

Contribución al estudio de la fisiología del injerto en Citrus (1)

Influencia de la altura y de la orientación del injerto sobre el «patron»

Por JULIO HIRSCHHORN

1. Las conquistas de la fisiología vegetal realizadas durante los últimos tiempos, en particular las debidas al sabio hindú Jagadis Chunder Bose, y sin aludir a las que se refieren a la herencia, no sólo han renovado los métodos experimentales, sino que revelaron procesos y fenómenos antes insospechados o totalmente excluidos para el organismo de las plantas, señalando, de paso, el grado de mecanización empirista que alcanza a veces la investigación.

Las innumerables e ingenieras experiencias del fisiólogo nombrado, le han permitido construir una nueva teoría sobre el mecanismo de la circulación de la savia, de fecundas aplicaciones en la técnica agrícola, siendo verdaderamente de lamentar que no se hubiera logrado todavía, igual progreso, en lo que al transporte y distribución de los productos de la fotosíntesis se refiere, cuyo conocimiento urge en cada caso en que se intenta establecer o racionalizar la técnica agrícola relativa a las plantas, por modesto y simple que fuera el detalle de la misma.

Los factores, de carácter interno y externo, que rigen el desarrollo y la brotación de las diferentes clases de yemas y subyemas, son complejos y su influencia, cuali y cuantitativa, poco estudiada, sobre todo si se los considera en relación con la constitución anatómico-fisiológica de cada género de plantas cultivadas, que es la forma en que la técnica puede aprovechar de la ciencia en cuestión.

Lo que queda dicho respecto a la técnica arborícola, la circunstancia de carecerse hasta de la mera tradición empírica en la re-

(1) Parte de este trabajo fué presentado al 2º Congreso Nacional de Fruticultura, realizado en la ciudad de Córdoba, en abril de 1927, la que he mantenido inédita.

ANUARIO ESTADISTICO DE CORRIENTES

Temperaturas — Vientos — Lluvias — Heladas — Nebulosidad

1924 ESTACIÓN EN CORRIENTES. — CAPITAL
 OBSERVADOR Latitud = Longitud = Altura s/n del mar =

MESES	Baróm. medio	TEMPERATURAS								P. V. mm.	H. R. %	Número de veces que el viento a soplado del								Calmas	Lluvia		Horas de sol	
		8 h.	14 h.	20 h.	Media	Máx. absol.	Mín. absol.	Máx. media	Mín. media			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		Cantidad	Días		Grato de nebl.
Enero	754.4	24.4	31.4	26.9	26.6	38.6	14.1	33.2	21.2	15.7	57	10	26	5	34	9	4	0	5	0	29.2	6	4.1	325.5
Febrero	53.4	23.5	31.0	26.6	27.0	40.4	13.2	33.6	20.6	16.1	62	21	25	6	24	5	2	1	3	0	102.2	9	4.0	263.5
Marzo	53.4	22.2	31.3	26.1	26.5	38.9	13.8	32.9	19.7	15.4	61	14	32	7	26	1	5	4	4	0	108.8	6	3.0	263.6
Abril	56.9	17.1	24.1	19.8	20.3	32.8	9.9	23.1	15.0	12.3	69	18	24	11	16	11	5	0	4	1	163.4	5	4.8	200.9
Mayo	58.9	13.8	23.0	17.0	17.9	32.9	3.8	24.0	11.4	0.6	61	16	28	7	25	9	1	0	7	0	2.5	1	2.8	251.1
Junio	57.9	14.7	21.0	17.6	17.8	30.4	4.0	22.1	12.6	12.0	78	22	18	7	17	17	0	6	2	0	79.8	8	6.2	132.2
Julio	60.2	13.1	19.9	15.8	16.2	29.9	4.5	20.9	11.5	9.8	70	21	14	4	26	16	4	0	8	0	12.4	4	5.5	131.0
Agosto	60.9	11.9	21.0	15.3	16.0	30.5	3.4	22.0	0.5	8.1	59	16	29	1	34	5	2	0	6	0	26.6	2	4.3	146.0
Septiembre	58.4	16.0	23.4	18.6	19.0	37.4	5.1	24.8	12.3	10.0	62	10	27	4	29	9	7	1	3	0	47.2	6	4.7	195.4
Octubre	58.1	19.3	27.6	21.2	22.7	36.2	6.6	28.7	14.5	9.4	47	13	32	8	32	4	2	0	2	0	17.1	4	3.1	284.8
Noviembre	54.8	20.1	28.2	23.5	23.9	40.1	11.0	29.8	16.0	10.5	50	11	35	6	26	7	2	0	3	0	121.0	7	3.5	254.7
Diciembre	52.4	25.1	34.5	29.6	29.3	42.9	13.0	36.0	21.0	14.1	49	24	14	13	23	11	3	0	5	0	82.8	7	4.0	265.9
Año	756.6	18.4	26.4	21.5	22.1	42.9	3.4	27.8	15.5	11.9	69	196	304	79	312	104	37	12	53	1	793.0	65	4.2	2714.6

ANUARIO ESTADISTICO DE CORRIENTES

Temperaturas — Vientos — Lluvias — Heladas — Nebulosidad

1925

ESTACIÓN EN CORRIENTES. — CAPITAL

OBSERVADOR..... Latitud = Longitud = Altura s/n del mar =

MESES	Baróm. media	TEMPERATURAS								P. V. mm.	H. R. %	Número de veces que el viento a soplado del								Calmas	Lluvia		Horas de sol	
		8 h.	14 h.	20 h.	Media	Máx. absol.	Mín. absol.	Máx. media	Mín. media			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW		Cantidad	Días		
																								Grado de neb.
Enero	752.9	25.3	33.9	28.4	29.2	42.7	17.1	35.9	23.0	17.8	61	49	19	4	9	4	1	0	7	0	112.1	11	5.8	275.7
Febrero	52.8	25.7	33.4	29.2	29.4	41.9	17.5	35.3	24.0	19.8	67	40	6	8	16	2	1	1	10	0	74.4	10	6.5	234.2
Marzo	54.8	23.4	33.8	28.3	28.5	41.2	13.5	35.1	21.5	16.0	57	33	29	9	17	6	1	0	7	0	39.7	4	4.3	279.5
Abril	54.6	20.3	26.1	23.0	23.1	33.9	10.4	27.2	19.2	16.8	79	21	21	10	24	5	3	1	5	0	447.2	17	7.0	132.2
Mayo	57.8	15.4	22.3	18.1	18.6	33.4	5.5	23.8	14.1	12.5	74	16	18	13	21	19	5	1	9	0	95.6	11	4.8	186.6
Junio	60.1	10.3	20.0	14.5	14.9	30.4	3.8	21.8	8.4	8.5	66	9	33	6	24	12	2	1	3	0	0.0	0	3.9	231.7
Julio	59.8	11.2	19.7	14.8	15.2	31.2	2.5	21.0	9.5	9.2	71	6	33	4	21	10	13	2	2	2	23.6	3	5.0	191.8
Agosto	56.7	16.0	23.8	19.2	19.7	34.4	5.9	24.9	14.4	12.3	72	2	42	2	27	13	6	1	0	0	18.4	6	6.3	140.5
Septiembre . .	55.4	17.3	25.2	20.6	21.1	35.8	6.1	27.2	14.9	12.6	66	12	39	6	29	9	3	0	1	0	110.6	6	6.7	186.6
Octubre	56.5	18.7	26.0	21.2	22.0	34.5	11.9	27.1	15.8	11.8	63	0	24	18	37	10	7	4	3	0	102.4	11	6.5	220.8
Noviembre . .	54.4	22.3	29.4	25.2	25.6	38.8	15.5	31.4	19.4	15.3	64	2	31	10	38	3	3	0	3	0	216.4	6	5.9	337.7
Diciembre . .	52.8	24.9	31.8	27.5	28.1	40.0	17.6	33.4	22.0	17.6	64	6	32	8	33	4	3	2	5	0	118.8	4	6.6	266.7
Año	755.7	19.2	27.1	22.5	23.0	42.7	2.5	28.7	17.2	14.2	67	196	309	98	296	88	48	13	55	2	1359.2	89	5.8	2584.0

