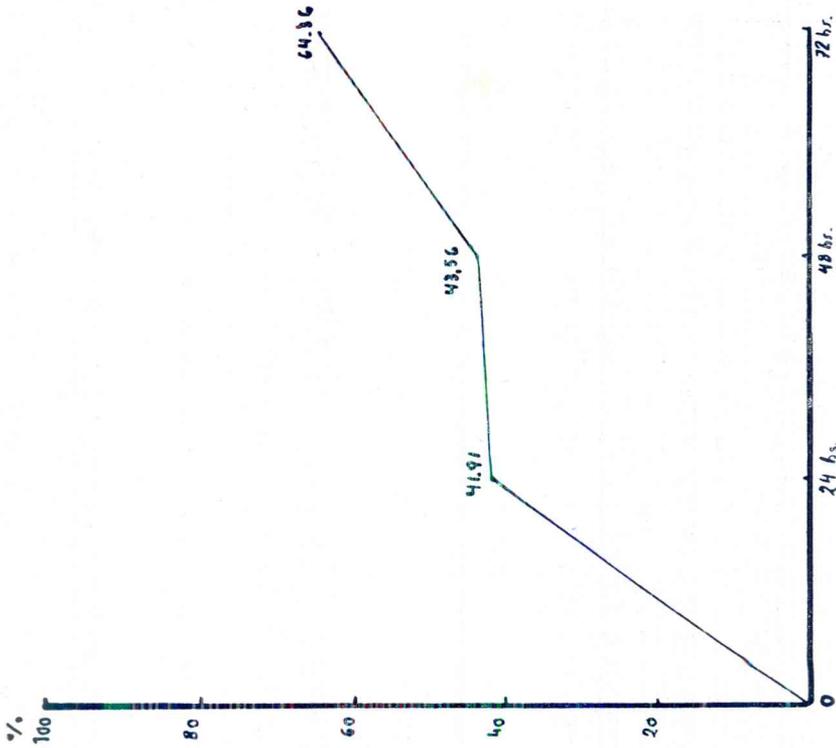


GRÁFICO N° 3. — Longitud modal aproximada, alcanzada por los tubos polínicos, expresada en porcentajes del largo medio de los estilos, por períodos de 24 horas

Variedad King David x Delicious ♂

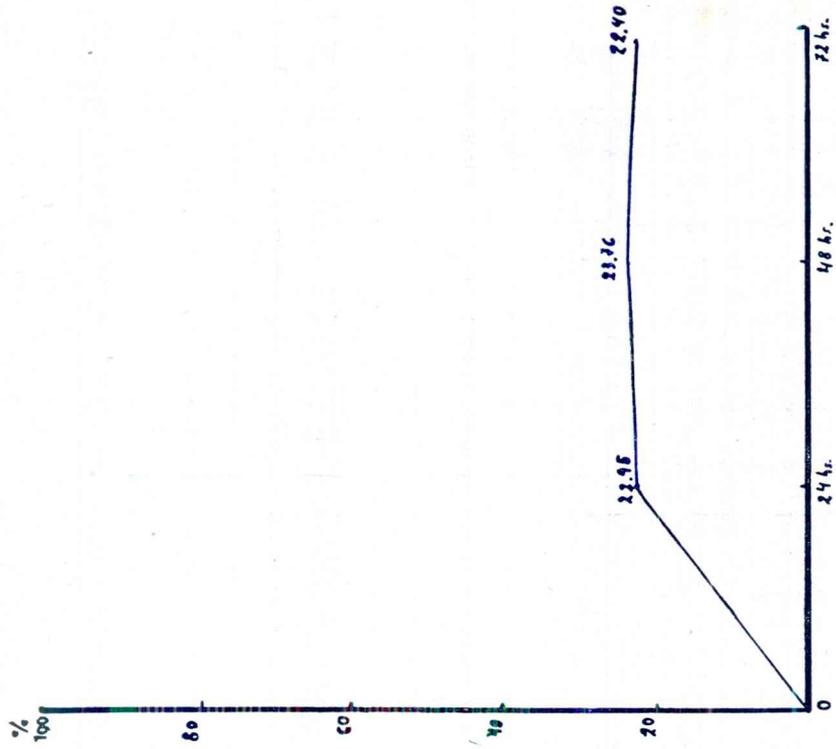


GRÁFICO N° 4. — Longitud modal aproximada, alcanzada por los tubos polínicos, expresada en porcentajes del largo medio de los estilos, por períodos de 24 horas

Variedad King David x King David ♂

Escalas: Horizontal — 30 mm = 24 horas.
Vertical — 1 mm = 1 %

El cuadro n° 2 se refiere a la longitud modal alcanzada por los tubos polínicos, expresada también en micrones y en porcentajes de la longitud media de los estilos.

