

TITOLO: I movimenti e le abitudini delle piante rampicanti

AUTORE: Darwin, Charles

TRADUTTORE: Canestrini, Giovanni e Saccardo, P. A.

CURATORE:

NOTE: Il testo riproduce la prima traduzione in italiano dell'opera di Charles R. Darwin, "On the Movements and Habits of Climbing Plants" (1875). Nell'opera, contenente fra l'altro le illustrazioni del figlio George, il sommo naturalista propose una spiegazione adattativa dei movimenti a spirale degli steli e dei viticci delle piante rampicanti verso la luce.

Nella versione RTF per una corretta visualizzazione le illustrazioni contenute nel file compresso devono essere salvate in una sottocartella image posta nella stessa cartella che contiene il file i\_movimen.rtf

DIRITTI D'AUTORE: no

LICENZA: questo testo è distribuito con la licenza specificata al seguente indirizzo Internet:  
<http://www.liberliber.it/biblioteca/licenze/>

TRATTO DA: "I movimenti e le abitudini delle piante rampicanti",  
di Carlo Darwin;  
Traduzione italiana col consenso dell'Autore  
di Giovanni Canestrini e P.A. Saccardo;  
Unione Tipografico-Editrice;  
Torino, 1878

CODICE ISBN: informazione non disponibile

1a EDIZIONE ELETTRONICA DEL: 23 luglio 2004

INDICE DI AFFIDABILITA': 1

- 0: affidabilità bassa
- 1: affidabilità media
- 2: affidabilità buona
- 3: affidabilità ottima

ALLA EDIZIONE ELETTRONICA HANNO CONTRIBUITO:  
Ferdinando Chiodo, [f.chiodo@tiscali.it](mailto:f.chiodo@tiscali.it)

REVISIONE:

Claudio Paganelli, [paganelli@mclink.it](mailto:paganelli@mclink.it)

PUBBLICATO DA:

Claudio Paganelli, [paganelli@mclink.it](mailto:paganelli@mclink.it)  
Alberto Barberi, [collaborare@liberliber.it](mailto:collaborare@liberliber.it)

I MOVIMENTI E LE ABITUDINI  
DELLE  
PIANTE RAMPICANTI

DI

**CARLO DARWIN**

Traduzione italiana col consenso dell'Autore

PER CURA

**DI**

**GIOVANNI CANESTRINI**

Professore di Zoologia ed Anatomia comparata nella R. Università di Padova

E Dr

**P. A. SACCARDO**

Professore incaricato di Botanica nella stessa Università.

.

TORINO

UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE

33 - Via Carlo Alberto - 33

1878

## PREFAZIONE

Questo Trattato apparve per la prima volta nel volume nono del *Giornale della Società Linneana*, pubblicato nel 1865. Esso è qui riprodotto in forma corretta, e, spero, più chiara, coll'aggiunta di alcuni fatti. Le illustrazioni furono disegnate da mio figlio, Giorgio Darwin. Fritz Müller, dopo la pubblicazione del mio scritto, mandò alla Società Linneana (*Giornale*, vol. IX, pagina 344) alcune osservazioni interessanti sulle piante rampicanti del Sud del Brasile, sulle quali osservazioni ritornerò spesso. Di recente apparvero nelle *Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg*, fascicolo III, 1873, due Memorie importanti del dott. Hugo de Vries, principalmente sulla differenza nel crescere fra le faccie superiori e le inferiori dei tralci e sul meccanismo dei movimenti delle piante volubili. Queste Memorie dovrebbero venire studiate accuratamente da ognuno che s'interessa del soggetto, poichè non posso citar qui che i punti più importanti. Questo osservatore eccellente attribuisce, al pari del prof. Sachs <sup>(1)</sup>, tutti i movimenti dei tralci al crescere rapido di un solo lato, ma, per ragioni date verso la chiusa del mio quarto capitolo, non posso persuadermi che ciò riguardi anche i moti dovuti ad un tocco. Affinchè il lettore sappia quali punti mi hanno maggiormente interessato, posso richiamare la sua attenzione a certe piante fornite di sarmenti; per esempio, la *Bignonia capreolata*, la *Cobaea*, l'*Echinocystis* e la *Hanburya* che offrono i più begli esempi di adattamento che si possano trovare in qualsiasi parte del regno naturale. È pure un fatto interessante che si possono osservare stati intermedi fra organi adattati a funzioni assai differenti sullo stesso individuo di *Corydalis claviculata* e sulla vite comune; e questi casi illustrano in modo sorprendente il principio dell'evoluzione graduale delle specie.

## MOVIMENTI ED ABITUDINI

DELLE

### PIANTE RAMPICANTI <sup>(ii)</sup>

#### CAPITOLO I.

##### piante volubili

Osservazioni preliminari. - Descrizione dell'attorcersi del luppolo. - Torsione degli steli. - Natura del movimento di rivoluzione e modo di ascensione. - Steli non irritabili. - Velocità di rivoluzione in varie piante. - Grossezza del sostegno intorno al quale possono attorcersi le piante. - Specie che s'attaccano in modo irregolare.

Fui tratto a questo soggetto da uno scritto breve, ma interessante, del professore Asa Gray sui movimenti dei viticci d'alcune piante Cucurbitacee <sup>(iii)</sup>. Le mie osservazioni erano giunte più che alla metà prima ch'io apprendessi avere Palm e Hugo von Mohl <sup>(iv)</sup> osservato lungo tempo fa il fenomeno sorprendente delle rivoluzioni spontanee degli steli e dei viticci delle piante rampicanti, ed essere questo fenomeno stato successivamente il soggetto di due Memorie di Dutrochet <sup>(v)</sup>. Nondimeno credo che le mie osservazioni, fondate sull'esame d'oltre a cento specie viventi assai distinte, contengano novità sufficienti per giustificarne la pubblicazione.

Le piante rampicanti possono venir divise in quattro classi. Prima, quelle che s'attorccono spiralmemente intorno ad un sostegno, e non sono aidate da nessun altro movimento. Seconda, quelle fornite d'organi irritabili che, quando toccano qualche oggetto, l'abbracciano; tali organi consistono in foglie modificate, rami e peduncoli dei fiori. Ma queste due classi passano talora fino ad un certo punto l'una nell'altra. Le piante della terza classe salgono semplicemente mediante uncini, e quelle della quarta mediante radichette, ma non offrendo le piante in nessuna di queste due classi alcun movimento speciale, esse presentano poco interesse e generalmente quando parlo di piante rampicanti, tratto delle due prime grandi classi.