ción norte del país, y, teniendo presente la importancia económica que suele alcanzar el más insignificante detalle en las operaciones agrícolas, me ha inducido a plantear una serie de sencillas experiencias (en el vivero de la Facultad de Agricultura, Ganadería e Industrias Afines de Corrientes) sobre el tema del acápite, a pesar de haberme parecido, en un tiempo, un tema suficientemente dilucidado, quizá por lo ovidado que aparece en las publicaciones que tratan sobre la materia.

2. *Propósitos perseguidos.* — Considerando, por una parte, que la ejecución del injerto de corteza es, en los citrus, más lenta y costosa que en los géneros a hojas caducas; que el prendimiento arroja un porcentaje menor; las temperaturas elevadas, aquí, durante el otoño, primavera y verano; la ausencia de invierno verdadero, las fuertes sequías, o períodos de lluvias intensas, cuando no torrenciales, factores que, asociados a los otros, resultan negativos para el buen éxito de la injertación, y considerando, por otra parte, la importancia económica que tiene, especialmente en el *Vivero Comercial*, la obtención de injertos que presenten el mejor aspecto y máximo desarrollo en el menor tiempo, y sin desmerecer en las condiciones restantes, inicié, el año 1924, y proseguí durante los años de 1925, 1926 ⁽¹⁾ y 1927, las observaciones correspondientes, de acuerdo al siguiente plan:

- 1º influencia de la *altura* sobre el prendimiento de la yema.
- 2º » » » sobre la brotación de la yema.
- 3º » » » sobre el crecimiento del brote.
- 4º » » » sobre la tendencia del brote a la ramificación.
- 5º » » *orientación* sobre el prendimiento de la yema.
- 6º » » » sobre la brotación de la yema.
- 7º » » » sobre el crecimiento del brote.
- 8º » » » sobre la tendencia del brote a la ramificación.

3. *Antecedentes relativos a la manera como se realizó la experiencia* ⁽²⁾. — El patrón o porta injerto empleado, fué el naranjo agrio

(1) Las observaciones anotadas para los primeros tres años fueron motivo de una comunicación presentada a la 2ª Conferencia Nacional de Fruticultura, reunida en la ciudad de Córdoba en Abril de 1927.

(2) Los injertos fueron realizados en colaboración con el ayudante perito agrónomo D. Teodomiro González.

o « asepú » (*C. Bigaradia*, Duham) habiéndose elegido plantitas sanas, vigorosas, de bastante semejanza en su desarrollo, de dos años de edad, y plantados en suelo de aspecto homogéneo.

El sistema del injerto fué el de yema o de corteza, a T invertida, al vivir, y ligado con rafia; es el sistema de mejor resultado en esta región. Los injertos fueron realizados con « buena savia », habiéndose sometido a los patrones, inmediatamente después, a un ligero despunte (un tercio).

Brotados uno o los dos injertos, se procedió a la decapitación parcial del patrón, tal como aparece en las fotografías, al mismo tiempo que se desbrotó las producciones de las subyemas y se tutoró las utilizadas en la experiencia.

Cuando el injerto más alto alcanzó un desarrollo de unos 0.20 metros, se decapitó el patrón a 0.20 metros sobre dicho injerto.

De cada caso se injertaron cincuenta « agrios », con un total de cinco variedades, a efectos de descartar toda posibilidad de influencia de las variedades, las que fueron las siguientes: Mediterranean Sweet, Sanguínea de Malta, Mallorca, (naranjos); Dancy's (mandarino) y Amalfi (limonero). Todas estas, son, como se sabe, variedades de las más fijas y menos propensas a los « sports ».

Sobre cada patrón fueron practicados dos injertos; en cada uno de estos « pares » se combinaron las diferentes alturas, las distintas orientaciones, o bien, las alturas con las orientaciones, habiéndose injertado cada « par » sobre un mismo patrón, o objeto de descartar la posible influencia individual de cada patrón.

Fueron, pues, dos, los grupos de « pares », a saber:

a) « pares » con la misma orientación y a distintas alturas entre sí y del suelo;

b) « pares » con orientación opuesta, y al igual o distintas alturas entre sí y del suelo.

4. *Resultados.* — De lo antedicho se deduce que las combinaciones de « pares » han sido muchas, y si se tiene presente el número de patrones injertados con cada una, y que esta experiencia fué realizada durante cuatro años consecutivos, puede afirmarse que la escala que al final alcanzó, autoriza sacar conclusiones. Van a continuación los resultados de las siguientes combinaciones: (los resultados fueron semejantes en todas las especies empleadas en las experiencias).

a) « pares » con la misma orientación y a distintas distancias entre sí y del suelo (1).

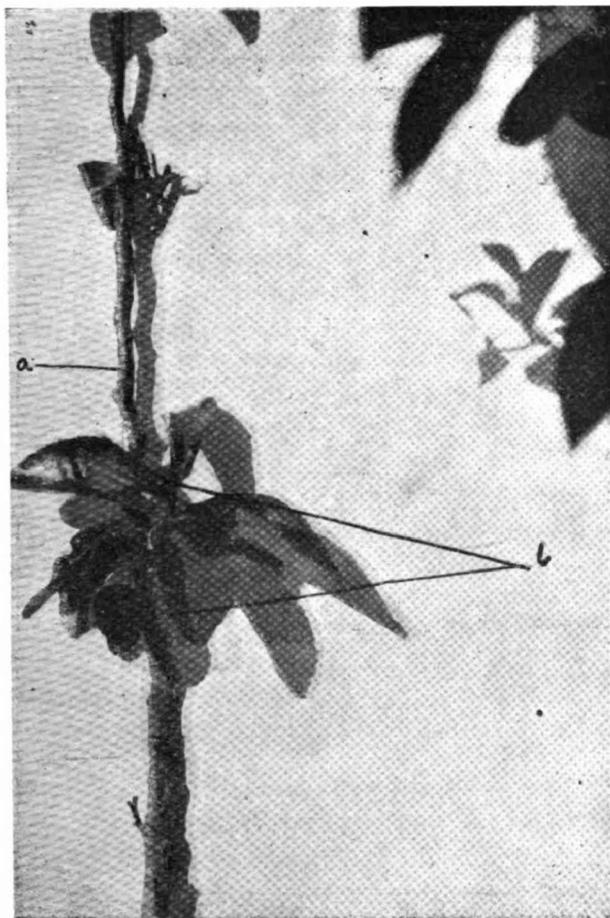


Fig. 1. — « Par » de injertos orientado hacia el sur. El injerto proximal (inferior), distante mt. 0,10 del superior, notablemente desarrollado, mientras este último está prendido y permanece, aún, latente.