La longitud modal de penetración de los tubos polínicos se determinó

CUADRO N° 1

Longitud alcanzada por los tubos polínicos extremos en el interior de los estilos de manzanos, expresada en micrones y en porcentajes de la longitud de los estilos, por períodos de 24 horas.

Combinación de variedades	Longitud en micrones			Longitud en percent. del largo de estilo		
	24 hs.	48 hs.	72 hs.	24 hs.	48 hs.	72 hs.
King David × Delicious ♂	5.758,86	8.133,88	9.197,72	69,57	88,82	93,65
King David × King David ♂	3.451,71	4.880,48	5.874,94	42,48	57,32	48,24
Delicious × King David ♂	5.583,22	7.247,86	7.805,04	67,59	81,11	84,63
Delicious × Delicious ♂	4.876,97	6.164,75	6.517,76	54,63	73,97	74,30

CUADRO N° 2

Longitud modal aproximada, alcanzada por los tubos polínicos en el interior de los estilos de manzanos, expresada en micrones y en porcentajes de la longitud de los estilos, por períodos de 24 horas.

Combinación de variedades	Longitud en micrones			Longitud en percent. del largo de estilo		
	24 hs.	48 hs.	72 hs.	24 hs.	48 hs.	72 hs.
King David × Delicious ♂	3.464,58	4.009,44	6.297,03	41,91	43,56	64,36
King David × King David ♂	1.879,42	2.069,08	2.682,96	22,95	23,76	22,40
Delicious × King David ♂	3.544,64	4.637,53	4.617,22	43,10	52,31	49,94
Delicious × Delicious ♂	2.771,50	3.593,15	4.065,00	30,73	43,07	54,33

aproximadamente, estableciendo en cada pistilo como ya se manifestó, el lugar en que se encontró la mayor cantidad de extremidades de dichos tubos, y midiendo luego la distancia desde este punto al estigma; los resultados se promediaron luego en la forma indicada para la longitud de los tubos extremos, y son los que se consignan en el cuadro.

RESULTADOS Y CONSIDERACIONES

En base a las mediciones efectuadas en los tres períodos de 24 horas, se determinó luego la velocidad de penetración de los tubos polínicos durante cada período, tanto para los extremos, como para el conjunto

que constituía la moda de su distribución a lo largo del estilo, y esta velocidad se expresa a continuación en los cuadros n^{os} 3 y 4, tanto en micrones por hora, como en porcentajes de la longitud media de los pistilos, durante cada período de 24 horas.

Para facilitar la interpretación de los resultados consignados en los cuadros n^{os} 1 y 2, y mostrar las diferencias halladas entre las polinizaciones cruzadas compatibles y las autopolinizaciones, se han trazado los gráficos n^{os} 1, 2, 3 y 4, en que se indica la penetración de los tubos polínicos extremos y de los tubos modales en estilos de King David polinizados por Delicious y en estilos de King David autopolinizados, expresada en porcentajes de la longitud media de los estilos.

CUADRO N^o 3

Velocidad de penetración de los tubos polínicos extremos en el interior de los estilos de manzanos, expresada en micrones por hora y en porcentajes de la longitud de los estilos para cada período de 24 horas.