#### PIANTE VOLUBILI

Questa è la suddivisione più grande e costituisce probabilmente la base primordiale e più semplice della classe. Le mie osservazioni saranno meglio riferite prendendo alcuni casi speciali. Quando il germoglio del luppolo (*Humulus Lupulus*) si alza dal suolo, i due o tre articoli od internodi prima formati sono ritti e restano stazionari; ma quello successivo, mentre è ancora molto giovane, si può vedere curvarsi da un lato e rivolgersi lentamente all'intorno verso tutti i punti della circonferenza, procedendo, col sole, al pari degli indici d'un orologio. Il movimento acquista ben tosto la sua velocità ordinaria completa. Da sette osservazioni fatte nel mese d'agosto su germogli derivanti da una pianta che era stata troncata, e su di un'altra pianta in aprile, la velocità media durante il tempo caldo e di giorno, è di 2 ore ed 8 minuti per ogni rivoluzione; e nessuna delle rivoluzioni variava molto da questo grado di velocità. Il movimento di rivoluzione continua fino a che la pianta continua a crescere; ma ciascun internodio separato, divenendo vecchio, cessa di muoversi.

Per stabilire più precisamente qual quantità di movimento subisse ciascun internodio, tenni una pianta in un vaso, giorno e notte, in una stanza ben riscaldata in cui ero costretto a stare per malattia. Un lungo germoglio sporgeva oltre l'estremità superiore del bastone di sostegno, ed ora costantemente in rivoluzione. Io presi allora un bastone più lungo e lo legai al germoglio, in modo che restasse libero solamente un internodio molto giovane, lungo 1 pollice e tre quarti. Questo era quasi diritto, sicchè non si poteva osservarne bene la rivoluzione; ma esso si muoveva di certo, ed il lato dell'internodio che era prima convesso divenne concavo, la qual cosa, come vedremo di poi, è un segno sicuro del movimento di rivoluzione. Io presumo che facesse per lo meno una rivoluzione nelle prime ventiquattr'ore. Il mattino successivo di buon'ora la sua posizione fu contrassegnata, ed esso fece una seconda rivoluzione in 9 ore; durante l'ultima parte di questa rivoluzione esso si muoveva molto più rapidamente, ed il terzo giro era compiuto la sera in poco più di 3 ore. Avendo io trovato la mattina seguente che il germoglio si rivolgeva in 2 ore e 45 minuti, esso doveva aver fatto durante la notte quattro rivoluzioni, ognuna colla velocità media di un po' più di 3 ore. Dovrei aggiungere che la temperatura della stanza variò soltanto un poco. Il germoglio era ora cresciuto alla lunghezza di 3 pollici e mezzo e portava alla sua estremità un internodio giovane, lungo 1 pollice, che mostrava leggieri cambiamenti nella sua curvatura. La rivoluzione susseguente o nona fu effettuata in 2 ore e 30 min. D'ora innanzi le rivoluzioni furono osservate facilmente. La trentesimasesta fu compiuta colla velocità solita; così pure fu dell'ultima o trentesimasettima, ma non fu compiuta; giacchè l'internodio si rizzò ad un tratto, e dopo essersi diretto verso il centro, rimase immobile. Legai un peso alla sua estremità superiore in modo da piegarlo leggermente e così scoprire alcun movimento; ma non ve ne fu punto. Alcun tempo prima che fossa compita l'ultima rivoluzione, la parte inferiore dell'internodio cessò di muoversi.

Alcune osservazioni di più completeranno quanto deve esser detto su questo internodio. Esso si mosse durante cinque giorni; ma i movimenti più rapidi, dopo il compimento della terza rivoluzione, durarono per tre giorni e venti ore. Le rivoluzioni regolari, dalla nona alla trentesimasesta *inclusive*, furono effettuate con una velocità media di 2 ore e 31 minuti; ma il tempo ora freddo ciò influiva sulla temperatura della stanza, specialmente durante la notte, e ritardava per conseguenza alquanto la velocità del movimento. Fuvvi solamente un movimento irregolare, che consistette soltanto in un segmento di circolo percorso rapidamente dallo stelo dopo una rivoluzione straordinariamente lenta. Dopo la diciassettesima rivoluzione l'internodio era cresciuto in lunghezza da 1 pollice e tre quarti a 6 pollici, e portava un internodio lungo 1 pollice e  $\frac{7}{8}$ , che si muoveva appena percettibilmente, e questo portava un ultimo internodio assai minuto. Dopo la ventunesima rivoluzione, il penultimo internodio era lungo 2 pollici e mezzo e probabilmente girava in un periodo di 3 ore circa. Alla ventesima rivoluzione l'internodio inferiore, ed ancora in movimento, era lungo 8 pollici e  $\frac{3}{8}$ , il penultimo  $3\frac{1}{2}$ , e l'ultimo  $2\frac{1}{2}$ ; e l'inclinazione dell'intero germoglio era tale che descriveva un circolo di 19 pollici di diametro. Quando il movimento cessò, l'internodio inferiore era lungo 9 pollici ed il penultimo 6; sicchè, dalla ventisettesima alla trentasettesima rivoluzione *inclusive*, tre internodi giravano contemporaneamente.

L'internodio inferiore, quando cessò di girare, divenne ritto e rigido, ma siccome si lasciava crescere tutto lo stelo senza sostegno, esso si curvò dopo alcun tempo in posizione quasi orizzontale, mentre gl'internodi superiori continuando a crescere, s'attorcevano all'estremità, ma naturalmente non più intorno al vecchio asse del bastone d'appoggio. Per la posizione cangiata del centro di gravità della estremità, quando girava, era trasmesso un lento e leggiero movimento di dondolio al germoglio sporgente orizzontalmente; ed io credetti dapprima che quel movimento fosse spontaneo. Siccome il germoglio cresceva, pendeva giù sempre maggiormente, mentre l'estremità crescente e girante s'innalzava ognora più.

Nel luppolo abbiamo veduto che tre nodi si rivolgevano nel tempo stesso; e così fu nella più parte delle piante da me osservate. In tutte, se perfettamente sane, si rivolgevano due internodi; sicchè, allorchè l'inferiore cessava di girare, il superiore era in piena azione, con un internodio terminale che cominciava appunto a muoversi. D'altronde nella *Hoya carnosa*, un ramo pendente, senza alcuna foglia sviluppata, lungo 32 pollici e consistente di sette internodi (compreso un terminale minuto, lungo 1 pollice) dondolava continuamente, ma lentamente, da un lato all'altro in semicerchio, mentre gl'internodi esterni facevano rivoluzioni complete. Questo dondolamento era certamente la conseguenza del movimento degli internodi inferiori, che tuttavia non avevano forza

sufficiente di agitare l'intero germoglio intorno al bastone di sostegno. Il caso di un'altra Asclepiadacea, cioè *Ceropegia Gardnerii*, merita d'essere riferito brevemente. Lasciai crescere la cima quasi orizzontalmente fino alla lunghezza di 31 pollici; essa consisteva ora di tre internodi lunghi, terminati da due brevi. Il tutto girò con un corso opposto al sole (il contrario di quello del luppolo) colle velocità fra 5 ore e 15 minuti e 6 ore e 45 minuti per ogni rivoluzione. La punta estrema fece così un circolo di oltre a 5 piedi (o 62 pollici) di diametro e 16 piedi di circonferenza, procedendo in ragione di 32 o 33 pollici per ora. Essendo il tempo caldo, la pianta fu lasciata sul mio tavolo di studio; ed era uno spettacolo interessante guardare il lungo germoglio percorrere quel gran cerchio, notte e giorno, in cerca di qualche oggetto intorno a cui potesse attortigliarsi.