I. Si una de las dos yemas no prende, ésta es siempre la superior, siendo el porcentaje de las inferiores prendidas: de un 99 % hasta los 0,40 metros de altura; de un 95 % hasta los

(1) Las distancias del « par » con respecto al suelo, fueron desde los mts. 0,20 hasta mts. 1,00, y las distancias entre una y otra yema del mismo « par » fueron de metros: 0,05-0,10, 0,20-0,40, 0,60 y 0,80.

0,50; de un 90 % hasta los 0,60; de un 80 % hasta los 0,80 y de un 65 % al metro, en cifras redondas.

Cuanto más bajo va injertada la yema, mejor se realiza el proceso de la cicatrización.

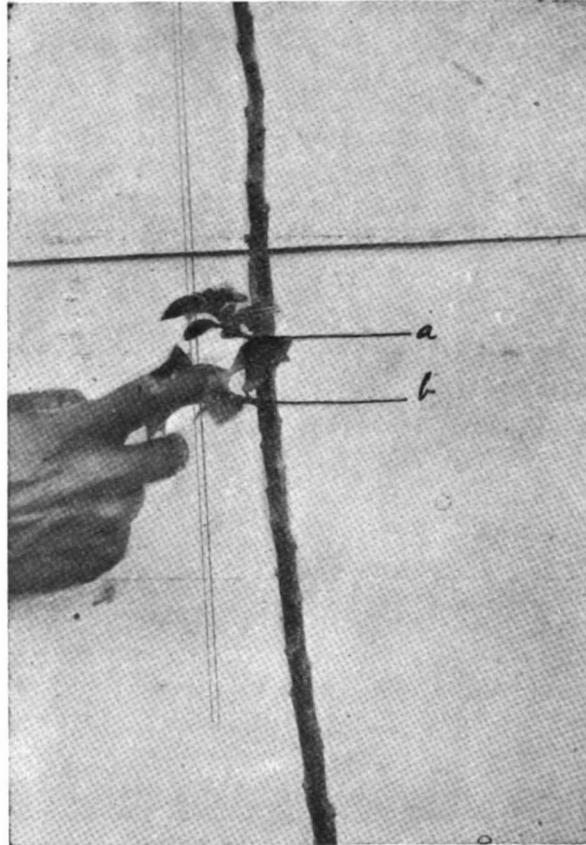


Fig. 2. — «Par» orientado hacia el sud y espaciado tan sólo por mt. 0,05, con el efecto consiguiente sobre el desarrollo; la ventaja de «b» es, aquí, pequeña.

II. Si ambas prenden, la primera que brota es la inferior; esta precocidad va desde *cinco a quince días*, y está en relación directa de la distancia que separa ambas yemas (fig. 1).

Los injertos bajos son de brotación mucho más precoz.

III. Independientemente de la precocidad señalada, la fuerza vegetativa y el vigor del joven brote, es notablemente superior

en los injertos bajos, con ventajas que alcanzan hasta el *triple*, y esto en comparaciones realizadas diez días después de brotado el injerto más alto, a fin de no tomar en cuenta el primer período del desarrollo, tan rápido, del brote (1). Esta fuerza de vegetación está en relación directa de la distancia que separa los injertos del « par » (figs. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9).

Los injertos bajos son de injerto más rápido y vigoroso.

- IV. La ventaja anotada, del injerto bajo, se mantiene, patente, durante los primeros dos años, para hacerse menos destacada al tercero. El período vegetativo durante el cual la ventaja se mantiene en su máximo grado, corresponde al primer año. Dicha ventaja se ha mantenido igualmente, cualquiera haya sido la altura del « par » sobre el patrón.
- V. Por lo general, el injerto más alto comienza a ramificar más pronto, pero el inferior no tarda mucho en seguirle, y, al segundo año concluye por ser, éste último, el más ramificado y desarrollado a la vez, con una diferencia notable (figs. 6, 7 y 8).

Durante el tercer año la diferencia se atenúa, y se ha observado algunos casos de igualación.

b) « pares » con orientación opuesta, e igual o distintas alturas entre sí y del suelo.

- I. Cualquiera fuera la altura, el cuadrante *norte* resultó el más inapropiado para la cicatrización del injerto, y tanto mayor cuanto mayor fué la altura. A partir de los 0,80 metros la pérdida ha llegado hasta más del 50 %, pudiendo evaluarse en un 25 %, entre los 0,20 y 0,40. Por el contrario, el cuadrante *sud* es el más favorable. Las exposiciones intermedias se condujeron de la siguiente manera: la SE y SO fueron inferiores a la S, pero superiores a la NE y NO. Desde luego, está demás anotar que estas observaciones fueron tomadas sobre « pares » injertados a la misma altura, para aquellos casos en que se quería conocer el efecto de la orientación solamente, y sobre « pares » con la misma orientación pero a dis-

(1) Durante el primer período vegetativo del brote (el heterotrofo) la relación aludida sobrepasa una razón de diez.

tinta altura, para aquellos casos en que se buscaba observar el feecto de la altura en cada uno de los diferentes cuadrantes.



Fig. 3. — Mismo caso que el de la figura N° 1 (« c » es una varita utilizada para inclinar el injerto « a » lo suficiente para que se destaque su desarrollo en relación de « b ».

- II. *La brotación*, en las yemas cicatrizadas, es más precoz con la orientación sud, adelantándose en cinco días tm. Las exposiciones intermedias se comportan, aquí, de la misma manera que la anotada para el caso anterior. El oeste se comporta mejor que el este.
- III. El crecimiento del brote es más vigoroso y rápido, sobre todo más vigoroso, en el injerto con exposición sud, y tiende a

igualarse con la del norte, a los tres años. Las demás orientaciones se comportan aquí como en el caso anterior (figs. 10, 11 y 12).