Combinación de variedades	Velocidad en micrones/hora			Velocidad en porcent. de la longitud de los estilos/24 hs.		
	24 hs.	48 hs.	72 hs.	24 hs.	48 hs.	72 hs.
King David × Delicious ♂	239,95	101,03	42,23	69,57	19,25	4,83
King David × King David ♂	143,82	59,33	41,43	42,48	14,84	9,08
Delicious × King David ♂	232,63	83,10	23,21	67,59	13,52	3,52
Delicious × Delicious ♂	203,20	53,65	14,71	54,63	19,34	0,33

CUADRO N^o 4

Velocidad de penetración de los tubos polínicos modales en el interior de los estilos de manzanos, expresada en micrones por hora, y en porcentajes de la longitud de los estilos para cada período de 24 horas.

Combinación de variedades	Velocidad en micrones/hora			Velocidad en porcent. de la longitud de los estilos/24 hs.		
	24 hs.	48 hs.	72 hs.	24 hs.	48 hs.	72 hs.
King David × Delicious ♂	144,35	22,70	95,31	41,91	1,65	20,80
King David × King David ♂	78,30	7,90	26,50	22,95	0,81	1,36
Delicious × King David ♂	147,69	44,49	0,84	43,10	9,21	2,37
Delicious × Delicious ♂	115,47	34,23	19,66	30,73	12,34	2,25

Debe hacerse presente que se han elegido dichas combinaciones para el trazado de los gráficos, por presentar diferencias bastante notables en un caso y en otro, si bien en el conjunto de las polinizaciones efectuadas, estas diferencias no siempre resultaron tan marcadas.

El examen de los cuadros y los gráficos demuestra en general, tanto

para polinizaciones cruzadas como para autopolinizaciones, e igualmente al considerar los tubos extremos y los modales, que la penetración es comparativamente mucho mayor durante las primeras 24 horas que en los períodos subsiguientes, pues si bien aquella continúa durante el segundo y tercer período, lo hace a velocidad pregresivamente decreciente. No obstante, en algunas oportunidades se observó que la velocidad durante el tercer período de 24 horas fué mayor que en el segundo, aunque también en este caso, siempre menor que en el primero.

La principal diferencia hallada entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas compatibles, reside en la velocidad de penetración de los tubos, principalmente durante las primeras 24 horas, siendo en los cruzamientos algo mayor que en las autopolinizaciones.

Concuerdan bastante los resultados expresados en micrones, con los expresados en porcentajes de la longitud media de los estilos. Asimismo, existe también una cierta concordancia entre los resultados de las mediciones de los tubos polínicos extremos, y los correspondientes a los tubos modales.

Si se considera, con la mayoría de los autores, que la velocidad de penetración de los tubos polínicos es un indicio de la compatibilidad entre las gametas de ambos sexos, los resultados obtenidos indicarían que *la variedad King David es más autoincompatible que Delicious*, lo que estaría de acuerdo con lo hallado mediante los métodos clásicos por HOWLETT, y por OVERHOLSER y OVERLEY para Delicious, en comparación con los resultados obtenidos por MURNEEK para King David, resumidos por JUNGERIUS (1934).

La mayor proporción de los tubos polínicos, es decir, los denominados tubos modales en el presente trabajo, parecen detenerse alrededor de las 72 horas de la polinización, luego de haber recorrido aproximadamente el 50 % de la longitud media de los estilos, debiéndose atribuir esto, en caso de aceptar la hipótesis de ALMEIDA (1945), a una anulación de la influencia ejercida por el pistilo sobre todos los tubos polínicos, en cuanto uno de ellos ha llegado al saco embrionario.

En algunas pocas oportunidades, se encontró que la penetración de los tubos, tanto extremos como modales, fué menor a las 72 horas de haber efectuado la polinización, que 24 horas antes, es decir a las 48 horas. Esta anomalía podría tener tres explicaciones. Una de ellas sería que los tubos polínicos, en determinadas oportunidades, se detendrían en su desarrollo poco después de las 24 horas, si bien en algunos estilos podrían existir tubos que hubieran desarrollado más velocidad que otros; tanto las observaciones efectuadas a las 48 como a las 72 horas, registrarían la posición alcanzada por los tubos hasta el momento de

su detención, es decir durante el segundo período de 24 horas; podría coincidir que en algunas oportunidades, la observación efectuada a las 48 horas registrara la distancia alcanzada por estos tubos más veloces, dando ello origen a los resultados encontrados.