Se prendiamo un arboscello fresco, possiamo certamente piegarlo successivamente in tutti i sensi, in modo da far descrivere alla cima un cerchio, pari a quello percorso dalla sommità di una pianta, che giri spontaneamente. Con questo movimento l'arboscello non viene punto torto intorno al suo proprio asse. Noto ciò, perchè se si segna un punto nero sulla corteccia dalla parte che è superiore quando l'arboscello è curvato verso il corpo dell'osservatore, quando il cerchio vien descritto, il punto nero gira a poco a poco e s'abbassa al lato inferiore, e risale quando il cerchio è compiuto; e ciò dà la falsa apparenza di torsione, che, nel caso di piante giranti spontaneamente, mi ingannò per qualche tempo. L'apparenza è tanto più ingannevole, perchè gli assi di quasi tutte le piante volubili sono veramente torti; ed essi sono torti nella stessa direzione del movimento di rivoluzione spontaneo. Per dare un esempio, l'internodio di luppolo, di cui è stata registrata la storia, non era dapprima punto torto, come si poteva vedere dai solchi sulla sua superficie: ma quando, dopo la rivoluzione trentesimasettima, ebbe raggiunta la lunghezza di 9 pollici e fu cessato il suo movimento di rivoluzione, si attorse tre volte intorno al proprio asse nella direzione del corso del sole; d'altra parte il *Convolvulus* comune, che gira in corso contrario al luppolo, si attorce in direzione contraria.

Quindi non è sorprendente che Hugo von Mohl (p. 105, 108, ecc.) abbia creduto che la torsione dell'asse producesse il movimento di rivoluzione; ma non è possibile che la torsione dell'asse del luppolo per tre volte avesse cagionato trentasette rivoluzioni. Inoltre il movimento di rivoluzione cominciò nel giovane internodio prima che si potesse scoprire alcuna torsione del suo asse. Gli internodi di giovani *Siphomeris* e *Lecontea* girarono per parecchi giorni, ma s'attorsero solo una volta intorno ai loro assi. La prova migliore pertanto, che la torsione non cagiona il movimento di rivoluzione, è fornita da molte piante arrampicantisi col mezzo di foglie e di viticci (come *Pisum sativum*, *Echinocystis lobata*, *Bignonia capreolata*, *Eccremocarpus scaber* e dalle rampicanti col mezzo di foglie *Solanum jasminoides* e varie specie di *Clematis*), i cui internodi non sono attorti, ma che, come vedremo più innanzi, compiono regolarmente movimenti di rivoluzione pari a quelli di vere piante volubili. Inoltre, secondo Palm (p. 30, 95) e Mohl (p. 149) e Léon <sup>(vi)</sup>, si possono trovare talvolta ed anzi non molto di rado, degl'internodi che sono attorti in direzione opposta agli altri internodi sulla stessa pianta ed al corso delle loro rivoluzioni; e ciò, secondo Léon (p. 350), è appunto il caso di tutti gl'internodi di una certa varietà di *Phaseolus multiflorus*. Gl'internodi che si sono attorti intorno ai loro propri assi, se non hanno cessato di girare, sono sempre capaci di avviticchiarsi ad un sostegno, come ho parecchie volte osservato.

Mohl ha rimarcato (p. 111) che quando uno stelo s'avviticchia ad un bastone cilindrico liscio, non si attorce <sup>(vii)</sup>. Per conseguenza feci correre dei fagioli su per uno spago teso e per bacchette lisce di ferro e di vetro, del diametro d'un terzo di pollice ed essi non si attorsero che in quel grado, che deve seguire per una necessità meccanica, dall'avvolgimento spirale. D'altronde gli steli, che erano saliti per rozzi bastoni ordinari, erano tutti più o meno e generalmente molto contorti. L'influenza della ruvidezza del sostegno nel cagionare la torsione dell'asse fu evidente negli steli che s'erano avviticchiati alle bacchette di vetro; giacchè queste bacchette erano fissate abbasso in bastoni fessi, ed assicurate in alto con bastoni trasversali, e gli steli passando per questi punti si torcevano molto. Tosto che gli steli saliti per le bacchette di ferro raggiunsero la cima e divennero liberi, si torsero essi pure; e ciò avvenne apparentemente più presto durante il soffiare del vento che durante tempo calmo. Si potrebbero riferire parecchi altri fatti, che dimostrano che la torsione dell'asse sta in qualche relazione colle ineguaglianze del sostegno e così pure col libero rivolgersi del germoglio senza alcun sostegno. Molte piante, che non s'avviticchiano, s'attorcono fino ad un certo grado intorno ai loro propri assi <sup>(viii)</sup>; ma ciò avviene tanto più generalmente e fortemente in

piante volubili che in altre, che vi deve essere qualche concessione fra la facoltà d'avvicchiamento e quella della torsione dell'asse. Lo stelo guadagna probabilmente in rigidità coll'essere attorto (sullo stesso principio che una corda molto torta è più rigida d'una torta in minor grado) ed è così indirettamente avvantaggiata in modo da poter passare sopra ineguaglianze nella sua ascesa spirale e portare il proprio peso, quando la si lascia rivolgersi liberamente <sup>(ix)</sup>.

Ho alluso alla torsione che segue necessariamente su principii meccanici dall'ascesa spirale d'uno stelo, cioè una torsione per ogni spira compiuta. Ciò fu ben dimostrato segnando linee diritte su steli vivi, e lasciandoli poi avvicchiarsi; ma dovendo io ritornare su questo soggetto parlando dei viticci, credo ora di dover passare ad altro.

Il movimento di rivoluzione di una pianta volubile è stato paragonato a quello della sommità d'un arboscello, mosso all'intorno tenendo fermo colla mano lo stelo inferiormente; ma v'è una differenza importante. La parte superiore dell'arboscello, quando è mosso così, resta diritta; ma nelle piante volubili ogni parte del germoglio che si rivolge ha il suo proprio movimento separato ed indipendente. Ciò si prova facilmente; giacchè, quando vien legata ad un bastone la metà inferiore o due terzi d'un lungo germoglio in rivoluzione, la libera parte superiore continua costantemente a girare. Persino se si lega l'intero germoglio, tranne uno o due pollici dell'estremità, questa parte, come abbiamo veduto nel caso del luppolo, della *Ceropegia*, del *Convolvulus*, ecc., continua a rivolgersi, ma molto più lentamente: giacchè gl'internodi, finchè siano giunti ad una certa lunghezza, muovonsi sempre adagio. Se guardiamo uno, due o parecchi internodi d'un germoglio in rivoluzione, si vedranno tutti più o meno arcuati, o durante l'intera rivoluzione o durante una gran parte di ciascuna. Ora se si traccia una striscia colorata (ciò fu fatto su d'un gran numero di piante volubili) lungo, diremo, la superficie convessa, dopo qualche tempo, secondo la velocità di rivoluzione, si troverà la striscia correre lateralmente lungo un lato dell'arco, poi lungo la parte concava, poi lateralmente dal lato opposto, e finalmente di bel nuovo sulla faccia convessa di prima. Ciò prova chiaramente che durante il movimento di rivoluzione gl'internodi si curvano in ogni direzione. Il movimento è in fatto un piegarsi continuo dell'intero germoglio, diretto successivamente a tutti i punti della circonferenza; ed è stato ben designato da Sachs come una *mutazione girante*.