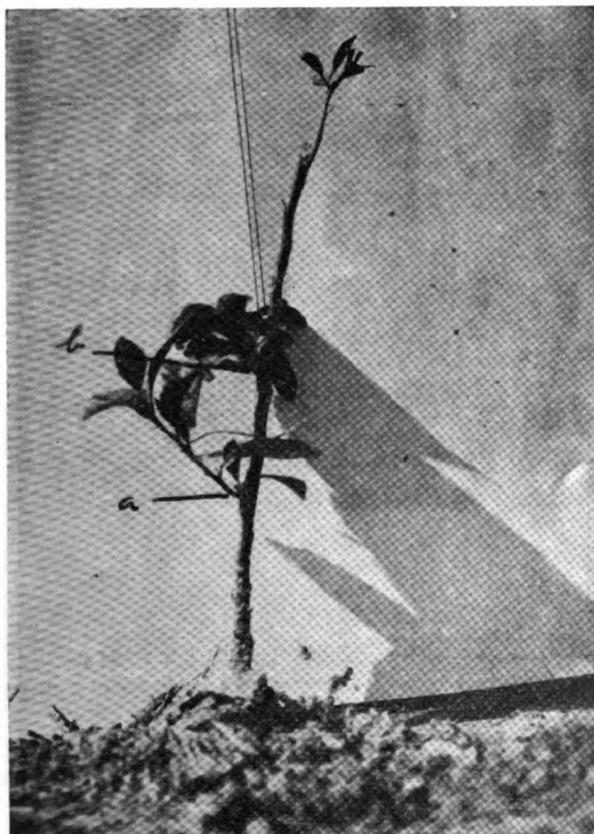


Fig. 4. — «Par» orientado hacia el sur y espaciado en mt. 0,25; la ventaja del inferior «a» es aquí más manifiesta.

- IV. La ramificación varía poco con las distintas orientaciones; parece ligeramente mayor con orientación sur, pero este aspecto de la cuestión planteada es el que tiene menor importancia, por cuanto es susceptible de ser gobernada por el podador. (Figs. 10 y 11).
- V. *La influencia de la orientación es, relativamente, decisiva durante el prendimiento, y la de la altura sobre la brotación y crecimiento del injerto.*

5. *Interpretación de los resultados.* — Analisemos, separadamente, las causas a que deben atribuirse las influencias de la orientación y la de la altura.

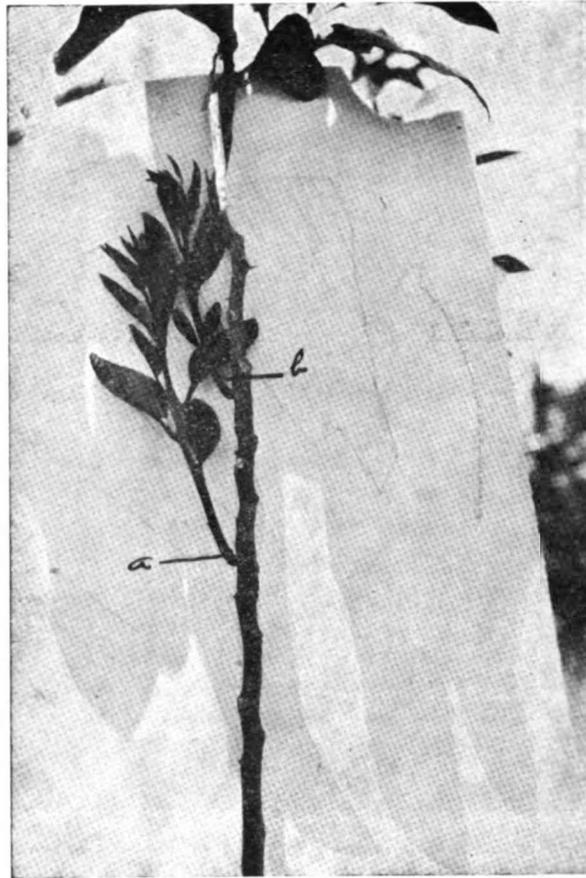


Fig. 5. — « Par » espaciado en mt. 0,15 y a mt. 0,50 del suelo. Desarrollo del « a » casi el doble al del « b ». Exposición sud.

A. — ORIENTACIÓN

El efecto de la orientación debe atribuirse a la acción del ambiente exterior. La acción desecadora del sol directo sobre las yemas del cuadrante norte, es más intensa que sobre las injertadas hacia el sud, pues éstas quedan a la sombra, soportando tempera-

turas inferiores. Durante la época de nuestras injertadas (agosto-noviembre) la temperatura suele llegar y pasar de los 42° C (a la sombra). Por otra parte, la influencia de los vientos que soplan



Fig. 6. — « Par » distanciado en mt. 0,25 y distante mt. 0,50 del suelo. Nótese la marcada superioridad del desarrollo en el injerto bajo. Exposición norte.

del norte, con frecuencia y, a veces, durante varios días seguidos, debe sumarse a la acción directa del sol.

Por estas mismas razones, la corteza y el cambium, que dan hacia el sud, se presentan en mejores condiciones para la ejecución y el prendimiento del injerto.

Durante el mes de agosto de 1925 y agosto, septiembre y octubre de 1924. que fueron secos, la falla de los expuestos al norte ha sido más intensa que nunca. Por lo demás, los injertos expuestos hacia

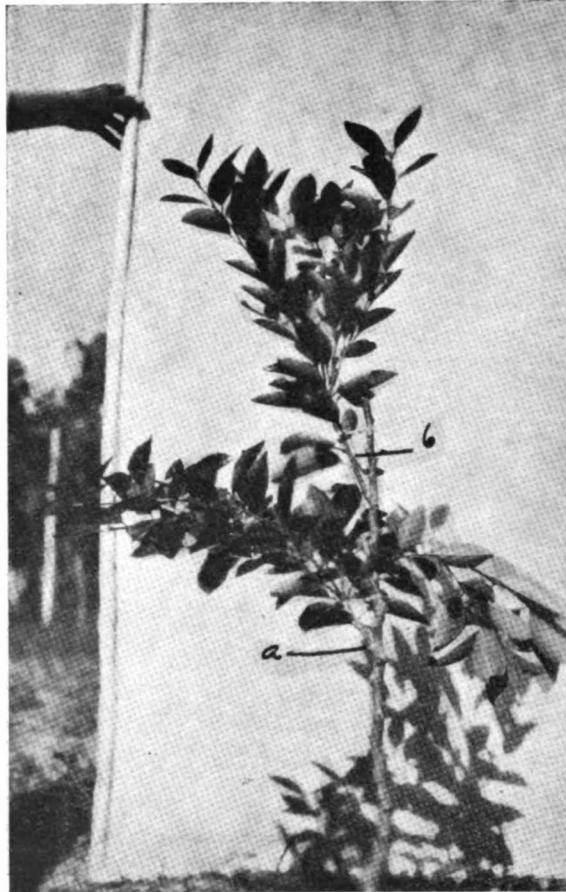


Fig. 7. — Caso semejante al de la figura N° 6. distanciados en mt. 0.15 los injertos del « par ». Exposición sud.

el sud, sufren menos de la acción de las heladas tardías, por cuanto el deshielo es más brusco por el lado que da el sol, acción que aquí es poca de temer, pero que a veces se produce, sobre todo cuando se comienza a injertar muy temprano, y por la fuerza que aquí alcanza el sol, desde temprano.