Otra explicación, para el caso de los tubos extremos, sería el haber considerado como tales, en la observación realizada a las 72 horas, a tubos que en realidad no lo eran, por la circunstancia de haber penetrado ya en la cavidad del ovario, uno o varios tubos más avanzados, y que por tal motivo resultarían invisibles al no colorearse la porción remanente de cada uno de ellos en el estilo.

Por fin una tercera explicación, derivada de la aludida hipótesis de ALMEIDA, y aplicable especialmente al comportamiento de los tubos modales, consideraría que la menor distancia alcanzada por estos a las 72 horas que a las 48, se debería a la circunstancia de haber llegado ya al saco embrionario alguno de los tubos extremos, y haber originado la anulación de la influencia que ejercía el pistilo sobre los tubos polínicos, motivando así la detención de su desarrollo.

En el presente trabajo no fué determinada la influencia que pudieran haber ejercido las variaciones de temperatura sobre la velocidad de penetración de los tubos polínicos, pero sin embargo, con la finalidad de facilitar la comparación de los resultados, se procuró realizar el mismo día, tanto las autopolinizaciones como las polinizaciones cruzadas, siempre que ello resultó factible.

En general concuerda bastante el comportamiento de los tubos extremos y el de los tubos modales, en las dos épocas en que se efectuaron polinizaciones.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indican que en las polinizaciones cruzadas entre variedades compatibles de manzanos, el desarrollo del tubo polínico presenta una curva que no muestra incremento de velocidad a medida que éste se acerca al ovario, como encontró EAST (1919), en cruzamientos compatibles de especies de *Nicotiana*.

La característica indicada, se observó tanto en las autopolinizaciones prácticamente incompatibles, como en las polinizaciones cruzadas compatibles, y no se encuentra totalmente de acuerdo con lo manifestado por HEILBORN (1939), acerca de las diferencias en la velocidad de penetración de los tubos polínicos en autopolinizaciones, y en las polinizaciones cruzadas de variedades compatibles. Según este autor, en las polinizaciones de este tipo, los tubos extremos no se verían retardados en su desarrollo en la parte profunda de los estilos, como ocurre en las autopolinizaciones, sino que su velocidad sería prácticamente constante.

La falta de una diferencia neta en lo que respecta a la velocidad

de penetración de los tubos polínicos, entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas de variedades compatibles en manzanos, es atribuible a la compleja poliploidía de la especie, que hace que por una parte, las manifestaciones de la incompatibilidad no se presenten en forma marcada, y por la otra, que en el conjunto de los granos de polen provenientes del individuo polinizador, existan algunos que son *compatibles*, otros que son *semicompatibles*, y por fin un tercer grupo constituido por granos *incompatibles*, como lo estableció MODLIBOWSKA en 1945.

En general se encontraron extremidades de tubos polínicos abultadas en casi todos los estilos observados; sin embargo, en algunas polinizaciones cruzadas estos abultamientos resultaron muy moderados, especialmente en los pistilos de la variedad King David, en la cual en muchas oportunidades resultó difícil establecer si tales abultamientos existían, o eran solamente el resultado de un ligero aumento de volumen, motivado por la acumulación normal del contenido de los tubos polínicos en su extremidad.

Las extremidades abultadas se presentaron con mayor frecuencia y de manera más notable en los pistilos de Delicious, y aparecieron preferentemente en los tubos que se encontraban a mayor profundidad.

CONCLUSIONES

De la observación del desarrollo de los tubos polínicos en los estilos de manzanos, como consecuencia de autopolinizaciones de las variedades Delicious y King David, y de polinizaciones cruzadas recíprocas realizadas entre las mismas, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

1°. — La velocidad de penetración de los tubos polínicos resultó siempre mayor durante el primer período de 24 horas a contar de la polinización, y fué disminuyendo progresivamente durante el segundo y el tercer período.

2°. — La única diferencia notable encontrada en el comportamiento de los tubos polínicos entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas compatibles, fué su velocidad de penetración, bastante mayor en las segundas que en las primeras, tanto en los tubos más avanzados como en los tubos modales, lo que dió por resultado que cumplidas las 72 horas desde el momento de la polinización, ambos grupos de tubos alcanzaron mayores profundidades en los pistilos tratados con polen de otra variedad compatible, que en los pistilos autopolinizados.