Essendo questo movimento piuttosto difficile a comprendersi, sarà bene dare un'illustrazione. Prendete un arboscello e piegatelo al sud, e segnate una linea nera sulla superficie convessa; lasciatelo drizzare e piegatelo all'est, e la linea nera si vedrà correre lungo la faccia laterale che guarda a nord; curvatelo al nord, la linea nera sarà sulla superficie concava; curvatelo all'ovest, la linea sarà di nuovo sulla faccia laterale; e quando lo si piegherà al sud, la linea sarà sulla superficie convessa di prima. Ora, invece di curvare l'arboscello, supponiamo che le cellule lungo la sua superficie settentrionale dalla base all'apice crescano molto più presto di quelle sulle altre tre faccie, l'intero germoglio sarebbe allora necessariamente curvato al sud; e supponiamo che la superficie longitudinale che cresce giri intorno al germoglio, abbandonando a poco a poco il lato nord ed occupando il lato ovest, e così intorno per il sud, per l'est, di nuovo al nord. In questo caso il germoglio resterebbe sempre curvato colla linea segnata manifestantesi sulle diverse facce su accennate e colla punta del germoglio successivamente diretto ad ogni punto della circonferenza. In fatto, avremo precisamente la specie di movimento compiuto dai germogli giranti delle piante volubili <sup>(x)</sup>.

Non devesi supporre che il movimento di rivoluzione sia regolare come quello riferito nell'esempio suddetto; in moltissimi casi l'apice descrive un'ellisse, anzi una strettissima ellisse. Per tornare un'altra volta alla nostra illustrazione, se supponiamo che soltanto le facce nord e sud dell'arboscello crescano presto alternativamente, la sommità descriverà un semplice arco; se l'accrescimento passasse prima assai poco alla faccia ovest, e nel ritorno assai poco alla faccia est, verrebbe descritta una stretta ellisse; e l'arboscello sarebbe diritto passando in su e in giù per gli spazi intermedi; e si può spesso osservare un completo rizzamento del germoglio in piante giranti. Il movimento è spesso tale che tre dei lati del germoglio sembrano crescere regolarmente più presto dell'altro lato; sicchè vien descritto un semicerchio invece d'un cerchio, divenendo ritto e verticale durante metà del suo corso.

Quando un germoglio in rivoluzione consiste di parecchi internodi, gl'inferiori si piegano insieme colla stessa velocità, ma uno o due dei terminali si piegano più lentamente; quindi benchè

talvolta tutti gl'internodi abbiano la stessa direzione, altre volte il germoglio è reso leggermente serpeggiante. La velocità di rivoluzione dell'intero germoglio, se si giudica dal movimento dell'apice, viene così talora accelerato o ritardato. Si deve notare un altro punto. Degli autori hanno osservato che l'estremità del germoglio in molte piante volubili è completamente uncinato; ciò è per esempio molto comune nelle Asclepiadacee. L'apice uncinato è in tutti i casi da me osservati, cioè nelle *Ceropegia*, *Sphaerostemma*, *Cterodendron*, *Wistaria*, *Stephania*, *Akebia*, e *Siphomeris*, ha precisamente la stessa specie di movimento degli altri internodi; giacchè una linea segnata sulla superficie convessa diviene prima laterale e poi concava; ma, in conseguenza della giovinezza di questi internodi terminali, il rovesciamento dell'uncino è un processo più lento di quello del movimento di rivoluzione <sup>(xi)</sup>. Questa tendenza fortemente marcata nei giovani nodi terminali e flessibili di piegarsi in maggior grado o più bruscamente degli altri, è utile alla pianta; giacchè non solo l'uncino così formato serve talvolta ad afferrare un sostegno, ma (e ciò sembra essere molto più importante) fa abbracciare all'estremità del germoglio il sostegno molto più strettamente di quello che avrebbe fatto altrimenti, ed è così di aiuto nell'impedire che lo stelo venga soffiato via dal vento, come ho osservato molto volte. Nella *Lonicera brachypoda* l'uncino si dirige soltanto periodicamente, e non si rovescia mai. Non asserirò che gli apici di tutte le piante volubili quando sono uncinati o si rovesciano o si dirizzano periodicamente, nel modo ora descritto; giacchè la forma uncinata può essere in alcuni casi permanente, ed essere la conseguenza del modo d'accrescimento della specie, come negli apici dei germogli della vite comune, e più chiaramente in quelli del *Cissus discolor* - piante che non sono volubili spiralmente.

Il primo scopo del movimento spontaneo di rivoluzione, o, parlando più strettamente, del continuo movimento ad arco diretto successivamente a tutti i punti della circonferenza, è, come ha notato Mohl, di favorire il germoglio a trovare un sostegno. Ciò è ammirabilmente effettuato dalle rivoluzioni continuate notte e giorno, venendo descritto un circolo sempre più largo di mano in mano che il germoglio cresce in lunghezza. Questo movimento spiega parimenti come le piante s'avvicinano, giacchè quando un germoglio in rivoluzione trova un appoggio, il suo movimento è necessariamente arrestato al punto di contatto, ma la libera parte sporgente continua a girare. Continuando ciò, punti sempre più alti sono portati in contatto col sostegno e si fermano, e così di seguito fino all'estremità, ed in tal modo il germoglio s'attorce intorno al sostegno. Quando il germoglio nel suo giro segue il sole, s'attorce intorno al sostegno da destra a sinistra, supponendo che l'appoggio stia dinanzi l'osservatore; quando il germoglio gira in direzione contraria, la linea d'attortigliamento è invertita. Siccome ogni internodio perde colla età il suo potere di rivoluzione, così perde anche la sua facoltà di avvicinarsi spiralmente. Se un uomo agita intorno al suo capo una corda la cui estremità percuote un bastone, essa si avvolgerà intorno al bastone secondo la direzione del movimento d'agitazione; così avviene in una pianta volatile, in cui una linea di aggrandimento che procede intorno alla parte libera del germoglio lo fa piegare verso la parte contraria, e ciò sostituisce il movimento dell'estremità libera della corda.