B. — ALTURA

La naturaleza de este factor es menos fácil de dilucidar, siendo, a la vez, el más interesante, desde el punto de vista fisiológico, tanto más cuanto que en Italia se ha observado efectos opuestos a los aquí anotados, respecto a la altura, con relación al *vigor* de la planta (1).



Fig. 8. — Efecto notable de la altura del injerto, es el que se observa en este « par », distanciado en mt. 0,50 y a mt. 0,30 del suelo. Exposición norte.

(1) G. C. FLORES, *Influencia del punto d'innesto*. « Il Coltivatore », N.º 20 (20, VII), 1920, Casale Monferrato. (Dato bibliográfico suministrado por el Ing. Agr. Aníbal Guastavino, cuya amabilidad agradezco).

Indiscutiblemente, la acción del ambiente externo debe descontarse aquí, también, pero su intensidad no debe ser la suficiente para determinar por sí sola diferencias tan marcadas como las que quedan señaladas.

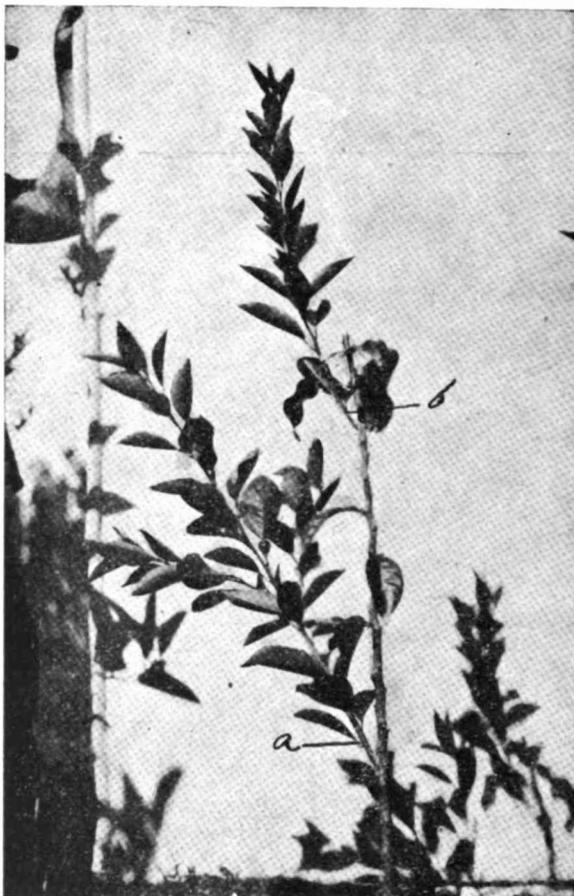


Fig. 9. — Otro caso semejante al de la fig. 8á «par» expuesto al norte, distanciado en mt. 0,45 y a mt. 0,30 del suelo.

La temperatura y la humedad del aire, varían, como bien se sabe, con las distintas alturas que se considere, aunque estas variaciones tienen que ser un tanto reducidas para diferencias de alturas que no sobrepasan los diez centímetros, pero no por ello dejan de ser decisivas en cierto período de la vida de los brotes.

Mayor importancia alcanza en este caso, el rol que juegan los factores internos que regulan la afluencia de la savia elaborada hacia las heridas y hacia los jóvenes brotes.

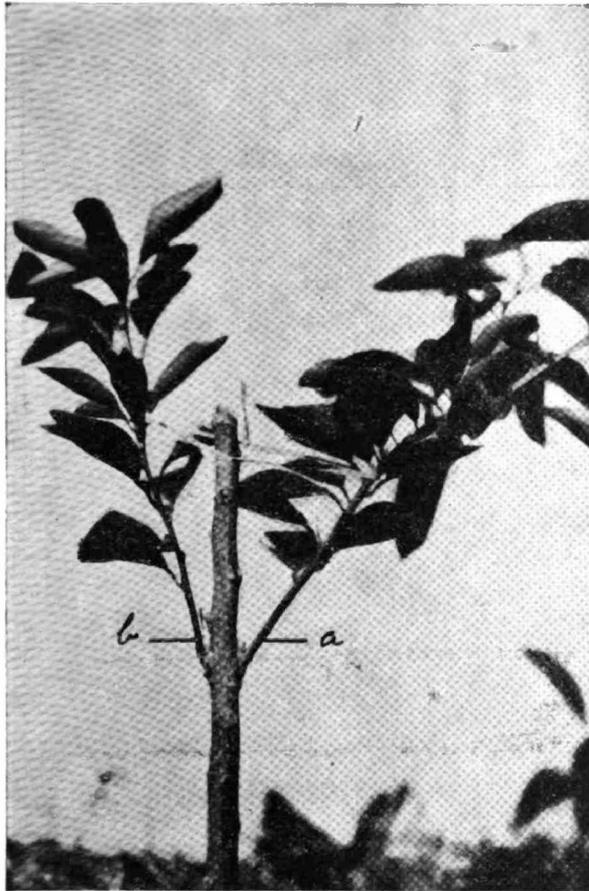


Fig. 10. — « Par » opuesto y a la misma altura (mt. 0,60 del suelo) « a », injerto opuesto hacia el sud con mayor desarrollo en diámetro de la rama, y en longitud y foliación; « b » expuesto hacia el norte.

¿Puede asimilarse el caso de la brotación de una yema normal injertada, al de la brotación de una yema latente, o durmiente, de una rama, o de un tallo, que ha sido podado por encima de esa yema? En el caso que ello fuera permitido, la influencia de la altura de injerto quedaría explicada, y aún así, vagamente, porque están más o menos estudiados los fenómenos fisiológicos en virtud

de los cuales, cuanto más baja o radical es la poda o el recepado de un tallo, tanto más vigoroso y más rápido es el crecimiento del brote terminal a que da lugar la yema latente que se encuentra en

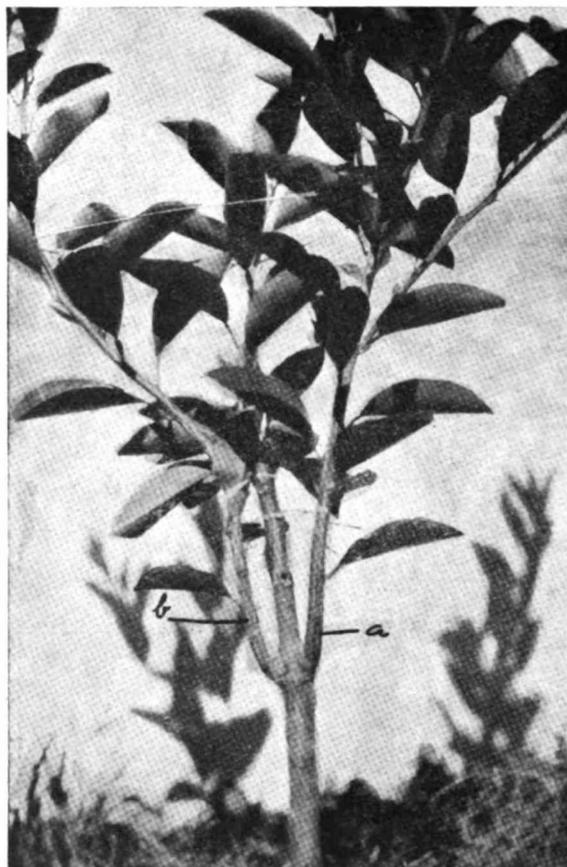


Fig. 11.— Otro caso semejante al de la fig. 10. « a » expuesto hacia el sur; « b » expuesto hacia el norte.

la vecindad del corte, y tanto más tardío, también, es su ramificación, ya que la función de ese brote no es otra que la de reemplazar la parte suprimida. Pero, a mi juicio, el caso del injerto es distinto.