3°. — La diferencia en la velocidad alcanzada por los tubos po-

lúnicos en ambos casos, es especialmente marcada durante las primeras 24 horas a contar de la polinización.

4°. — El comportamiento de los tubos extremos concordó bastante bien con el de los tubos modales, en las dos épocas en que se realizó la experiencia.

5°. — En las polinizaciones cruzadas compatibles, no se encontró aumento en la velocidad de penetración de los tubos polínicos a medida que éstos se acercaban al ovario, como lo pudieron observar EAST y PARK (1918), en cruzamientos compatibles de especies de *Nicotiana*, y HEILBORN en algunas polinizaciones compatibles de manzanos. Por el contrario, la velocidad de penetración apareció progresivamente retardada, como se manifestó precedentemente.

6°. — Las observaciones realizadas no permiten establecer una diferencia neta en cuanto a la apariencia de las extremidades de los tubos polínicos, entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas compatibles.

7°. — Por el momento, en base a los resultados obtenidos en la experiencia, y al estado actual de los conocimientos referentes al comportamiento de los tubos polínicos en autopolinizaciones y en polinizaciones cruzadas de variedades compatibles, no se considera posible determinar con exactitud el grado de compatibilidad entre las diferentes combinaciones de variedades de esta especie, mediante la observación del desarrollo de los tubos polínicos en el interior de los pistilos.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objeto determinar las modalidades que pudiera presentar el desarrollo de los tubos polínicos en el interior de pistilos de flores de manzanos, correspondientes a las variedades King David y Delicious, autopolinizadas y cruzadas entre sí recíprocamente.

Las polinizaciones se efectuaron en dos épocas: al principio, y a mediados del período de floración de las variedades.

Al término de 24, 48 y 72 horas después de efectuada cada polinización, se midió la penetración de los tubos extremos y modales, indicando la distancia a que se encontraban sus extremidades desde el estigma, expresándola en micrones y en porcentajes de la longitud media de los estilos.

En base a los datos así obtenidos, se calculó la velocidad de penetración de los tubos, tanto extremos como modales, para cada período de

24 horas, expresándola en micrones por hora, y en porcentajes de la longitud media de los estilos cada 24 horas.

La preparación de los pistilos para ser observados, se efectuó de acuerdo al procedimiento de fijación indicado por BUCHHOLZ (1931), seguido por la división longitudinal de los pistilos, y su posterior coloración de acuerdo al método de WATKIN (LEE 1937), basado en el empleo del azul de metilo en lactofenol.

Pudo establecerse que la velocidad de penetración de los tubos polínicos alcanzó su grado máximo en todos los casos, durante el primer período de 24 horas a contar de la polinización, y disminuyó progresivamente en los períodos subsiguientes. Por otra parte, la única diferencia de importancia observada en el comportamiento de los tubos entre las autopolinizaciones y las polinizaciones cruzadas, fué su mayor velocidad de penetración en éstas que en las primeras, diferencia que resultó particularmente acentuada durante el primer período de 24 horas con respecto a los subsiguientes.