Tranne Palm e Mohl, tutti gli autori che hanno discusso l'avvicinarsi spirale delle piante, sostengono che tali piante hanno un'inclinazione naturale a crescere spiralmente. Mohl crede (p. 112) che gli steli che si avvicinano abbiano una specie di irritabilità ottusa, sicchè si piegano verso qualunque oggetto che toccano; ma ciò è negato da Palm. Ancora prima di leggere l'interessante trattato di Mohl, quest'opinione mi sembrò sì probabile che la provai in ogni maniera che mi fu possibile, ma sempre con risultato negativo. Io fregai molti germogli più fortemente di quanto è necessario per eccitare movimento in alcun viticcio o nel gambo d'una pianta arrampicantesi mediante foglie, ma senza alcun effetto. Legai allora un leggero ramo biforcuto ad un germoglio di luppolo, ad uno di *Ceropegia*, di *Sphaerostemma* e di *Adhatoda*, sicchè la forcilla premesse solo un lato del germoglio e s'attorcasse con esso; scelsi a bella posta delle piante che si attorcevano molto adagio, sembrando assai probabile che queste avrebbero approfittato di più della posseduta irritabilità; ma non venne prodotto alcun effetto in verun caso <sup>(xii)</sup>. Inoltre quando un germoglio s'avvolge intorno ad un sostegno, il movimento d'avvolgimento è sempre più lento, come vedremo immediatamente, di quello che quando esso gira liberamente e non tocca nulla. Quindi concludo che i tralci che si avvicinano non sono irritabili; ed infatti non è probabile che lo dovessero essere, economizzando natura sempre i suoi mezzi, e l'irritabilità sarebbe stata superflua. Tuttavia non voglio asserire che non siano mai irritabili, giacchè l'asse d'aggrandimento del



*Lophospermum scandens*, che si arrampica mediante le foglie, ma non s'avviticchia spiralmente, è certamente irritabile; ma questo caso mi fa credere che le piante volubili ordinarie non possedano tale qualità, giacchè subito dopo aver posto un bastone ad un *Lophospermum*, vidi che questo si comportava diversamente da una vera pianta volubile od alcun'altra arrampicante per mezzo di foglie <sup>(xiii)</sup>.

L'opinione che le arrampicanti abbiano una tendenza naturale a crescere spiralmente, provenne probabilmente dall'assumere esse una forma spirale quando s'avvolgono ad un appoggio e dall'assumere la loro estremità questa forma, anche rimanendo libera. Gl'internodi liberi di piante che crescono vigorosamente, quando cessano di girare, diventano diritti e non mostrano nessuna tendenza ad essere spirali; ma quando un germoglio ha quasi cessato di crescere o quando la pianta non è sana, l'estremità diviene talvolta spirale. Ho veduto ciò in modo notevole nelle estremità dei germogli della *Stauntonia* o dell'affine *Akebia*, che s'avvolgevano in spira stretta, propriamente come un viticcio; e ciò poteva accadere dopo che erano morte delle foglie piccole e mal formate. La spiegazione, credo, è che in tali casi le parti inferiori degli internodi terminali perdono gradatamente e successivamente la loro facoltà di movimento, mentre le proporzioni subito al di sopra continuano ad avanzare, ed alla loro volta diventano immobili; e ciò finisce col formare una spira irregolare.

Quando un germoglio volubile raggiunge un bastone, s'avvolge intorno ad esso alquanto più adagio che quando gira liberamente. Per esempio, un germoglio di *Ceropegia* girava in 6 ore, ma impiegò 9 ore e tre minuti a fare una spira completa intorno ad un bastone; l'*Aristolochia gigas* girò in 5 ore circa, ma occupò 9 ore e 15 minuti a completare la sua spira. Suppongo che ciò sia la conseguenza del continuo disturbo della forza d'impulsione cagionato dall'arrestarsi del movimento nei punti successivi; e vedremo dipoi che persino lo scuotere una pianta ritarda il movimento di rivoluzione. Gli internodi terminali d'un lungo germoglio volubile molto inclinato di *Ceropegia*, dopo essersi avvolti ad un bastone, sdruciolavano sempre su esso, in modo da rendere la spira più aperta di quello che lo fosse dapprima; e ciò si doveva probabilmente in parte alla forza produttrice le rivoluzioni, che era ora quasi libera dalla forza della gravità e poteva agire liberamente. Nella *Wistaria*, d'altro canto, un lungo germoglio orizzontale s'avvolse dapprima in una spira strettissima, che restò inalterata; ma dipoi, quando il germoglio s'avviticchiò spiralmente al suo sostegno, fece una spira molto più aperta. In tutte le molte piante che si lasciavano salire liberamente per un sostegno, gl'internodi terminali fecero dapprima una spira stretta; e ciò quando soffiava il vento, serviva a tenere i germogli in istretto contatto col loro sostegno; ma quando i penultimi internodi crebbero in lunghezza, si spinsero su per uno spazio considerevole (determinato da segni colorati sul germoglio e sul sostegno) intorno al bastone, e la spira divenne più aperta <sup>(xiv)</sup>.

Segue da quest'ultimo fatto che la posizione occupata da ogni foglia rispetto al sostegno dipende dall'aggrandimento degli internodi dopo che si sono avvolti spiralmente intorno ad esso. Noto ciò in conseguenza di un'osservazione di Palm (p. 34), il quale riferisce che le foglie opposte del luppolo stanno sempre in fila, esattamente una sopra l'altra, dalla stessa parte del bastone di sostegno qualunque sia la sua grossezza. I miei figli visitarono per me un campo di luppolo, e riportarono che quantunque avessero generalmente trovato i punti d'inserzione delle foglie uno sopra l'altro fino ad un'altezza di due o tre piedi, pure ciò non avvenne mai sull'intera lunghezza della pertica, formando i punti d'inserzione, come s'avrebbe potuto aspettarsi, una spira irregolare. Qualunque irregolarità nella pertica distruggeva interamente la regolarità della posizione delle foglie. Per un'osservazione accidentale mi sembrò che le foglie opposte di *Thunbergia alata* fossero disposte in linee sopra i bastoni a cui s'erano avvolte per conseguenza, alzai una dozzina di piante e diedi loro dei bastoni di differenti grossezze, nonchè spago per avviticchiarsi intorno; ed in questo caso una sola delle dodici ebbe le sue foglie disposte in una linea perpendicolare; concludo quindi che l'asserzione di Palm non è del tutto giusta.

Le foglie di diverse piante volubili sono disposte sullo stelo (prima ch'esso si avviticchi) alternativamente, od oppostamente, a spira. Nell'ultimo caso la linea d'inserzione delle foglie ed il corso delle rivoluzioni coincidono. Questo fatto è stato bene dimostrato da Dutrochet <sup>(xv)</sup>, che trovò diversi individui del *Solanum Dulcamara* avviticchiarsi in direzioni opposte, ed avere le loro foglie in ogni caso disposte spiralmente nella stessa direzione. Un denso verticillo di molte foglie sarebbe evidentemente incomodo per una pianta volubile, ed alcuni autori affermano che nessuna di queste ha le sue foglie così disposte; ma una *Siphomeris* volubile ha verticilli di tre foglie.