En efecto; en el caso de la planta recepada, la yema que despierta con más vigor, es la más alta, mientras que en el caso de

nuestros injertos, la yema que cicatriza mejor y que permanece menos tiempo latente, o sea que brota antes y con la fuerza que se ha dicho, es precisamente, no la más alta, sino la inferior.



Fig. 12. — Desarrollo de un «par» opuesto y a igual altura, a los tres años de injertado (1924-1927). Las diferencias del período juvenil van desapareciendo.

Además, debe tenerse bien presente que la mayor actividad de la yema inferior y de su brote, se manifiesta bien patente mientras el patrón conserva, casi íntegramente, su copa o ramazón, y, por lo tanto ninguna necesidad o estímulo biológico puede invocarse, ni siquiera de que la savia tiene que repartirse — como en el tallo podado — entre un número menor de yemas.

Tampoco considero aplicable a nuestro caso, las conclusiones a que llega F. F. Halma en su interesante estudio realizado sobre la formación y crecimiento de los brotes en los citrus (1). Ellas giran alrededor de la teoría de la polaridad.

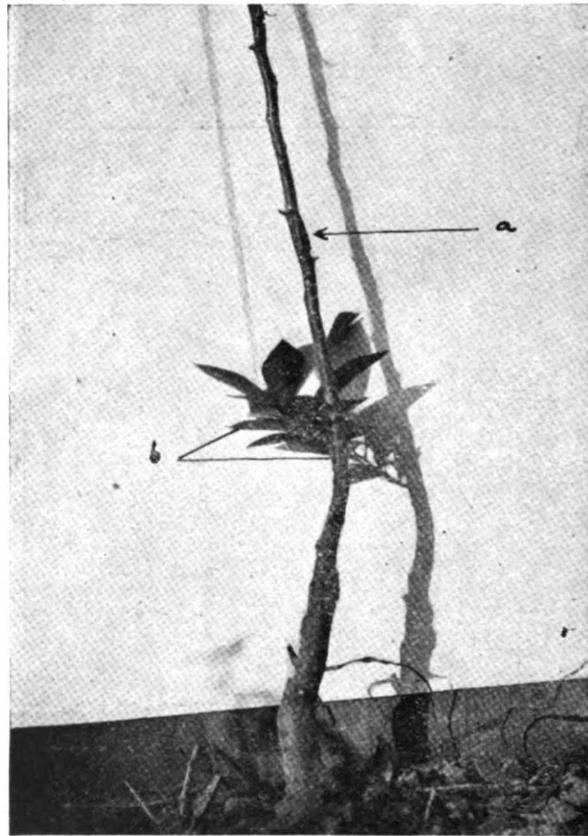


Fig. 13.— «Par» con exposición opuesta y a distinta altura: «a» injerto alto en estado latentes; «b» injerto bajo, a mt. 0,25 del anterior y 0,40 distante del suelo. El efecto de la distancia (0,25 mt.) y de la exposición combinados, aparece en toda su magnitud.

(1) F. F. HALMA, «Factores que gobiernan la iniciación del crecimiento de los brotes de los citrus».

HILGARDIA, *A Journal of Agricultural Scientific, California. Exp. Station*, V. 1 número 14. Ab. 1926.

En efecto; si la dominancia apical, en el crecimiento de una rama, puede explicarse por la formación de una substancia inhibidora en las ramas ercientes, principio que inhibiría la elongación



Fig. 14. — *a* y *c* injerto expuesto hacia el norte; *b* y *e* injerto expuesto hacia el oeste.
A los dos años de realizados.

de los brotes sub-apicales, resulta lógico que esa acción debiera ser tanto más intensa cuanto más sub-apical, cuanto más se aleja la yema o brote, del ápice hacia la raíz, y, en este caso debiera estar en desventaja la yema por prender, o la ya prendida, del injerto inferior, con respecto a la superior, o más vecina al ápice. En realidad, parece tratarse de un fenómeno de *alimentación*.

Efectivamente, Loeb, después de las hipótesis y de los estudios de Sachs, Curtis, Bonnet, Child, Robertson y otros investigadores actuales, sin dejar de aceptar la teoría de las secreciones internas



Fig. 15. — « Par » con exposición opuesta y poco distanciado (mt. 0,05); « a » injerto inferior que mira hacia al norte; « b » injerto alto que mira hacia el sud. La influencia de la altura es más áintensa que el de la orientación, sobre los injertos prendidos.

u hormonas, o sustancias órganoformatrices, sintetiza el resultado de sus largas experiencias, sosteniendo que « es la circulación de sustancias, en las plantas, la que determina el momento en que las yemas durmientes, estos « anlagues », podrían empezar a crecer »

y que « el fenómeno de la correlación de las partes es debido a particularidades de la circulación de la savia » y añade: « hasta ahora se ha hecho influir dos elementos: la *circulación de substan-*

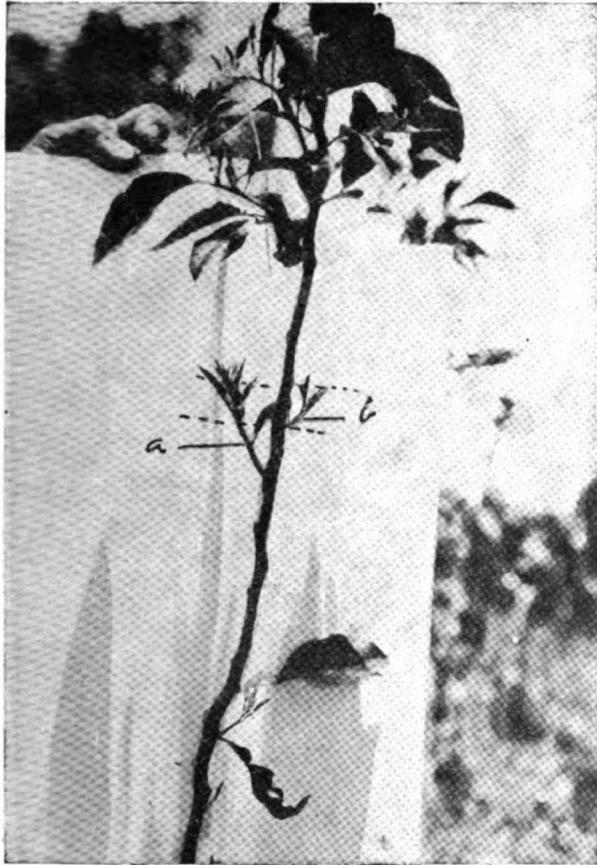


Fig. 16. — Efectos de la altura y de la exposición sumados positivamente. « a » injerto inferior y expuesto al S; « b » injerto superior y expuesto al N; separación entre ambos: mt. 0,05.