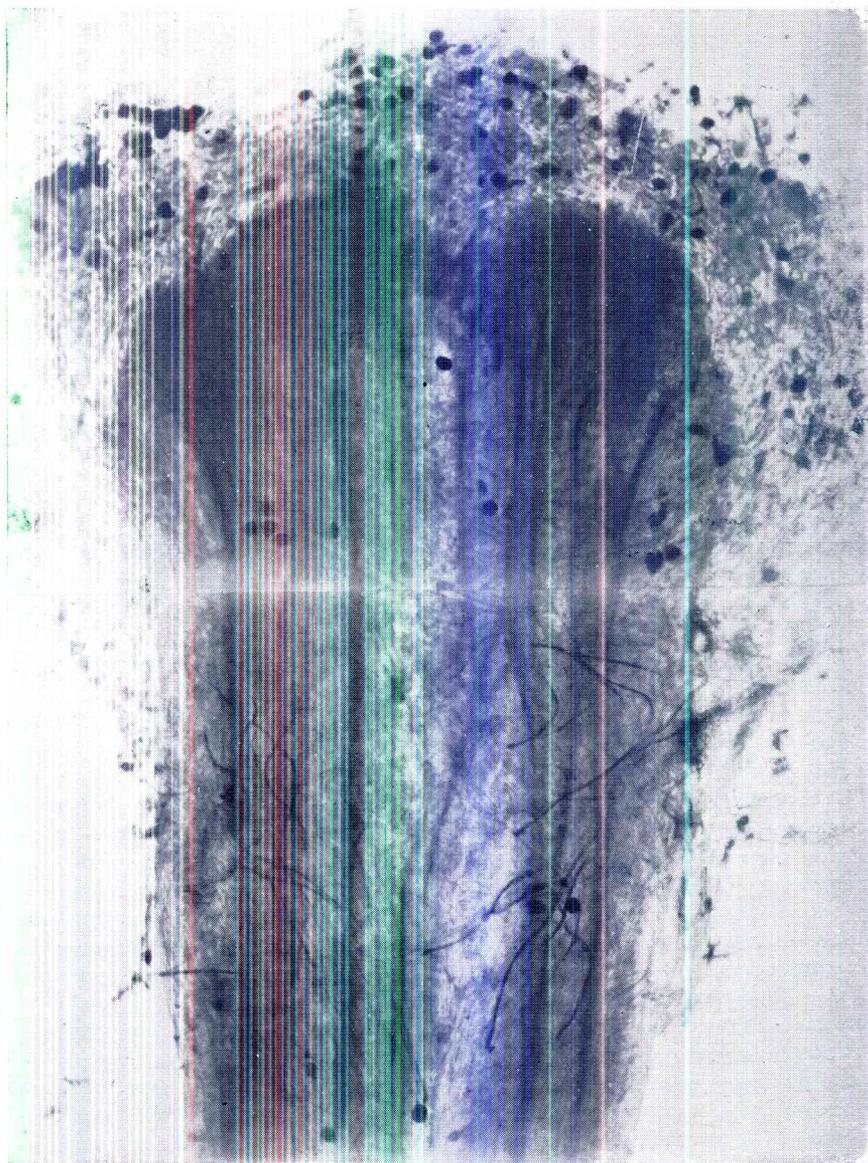
El aspecto de las extremidades de los tubos polínicos, no ofreció en cambio diferencias netas que permitieran caracterizar un caso u otro, y no se considera factible por el momento, en base a los resultados de la experiencia y al estado actual de los conocimientos relacionados con el comportamiento de los tubos polínicos en los pistilos, poder determinar con certeza el grado de compatibilidad entre variedades de esta especie, mediante la sola observación de dicho comportamiento.

BIBLIOGRAFIA

- AFIFY, A. 1933. *Pollen tube growth in diploid and polyploid fruits*. J. Pomol. and Hort. Sci. 11: 113-19 (Resumen en Hort. Absts. 3: 112-13. 1933).
- ALMEIDA, C. R. MARQUES DE. 1942. *Um novo metodo para o estudo da produtividade das fruteiras*. Anais do Inst. Sup. de Agr. 13: 99-103. Lisboa.
- 1945. *Acerca da improdutividade na Amendoeira*. Sep. dos Anais do Inst. Sup. de Agr. 15: 184 pp. Lisboa.
- ASAMI, Y. and HAYAMI, F. 1934. *The growth of pollen tubes in incompatible pollinations of Japanese pears*. J. Hort. Ass. Jap. 5: 222-32. (Resumen n° 16 en Hort. Absts. 5: 8. 1935).
- BEATTY, A. V. 1937. *A method for growing and for making permanent slides of pollen tubes*. Stain Technology 12 (1): 13-14.
- BEAUMONT, J. H. 1927. *The course of pollen tube growth in the apple*. Minnesota Stud. Plant. Sci. Stud. Biol. Sci. 6: 373-99. (Resumen n° 13.330 en Biol. Absts. 2: 1.243 1928).
- BECK, W. A. and RUSSELL, A. JOLY. 1941. *Some growth phenomena in cultured pollen tubes*. Trans. Amer. Microsc. Soc. 60 (2): 149-62. (Resumen n° 5.457 en Biol. Absts. 16: 492. 1942).