Se un bastone che ha fermato un germoglio in rivoluzione, ma non ancora del tutto avviticchiato, viene levato improvvisamente, il germoglio balza generalmente all'innanzi, mostrando ch'esso premeva con qualche forza contro il bastone. Dopo che un germoglio s'è avvolto intorno ad un bastone, se questo viene tolto, esso conserva per qualche tempo la sua forma spirale; poi esso si drizza e ricomincia a girare. Il lungo germoglio molto inclinato di *Ceropegia* precedentemente accennato offrì delle particolarità curiose. Gli internodi inferiori e più vecchi, che continuavano a girare, erano inabili dopo ripetute prove ad avviticchiarsi ad un bastone sottile, mostrando che, quantunque conservassero il potere di movimento, questo non era sufficiente a rendere possibile alla pianta l'avviticchiarsi. Portai allora il bastone a maggior distanza sicchè fu colpito da un punto a 2 pollici e mezzo dall'estremità del penultimo internodio; ed esso fu allora circondato interamente da quella parte del penultimo e dall'ultimo internodio. Dopo aver lasciato per undici ore il germoglio avvolto spiralmemente, ritirai pian piano il bastone e nel corso della giornata la porzione arricciata si drizzò e ricominciò a girare; ma la parte inferiore e non arricciata del penultimo internodio non si mosse, al punto che separava la parte mobile e l'immobile dello stesso internodio. Dopo alcuni giorni però trovai che questa parte inferiore aveva parimenti ricuperato la sua facoltà di rivoluzione. Questi vari fatti dimostrano che la facoltà di movimento non viene immediatamente perduta nella parte arrestata d'un germoglio in rivoluzione; e che dopo essere stata perduta temporaneamente essa può venire ricuperata. Quando un germoglio è rimasto per un tempo considerevole intorno ad un sostegno, conserva permanentemente la sua forma spirale, anche quando il sostegno venga levato.

Quando fu collocato un bastone alto in modo da arrestare gli internodi inferiori e rigidi della *Ceropegia*, alla distanza prima di 15 e poi di 21 pollici dal centro di rivoluzione, il germoglio diritto scivolò adagio e gradatamente su per il bastone, ma non ne superò la sommità. Allora, dopo un intervallo sufficiente perchè potesse aver luogo una semirivoluzione, il germoglio balzò improvvisamente dal bastone e cadde dal lato opposto o al punto opposto della circonferenza e riassunse la sua leggera inclinazione primiera. Ora esso ricominciò a girare col suo corso solito, sicchè dopo una mezza rivoluzione venne di nuovo in contatto col bastone, vi scivolò sopra un'altra volta, e di bel nuovo balzò da esso e cadde dalla parte contraria. Questo movimento del germoglio aveva un aspetto molto strano, come fosse disgustato per non esser riuscito, ma deciso a ritentare la prova. Credo che comprenderemo questo movimento considerando la precedente comparazione dell'arboscello, nella quale supposevasi la superficie crescente strisciasse intorno dirigendosi dalla faccia settentrionale alla meridionale, passando per l'occidentale; e di qui nuovamente indietro per l'orientale alla settentrionale, piegando successivamente l'arboscello in tutte le direzioni. Ora colla *Ceropegia*, essendo stato posto il bastone al sud del germoglio ed in contatto con esso, tosto che l'aggrandimento circolare raggiunse la superficie ovest, non fu prodotto nessun effetto, tranne che il germoglio premeva fortemente contro il bastone. Ma tosto cominciato l'aggrandimento sulla superficie sud, il germoglio fu trascinato con un movimento scivolante su per il bastone; e dipoi, appena cominciato l'aggrandimento all'est, il germoglio si allontanò dal bastone, ed il suo peso coincidendo cogli effetti della cangiata superficie d'aggrandimento, lo fece cadere improvvisamente alla parte opposta, riassumendo la sua leggiera inclinazione precedente: ed il solito movimento di rivoluzione continuò poi come prima. Io ho descritto questo caso curioso con qualche cura, perchè esso mi guidò a comprendere dapprincipio l'ordine in cui, come io allora credevo, le superficie si contraevano, in cui però, come ora sappiamo da Sachs e H. de Vries, esse crescono rapidamente per qualche tempo, facendo così piegare il germoglio verso la parte opposta.

L'opinione ora riferita spiega inoltre, come credo, un fatto osservato da Mohl (p. 135), cioè, che un germoglio in rivoluzione, benchè s'avviticchi ad un oggetto sottile quanto un filo, non può avviticchiarsi ad un sostegno grosso. Io posi alcuni lunghi germogli in rivoluzione d'una *Wistaria* presso un palo del diametro di 5 a 6 pollici, ma, sebbene aiutati da me in molti modi, non poterono avvolgersi intorno. Questa era evidentemente la conseguenza della curvatura del germoglio, mentre questa, avvolgendosi intorno ad un oggetto sì poco piegato come questo palo, non era sufficiente a tenere il germoglio al suo posto, quando la superficie di aggrandimento strisciava intorno alla superficie opposta del germoglio; sicchè esso era ritirato dal suo sostegno ad ogni rivoluzione.

Quando un germoglio libero è cresciuto molto oltre il suo sostegno, cade all'ingiù per il suo

peso, come fu già spiegato nel caso del luppolo, coll'estremità girante volta all'insù. Se il sostegno non è alto, il germoglio cade al suolo, e là restando, l'estremità si innalza. Talora parecchi germogli, quando sono flessibili si avviticchiano insieme come una corda, e si sostengono così vicendevolmente. Singoli o sottili germogli pendenti, come quelli della *Sollya Drummondii*, si volteranno bruscamente indietro e s'avvolgeranno su se stessi. Il numero maggiore dei germogli pendenti di una pianta volubile, l'*Hibbertia dentata*, non mostrava tuttavia che poca inclinazione a volgersi in su. In altri casi, come nella *Cryptostegia grandiflora*, parecchi internodi che erano dapprima flessibili ed avvolti, se non riuscivano ad avviticchiarsi ad un sostegno, diventavano affatto rigidi e sostenendosi dritti, portavano sulle loro cime gli internodi più giovani in rivoluzione.

Qui troverà posto conveniente una Tavola che mostri la direzione e la velocità di movimento di parecchie piante volubili, con l'aggiunta di alcune osservazioni. Queste piante sono disposte secondo il *Regno vegetale* (1853) di Lindley; e sono state scelte da tutte le parti delle serie in modo da mostrare che tutte le specie si comportano in modo quasi uniforme <sup>(xvi)</sup>.

## VELOCITÀ DI RIVOLUZIONE DI VARIE PIANTE VOLUBILI

### Acotiledoni.

*Lygodium scandens* (*Polypodiaceae*), si muove contro al sole.

			ore	min.
Giugno 18, primo circolo fu fatto			6	0
in				
"	18, secondo	" "	6	15 (a sera tarda)
"	19, terzo	" "	5	32 (giorno caldissimo)
"	19, quarto	" "	5	0 (giorno caldissimo)
"	20, quinto	" "	6	0

*Lygodium articulatum*, si muove contro al sole.

			ore	min.
Luglio 19, primo circolo fu fatto			16	30 (germoglio molto giovane)
in				
"	20, secondo	" "	15	0
"	21, terzo	" "	8	0
"	22, quarto	" "	10	30

### Monocotiledoni.

*Ruscus androgynus* (*Liliaceae*), posto nella serra calda, si muove contro al sole.

			ore	min.
Maggio 24, primo circolo fu fatto			6	14 (germoglio molto giovane)
in				
"	25, secondo	" "	2	11
"	25, terzo	" "	3	37
"	25, quarto	" "	3	22
"	26, quinto	" "	2	50
"	27, sesto	" "	3	52
"	27, settimo	" "	4	11