cias por canales ya preformados, y la existencia de *substancias* que pueden ser *generales* o *específicas*, necesarias para el *crecimiento* o *regeneración* del órgano. A éstas hay que añadir un tercero, que es el efecto de *succión* que, sobre éstos ejerce un órgano en desarrollo, y el cual se produce en el *punto de crecimiento*, porque el gasto de material producido por el órgano en crecimiento disminuye la pre-

sión osmótica en aquel punto, y que esta diferencia de potencial osmótico es la que actúa como una causa para que la circulación continúe hacia dicho punto ».

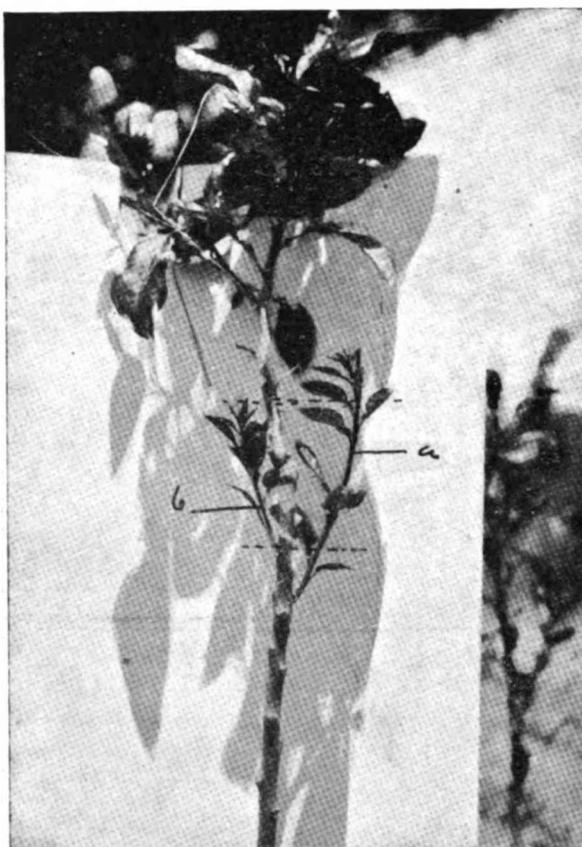


Fig. 17. — Caso igual al de la fig. 16. Separación entre *a* y *b* mt. 0,10.

« Esto produce el efecto, aparente, de *succión*, que los puntos donde tiene lugar un crecimiento efectúan sobre la circulación de sustancias » (1).

Una vez que nuestro injerto inferior brota, éste se transforma en un punto de crecimiento, con el efecto, señalado por Loeb, so-

(1) JACQUES LOEB. *El organismo vivo en la biología moderna, desde un punto de vista físico-químico*. Trad. M. García Banus. Madrid, 1920. (Capítulo: *Regeneración*. Pág. 149 en ad.).

bre la circulación de las sustancias alimenticias hacia ese punto y con la desventaja consiguiente para el injerto superior.

El fenómeno de succión es, lógicamente, de mayor efecto cuanto más lenta es la circulación de las sustancias alimenticias, que es el caso de nuestros citrus.

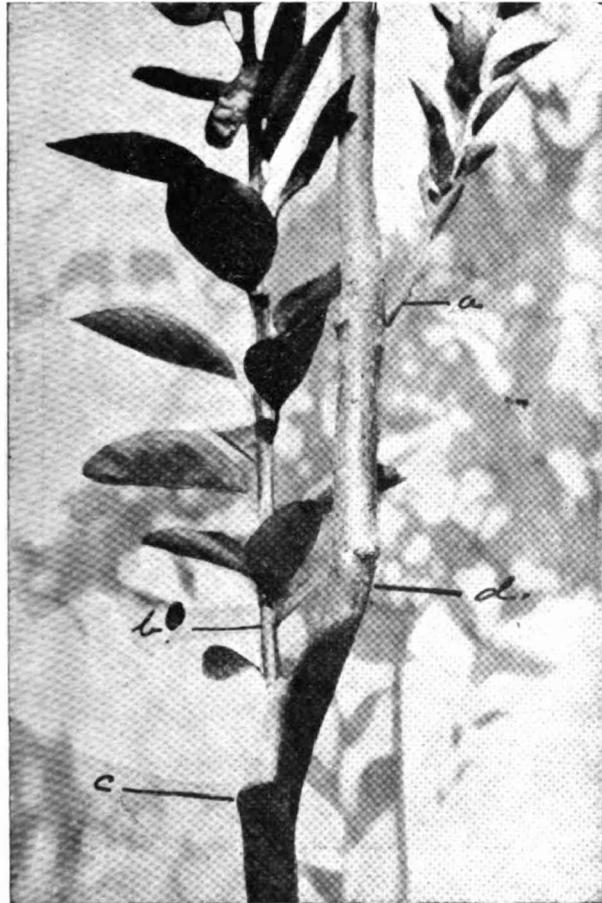


Fig. 18. — « Par » distanciado en mt. 0,30; « a » injerto expuesto hacia el sud; « b » injerto expuesto hacia el norte. El estado vegetativo del « b » debe atribuirse, en parte, a la influencia del « codo » « c ».

Sólo queda una cuestión por aclarar: ¿porqué prende o cicatriza primero, la yema del injerto más bajo? La explicación, para nuestro caso de injerto « al vivir » parece ser la siguiente:

Es sabido que, desde fines de verano, y durante el otoño, se produce, en los árboles, una migración de reservas elaboradas, de la copa hacia la raíz, donde se acumula, y que, luego, *antes de la brotación* (1) ascienden hacia el tallo, para ser utilizadas en la for-

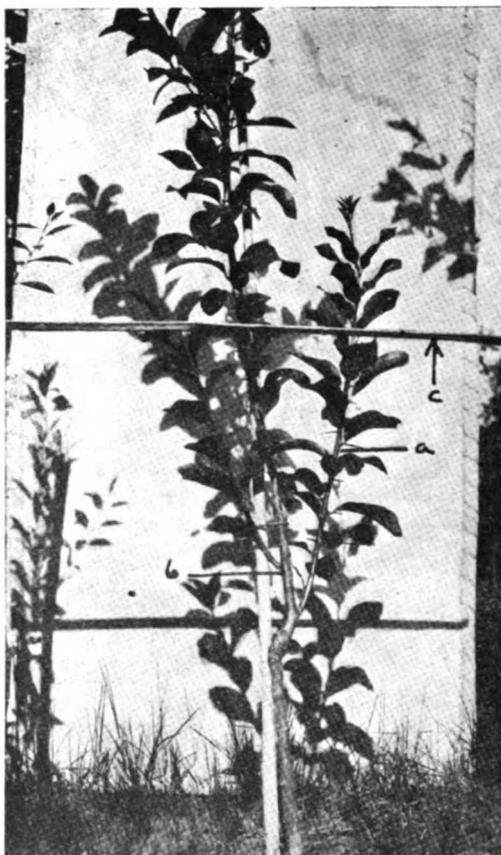


Fig. 19. — « a » expuesto al sud; « b » expuesto al norte. Separación: mt. 0,10.

mación de los nuevos brotes. Los árboles a hojas permanentes acumulan muchas más reservas que las de hojas eaducas, correspondiendo la abundancia de los brotes de primavera al consumo rápido de reservas.