- BOIS, D. 1927. *Concerning the sterility of phanerogamic plants*. (French studies). Mem. of the Hort. Soc. of New York. 3: 377-97.
- BUCHHOLZ, J. T. and BLAKESLEE, A. F. 1927. *Pollen-tube behaviour with reference to sterility in Datura*. Mem. of the Hort. Soc. of New York. 3: 245-60.
- BUCHHOLZ, J. T. 1931. *The dissection, staining and mounting of styles in the study of pollen-tube distribution*. Stain Tech. 6: 13-24.
- COOPER, J. R. 1937. *Factors influencing fertilization of apple blossoms and setting of fruit*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35: 27-35.
- CRANE, M. B. 1927. *Studies in relation to sterility in plums, cherries, apples and raspberries*. Mem. of the Hort. Soc. of New York. 3: 119-134.
- and LAWRENCE, W. J. C. 1930. *Fertility and vigour of apples in relation to chromosome number*. Journal of Genetics. 22: 153-63.
- 1938. *The Genetics of Garden Plants*. 236 pp. Mac Millan and Co., Limited. London.
- and LEWIS, D. 1942. *Genetical studies in pears*. Journal of Genetics 43: 31-43.
- CUMMINGS, M. B.; JENKINS, E. W. and DUNNING, R. G. 1936. *Sterility in Pears*. Vermont Agr. Exp. Sta. Bul. 408. 84 pp.
- CHITTENDEN, FRED, J. 1927. *Sterility in fruits: A summary of twenty years of study at The Royal Horticultural Society's Gardens*. Mem. of the Hort. Soc. of New York. 3: 79-85.
- DARLINGTON, C. D. and MOFFETT, A. A. 1930. *Primary and secondary chromosome balance in Pyrus*. Journal of Genetics. 22: 129-151.
- DÍAZ, J. R. 1946. *Ensayos sobre germinación del polen de manzanos en un medio artificial*. Fac. Agr. y Vet. Inst. de Frutivicultura y Silvicultura 1 (5). 103 pp. Buenos Aires.
- EAST, E. M. 1919. *Studies en self-sterility. IV. Selective fertilization*. Genetics 4: 346-355.
- 1934. *Norms of pollen-tube growth in incompatible matings of self-sterile plants*. Proc. Nation. Acad. Sci. U. S. A. 20 (4): 225-30. (Resumen n° 2.612 en Biol. Absts. 10: 277. 1936).
- and MANGELSDORF, A. J. 1927. *The genetics and physiology of self-sterility in Nicotiana*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 321-23.
- and PARK, J. B. 1917. *Studies en self-sterility. I. The behaviour of self-sterile plants*. Genetics 2: 505-609.
- 1918. *Studies on self-sterility. II. Pollen tube growth*. Genetics 3: 353-66.
- EIGSTI, O. J. 1937. *Permanent pollen tube and slides with the vapor method of changing reagents and dehydration*. Stain Technology 12: 53-54.
- EINSET, O. 1930. *Cross-unfruitfulness in the apple*. N. Y. St. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 159.
- FLORIN, RUDOLF. 1927. *Pollen production and incompatibilities in apples and pears*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 87-118.
- FLORY, JR., W. S. and TOMES, M. L. 1943. *Studies of plum pollen, its appearance and germination*. Jour. of Agr. Res. 67 (9): 337-58. (Resumen en Proc. of the Amer. Soc. Hort. Sci. 43: 42. 1943).
- GARDNER, V. R.; BRADFORD, F. C. and HOOKER, JR. H. D. 1939. *The Fundamentals of Fruit Production*. XVI, 788 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London.
- GRIGGS, W. H. and LEE SCHRADER, A. 1942. *Comparison of certain varieties as pollenizers for the Delicious apples*. Proc. of the Amer. Soc. for Hort. Sci. 40: 87-90.