*Asparagus* (specie innominata di Kew) (*Liliaceae*), si muove contro il sole posto in terra calda.

		ore	min
Dicemb. 26,	primo circolo fu fatto	5	0
in			
"	27, secondo " "	5	40

*Tamus communis (Dioscoreaceae)*. Giovane rampollo da un tubero in vaso, posto nella serra degli agrumi; segue il sole.

		ore	min
Luglio 7,	primo circolo fu fatto	3	10
in			
"	7, secondo " "	2	38
"	8, terzo " "	3	5
"	8, quarto " "	2	56
"	8, quinto " "	2	30
"	8, sesto " "	2	30

*Lapagerea rosea (Philesiaceae)*, in terra, segue il sole.

		ore	min.
Marzo 9,	primo circolo fu fatto	26	15 (germoglio giovane)
in			
"	10, semicircolo " "	8	15
"	11, secondo " "	11	0
"	12, terzo " "	15	30
"	13, quarto " "	14	15
"	16, quinto " "	8	40 (quando fu posto nella terra calda; ma il dì seguente il germoglio restò stazionario).

*Roxburghia viridiflora (Roxburghiaceae)*, si muove contro il sole; compì un circolo in circa 24 ore.

### Dicotiledoni.

*Humulus Lupulus (Urticaceae)*, segue il sole. La pianta fu tenuta in una stanza durante tempo caldo.

		ore	min
Aprile 9,	due circoli furono fatti	4	16
in			
Agosto 13,	terzo circolo fu fatto in	2	0
"	14, quarto " "	2	20
"	14, quinto " "	2	16
"	14, sesto " "	2	2
"	14, settimo " "	2	0
"	14, ottavo " "	2	4

Il luppolo compì un semicerchio in un'ora e 33 minuti, allontanandosi dalla luce, in un'ora e 13 minuti avvicinandovisi; differenza di velocità, 20 minuti.

*Akebia quinata* (*Lardizabalaceae*), posta in terra calda, si muove contro il sole.

				ore	min.
Marzo	17, primo	circolo fu fatto		4	0 (germoglio giovane)
in	"	18, secondo	" "	1	40
	"	18, terzo	" "	1	30
	"	19, quarto	" "	1	45

*Stauntonia latifolia* (*Lardizabalaceae*) posta in terra, si muove contro il sole.

				ore	min.
Marzo	28, primo	circolo fu fatto		3	30
in	"	28, secondo	" "	3	45

*Sphaerostemma marmoratum* (*Schizandraceae*), segue il sole.

				ore	min.
Agosto	5, primo	circolo fu fatto in		24	0 circa
"	5, secondo	" "		18	30

*Stephania rotunda* (*Menispermaceae*), si muove contro il sole.

				ore	min
Maggio	27, primo	circolo fu fatto		5	5
in	"	30, secondo	" "	7	6
Giugno	2, terzo	" "		5	15
"	3, quarto	" "		6	28

*Thryallis brachystachys* (*Malpighiaceae*), si muove contro il sole: un germoglio fece un circolo in 12 ore, ed un altro in 10 ore e 30 minuti; ma il giorno dopo, che era molto più freddo, il primo germoglio occupò 10 ore a compiere un solo semicerchio.

*Hibbertia dentata* (*Dilleniaceae*), posta nella serra calda, seguì il sole e fece (18 maggio) un circolo in 7 ore e 10 min.; il 19 invertì il suo corso e si mosse contro il sole, facendo un cerchio in 7 ore; il 20, si mosse contro il sole per un terzo di circolo o poi si fermò; il 20 seguì il sole per due terzi di circolo, e poi tornò al suo punto di partenza, impiegando per questo doppio corso 11 ore e 46 minuti.

*Sollya Drummondii* (*Pittosporaceae*) si muove contro il sole, tenuto in terra.

				ore	min.
Aprile	4, primo	circolo fu fatto in		4	25
"	5, secondo	" "		8	0 (giorno molto freddo)
"	6, terzo	" "		6	25
"	7, quarto	" "		7	5

*Polygonum dumetorum* (*Polygonaceae*). Questo caso è preso da Dutrochet (alla pag. 299), non avendo io osservato nessuna pianta affine; segue il sole. Tre germogli, troncati da una pianta e posti

nell'acqua, fecero dei circoli in 3 ore e 10 minuti, in 5 ore e 20 minuti ed in 7 ore o 15 minuti.

*Wistaria Sinensis* (*Leguminosae*), in terra si muove contro il sole.

			ore	min
Maggio 13, primo circolo fu fatto			3	5
in				
"	13, secondo	" "	3	20
"	16, terzo	" "	2	5
"	24, quarto	" "	3	21
"	25, quinto	" "	2	37
"	25, sesto	" "	2	35

*Phaseolus vulgaris* (*Leguminosae*), in terra, si muove contro il sole.

			ore	min
Maggio primo circolo fu fatto in			2	0
"	secondo	" "	1	55
"	terzo	" "	1	55

*Dipladenia urophylla* (*Apocynaceae*), si muove contro il sole.

			ore	min
Aprile 18, primo circolo fu fatto in			8	0
"	secondo	" "	9	15
"	terzo	" "	9	40

*Dipladenia crassinoda*, si muove contro il sole.

			ore	min
Maggio 16, primo circolo fu fatto			9	5
in				
"	20, secondo	" "	8	0
"	21, terzo	" "	8	5

*Ceropegia Gardnerii* (*Asclepiadaceae*), si muove contro il sole.

				ore	min
Germoglio molto giovane, lungo 2 pollici;	primo circolo fu			7	55
"	compiuto in				
" ancor	secondo	" "		7	0
" lungo	terzo	" "		6	33
" lungo	quarto	" "		6	15
" lungo	quinto	" "		6	45

*Stephanotis floribunda* (*Asclepiadaceae*), si muove contro il sole o fece un circolo in 6 ore e 40 minuti, secondo circolo in circa 9 ore.

*Hoya carnosa* (*Asclepiadaceae*), fece vari circoli in un tempo da 16 a 22 o 24 ore.

*Ipomaea purpurea* (*Convolvulaceae*), si muove contro il sole. Pianta posta in camera con luce laterale.

Primo circolo fu fatto in 2 ore e 42 min.	{	Semicircolo all'ombra, in un'ora e 14 min.; alla luce, in un'ora e 28 min. Differenza 14 min.
Secondo " " 2 " 47 "	{	Semicircolo all'ombra, in un'ora e 17 min.; alla luce, in un'ora e 30 min. Differenza 13 min.

*Ipomaea jucunda* (*Convolvulaceae*) si muove contro il sole, posta nel mio studio, con finestre a nord-est. Tempo caldo.

Primo circolo fu fatto in 6 ore e 30 min.	{	Semicircolo all'ombra, in 4 ore e 30 min.; alla luce, un'ora e 0 min. Differenza 3 ore e 30 min.
Secondo " " 5 " 20 " (tardo pomeriggio: circolo compiuto a 6 ore e 40 min. meridiane)	{	Semicircolo all'ombra, in 3 ore 30 min.; alla luce, un'ora o 30 min. Differenza 2 ore e 20 min.