(1) LECLERC DU SABLÓN, *Traité de Physiologie végétale et agricole* (1911), páginas 45 y 47.

Ahora bien; siendo *la ascención* de las reservas solubilizadas la que origina la brotación primaveral, claro es que la yema más favorecida tiene que resultar aquella que primero recibe las subs-



Fig. 20. — Nótase el franco ataque de la «gomosis» en el caso de injerto bajo aludido en el presente trabajo. Se trata de un mandarino común sobre naranjo agrio, según se puede observar en los brotes del «patrón».

tancias alimenticias, tan necesarias en cantidad en el caso de las yemas injertadas, por el consumo que de ellas hace durante la cicatrización, y por tratarse de yemas normales, de grande vitalidad, especialmente elegidas, como es de práctica.

Esta última interpretación está de acuerdo con la intensidad del proceso anatómo-fisiológico observado durante el período de vida

heterotrofa del injerto. A medida que el brote del injerto, en virtud del aumento proporcional de sus tejidos verdes, va dejando de ser tributario de las materias alimenticias cedidas por el substratum, y pasa por el período mixotrofo al autotrofo, su crecimiento se va independizando de la influencia exclusiva de los factores aludidos.

No es fácil, ni tampoco interesa aquí, determinar el momento preciso en que termina o comienza cada uno de esos períodos, pero, de cualquier modo, la duración de los dos primeros es efímera con relación al del último, y siendo así, ¿a qué se debe el que el empuje vegetativo de los injertos bajos, se mantiene, con la ventaja señalada, durante dos y tres años después que ellos comienzan a suministrarse, con exceso, las substancias alimenticias elaboradas por la fotosíntesis de sus propios tejidos verdes?

Las causas deben buscarse en fenómenos fisiológicos conexos, íntimamente ligados o en directa dependencia con la actividad fotosintética y con la mitosis. La velocidad de la circulación de la savia mineral, el grado de saturación hídrica del protoplasma, y la acción de la temperatura del ambiente exterior, regulan la intensidad del proceso, y una interpretación racional nos la ofrece la nueva teoría de Chunder Bose sobre la circulación de la savia, y su relación con la intensidad del crecimiento.

Efectivamente; superados los conceptos del « índice exponencial » del crecimiento, basado en el principio de Vant'Hoff y de Arrhenius, según el cual la velocidad de reacción química se duplica con cada aumento de diez grados C de temperatura, y en concordancia con los que informa el « índice termo-fisiológico » de Lehenbauer y de Livingston (1), las conclusiones a que arriba Chunder Bose (2) establecen:

1º que la ascensión de la savia es debida a la actividad pulsatriz de zonas celulares definidas, distribuidas en todo el organismo de la planta y perfectamente localizadas;

2º que la velocidad de la ascensión, constante en las zonas intermedias del tallo y de las ramas, es mucho mayor en la base o extremidad proximal, que en el segmento terminal o distal (Ob. cit. p. 61);

(1) GIROLAMO AZZI, *Ecologia Agraria*, Torino, 1928, págs. 84 y 85.

(2) JAGADIS CHUNDER BOSE, *Physiologie de l'ascension de la sève*, 1922. Trad. par Nicolas Deniker. 1927. Paris.

3° que dicha velocidad determina una mayor presión hidrostática y un estado de turgencia equivalente, en los tejidos activos (ob. cit. p. 36 y 37), aparte la aparición del fenómeno de la polaridad funcional (p. 201, ob. cit.) que el « par » de injertos determina;

4° que la actividad de las células pulsátiles, y, por consiguiente, el « bombeo celular », que determina el transporte fisiológico de la savia, es intensificado notablemente por, relativamente, pequeñas elevaciones de temperatura (pequeñas en relación con las que abarcaba el « índice exponencial » antes aludido) y que la intensidad del crecimiento es directamente proporcional a la frecuencia y amplitud pulsátil;

5° que dicha frecuencia y amplitud alcanzan su máximo, en especies tropicales, a los 43° C (ob. cit. ps. 18 y 252).

Como se ve, los factores que condicionan la intensidad del crecimiento, favorecen, en un todo, a nuestros injertos bajos, máxime si se tiene presente que la temperatura media diurna de la región (véase el cuadro meteorológico, págs. 251 y 252) es inferior al óptimum señalado por Chunder Bose, como que no pasa de los 29° C, durante la primavera y verano, y las máximas medias del año no pasan de los 28° C, de tal modo que, las temperaturas superiores de los estratos del aire más cercanos al suelo — según nos enseña la gradiente termométrica — adquieren un valor, tanto más real, para el caso, cuanto más inferiores son las medias y máximas con relación al óptimum del mismo. Hubiera sido interesante determinar las temperaturas a las distintas alturas de los injertos, mas ello no nos fué posible por la falta de aparatos adecuados.

Detalles observados en idénticas experiencias, realizadas durante el otoño de 1927, con injertos « al dormir », robustecen esta interpretación.

Sin embargo, a pesar de las precedentes consideraciones, y de dar a la publicidad los resultados de esas experiencias, interrumpidas accidentalmente, estoy lejos de considerar definitivamente interpretados sus resultados. Por el contrario, su complejidad, la marcha de la cicatrización — de arriba hacia abajo — del escudete, la marcha de la desecación del mismo — de abajo hacia arriba — en los casos de mala o nula cicatrización, son motivos, sin considerar otros, suficientes para proseguir aquéllas, sobre la base de un más amplio planteamiento.

* * *

En resumen, la vida y la intensidad vegetativa de los injertos en cuestión estarían influenciadas, preferentemente, por estímulos de carácter interno, durante los períodos heterotrofo y mixotrofo, provenientes del substratum que les sirve de « patrón », mientras que en el autotrofo, la acción, directa e indirecta, de los agentes y estímulos externos, ocuparían lugar preferente, de acuerdo con la teoría de Chunder Bose de la acción paralela de los mismos sobre la frecuencia de los movimientos pulsátiles autónomos, la ascensión de la savia y el crecimiento.