- HEILBORN, OTTO. 1938. *Pollen tube growth in self-pollinated flowers of diploid apple varieties*. Annals of the Agricultural College of Sweden 5: 165-77.
- 1939. *Pollen tube growth in apple styles after inter-varietal crosspollination*. Annals of the Agricultural College of Sweden 7: 171-83.
- HEINICKE, A. J. 1927. *Some factors to be considered in the practical application of sterility studies of fruits*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 135-38.
- JOHANSEN, D. A. 1940. *Plant Microtechnique*. XI. 523 pp. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London.
- JUNGERIUS, N., L. I. 1934. *Samenvattend overzicht van de bestaande opplantingen omtrent de corzaken van onvoldoende vruchtzetting bij vruchtbomen. met tabellen van kiemperecentages van stuifmeel; resultaten van zelfbestuiving en van kruisbestuiving bij appels, peren, kersen en pruimen*. Landbouwhogeschool te Wageningen (Nederland). Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt 22: 1-236.
- KVAALE, ERLING. 1927. *Abortive and sterile apple pollen*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 399-408.
- LEWIS, D. and MODLIBOWSKA, I. 1942. *Genetical studies in pears. IV. Pollen tube growth and incompatibility*. Journal of Genetics 43: 211-22.
- MAC DANIELS, L. H. 1927. *An evaluation of certain methods used in the study of the pollination requirements of Orchard Fruits*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 139-50.
- MAGNESS, J. R. 1937. *Progress in apple improvement*. Yearbook of Agriculture.: 575-614.
- MODLIBOWSKA, IRENA. 1945. *Pollen tube growth and embryo-sac development in apples and pears*. J. Pomol. and Hort. Sci. 21 (1-4): 57-89.
- MURNEEK, A. E. 1937. *Pollination and fruit setting*. Missouri Agr. Exp. Sta. Bull. 379. 28 pp.
- OVERHOLSER, E. L. 1927. *Apple pollination studies in California*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 151-64.
- RAPTOPOULOS, T. 1941. *Pollen tube growth studies in cherries*. Journal of Genetics 42: 73-89.
- ROY, BASUDEV. 1939. *Studies on pollen tube growth in Prunus*. J. Pomol. and Hort. Sci. 16: 320-28. (Resumen n° 56 en Hort. Absts. 9: 19. 1939).
- SAVELLI, R. et CARUSO, C. 1940. *Stimulation mutuelle dans la germination des grains de pollen de Nicotiana*. Comptes Rendues des Séances de L'Academie de Sciences 210: 184-86.
- SCHROEDER, C. A. 1942. *Pollen germination in the avocado*. Proc. of the Amer. Soc. Hort. Sci. 41: 181.
- SMITH, P. F. 1942. *Studies of the growth of pollen with respect to temperature, auxins, colchicine and vitamin B1*. Amer. Jour. of Botany 29: 56-66.
- TAVERNIER, J. et COUTAUD, J. 1945. *Qualité germinative du pollen de quelques variétés de pommiers a couteau et a cidre et de poiriers a poiré*. Ann. Agron. Paris 15: 365-78. (Resumen n° 58 en Hort. Absts. 17: 8. 1947).
- TSUNG-LE LOO and TSUNG-CHEN HWANG. 1944. *Growth stimulation by manganese sulphate, indole-3 acetic acid and colchicine in pollen germination and pollen tube growth*. Amer. Jour. of Botany 31 (6): 356-67.
- WATKIN. 1925. *Cotton Blue-Lacto-phenol Method*. Journal of Genetics 15: 340. (Resumen en «The Microtome's Vade-Mecum (Bolles Lee)», p. 177. P. Blakiston's Son and Co. Inc. Tenth Edition, 784 pp. Philadelphia. 1937.
- WELLINGTON, RICHARD. 1927. *The results of cross-pollination between different varieties of apples, pears, plums and cherries*. Mem. of the Hort. Soc. of New York 3: 165-70.



Fotomicrografía de un trozo de pistilo de la variedad King David, polinizada por Delicious. Puede verse sobre el estigma gran cantidad de granos de polen, muchos de ellos sin germinar. Pueden observarse también los haces fibrovasculares que recorren longitudinalmente el pistilo, y además, como líneas más netas de trazo sinuoso, un conjunto de tubos polínicos que se han desarrollado a través del tejido conductivo. Algunos de ellos presentan sus extremidades abultadas
Tomada en el Laboratorio de Fotografía de la Facultad. (Aumento aproximado 60 x).