Abbiamo qui un esempio notevole della forza della luce nel ritardare ed affrettare il movimento di rivoluzione.

*Convolvulus sepium* (varietà coltivata, a grandi fiori), si muove contro il sole. Due circoli furono fatti in un'ora e 42 minuti per cadauno; differenza nel semicerchio dalla luce ed alla luce, 14 min.

*Rivea tiliacifolia* (*Convolvulaceae*), si muove contro il sole, fece quattro rivoluzioni in 9 ore; sicchè, in media, ognuna fu compita in 2 ore e 15 min.

*Plumbago rosea* (*Plumbaginaceae*), segue il sole. Il germoglio non cominciò a girare, finchè non ebbe raggiunta l'altezza di quasi un braccio inglese; allora essa fece un bel circolo in 10 ore e 40 min. Continuò a muoversi per alcuni giorni dopo, ma irregolarmente. Il 15 agosto il germoglio seguì per un periodo di 10 ore e 40 minuti, un corso lungo, a linee molto spezzate e poi fece una larga ellisse. La figura rappresentava in apparenza tre ellissi, onde ciascuna richiese pel suo compimento una media di 3 ore e 33 min.

*Jasminum pauciflorum* Benth (Jasminaceae), si muove contro il sole. Un circolo fu fatto in 7 ore e 15 min., ed un secondo alquanto più presto.

*Clerodendrum Thomsonii* (*Verbenaceae*), segue il sole.

		ore	min.
Aprile 12, primo circolo fu fatto in		5	45 (germoglio molto giovane)
" 14, secondo "	"	3	30
" 18, un semicircolo "	"	5	0 (subito dopo che la pianta ora stata scossa nella trasposizione)

"	19, terzo	circolo fu fatto	3	0
in	"	20, quarto	"	"
"	"	"	4	20

*Tecoma jasminoides* (Bignoniaceae), si muove contro il sole.

			Ore	min.
Marzo	17,	primo circolo fu fatto	6	30
in	"	19, secondo	"	"
"	"	22, terzo	7	0
"	"	24, quarto	8	30 (giorno molto freddo)
"	"	"	6	45

*Thunbergia alata* (Acanthaceae), si muove contro il sole.

			Ore	min.
Aprile	14,	primo circolo fu fatto in	3	20
"	18,	secondo	"	"
"	18,	terzo	2	50
"	18,	quarto	2	55
"	18,	quarto	3	55 (a tardo pomeriggio).

*Adhadota cydoniaefolia* (Acanthaceae), segue il sole. Un germoglio giovane fece un semicerchio in 24 ore; dipoi fece un circolo in un tempo fra 40 e 48 ore. Un altro germoglio tuttavia fece un circolo in 26 ore e 30 min.

*Mikania scandens* (Compositae), si muove contro il sole.

			ore	min.
Marzo	14,	primo circolo fu fatto	3	10
in	"	15, secondo	"	"
"	"	16, terzo	3	0
"	"	17, quarto	3	33
Aprile	7,	quinto	2	50
"	7,	sesto	2	40 (questo cerchio fu fatto dopo un inaffiamento con acqua fredda a 47° Fahr.).

*Combretum argenteum* (Combretaceae), si muove contro il sole. Tenuto in terra calda.

			ore	min.
Gennaio	24,	primo circolo fu fatto in	2	55 (di buon mattino, quando la temperatura della stanza s'era un po' abbassata).
"	24,	due circoli furono fatti in una media di	ore	min.
"	25,	quarto circolo fu fatto in	2	20
"	"	"	2	25

*Combretum purpureum*, non gira sì presto come il *Combretum argenteum*.

*Loasa aurantiaca* (Loasaceae). Rivoluzioni variabili nel loro corso: pianta che si mosse contro



il sole.

				ore	min
Giugno	20, primo	circolo fu fatto		2	37
in	"				
"	20, secondo	"	"	2	13
"	20, terzo	"	"	4	0
"	21, quarto	"	"	2	35
"	22, quinto	"	"	3	26
"	23, sesto	"	"	3	5

Altra pianta che seguì il sole nelle sue rivoluzioni.

				ore	min.		
Luglio	11, primo	circolo fu fatto		1	51	(giornata	
in	"					caldissima)	
"	11, secondo	"	"	1	46	"	"
"	11, terzo	"	"	1	41	"	"
"	11, quarto	"	"	1	48	"	"
"	12, quinto	"	"	2	35		

*Scyphanthus elegans* (Loasaceae), segue il sole.

				ore	min
Giugno	13, primo	circolo fu fatto		1	45
in	"				
"	13, secondo	"	"	1	17
"	14, terzo	"	"	1	36
"	14, quarto	"	"	1	59
"	14, quinto	"	"	2	3

*Siphomeris o Lecontea* (specie innominata) (Cinchonaceae), segue il sole.

				ore	min.	
Maggio	25, semicircolo,	fu fatto in		10	27	(germoglio estremamente
	"					giovane)
"	26, primo	circolo	"	10	15	(germoglio ancora giovane)
"	30, secondo	"	"	8	55	
Giugno	2, terzo	"	"	8	11	
"	6, quarto	"	"	6	8	
"	8, quinto	"	"	7	20	(preso dalla serra calda, e
						posto in una stanza in casa
						mia)
"	9, sesto	"	"	8	36	

*Manettia bicolor* (Cinchonaceae), pianta giovane, segue il sole.

				ore	min
Luglio	7, primo	circolo fu fatto in		6	18
"	8, secondo	"	"	6	53
"	9, terzo	"	"	6	30

*Lonicera brachypoda* (*Caprifoliaceae*), segue il sole, tenuto in casa in una stanza calda.

				ore	min.	
Aprile	primo	circolo	fu	9	10	(circa)
	fatto	in				
"	secondo	"	"	12	20	(germoglio distinto, molto giovane della stessa pianta)
"	terzo	"	"	7	30	
"	quarto	"	"	8	0	(in quest'ultimo circolo il semicircolo dalla luce impiegò 5 ore e 23 min., dalla luce 2 ore e 37 min. Differenza 2 ore e 46 minuti).

*Aristolochia gigas* (*Aristolochiaceae*), si muove contro il sole.

				ore	min.	
Luglio	22,	primo	circolo	fu	8	0 (germoglio piuttosto giovane)
	fatto	in				
"	23,	secondo	"	"	7	15
"	24,	terzo	"	"	5	0 (circa).

Nella tavola precedente, che comprende piante volubili appartenenti ad ordini assai differenti, vediamo che il grado di velocità, secondo cui l'aggrandimento procede o gira intorno l'asse (dal quale dipende il movimento di rivoluzione), differisce molto. Fino a che una pianta resta nelle stesse condizioni, la velocità è spesso notevolmente uniforme, come nel luppolo, *Mikania*, *Phaseolus*, ecc. Il *Scyphanthus* fece una rivoluzione in un'ora e 17 minuti, e questa è la maggior velocità da me osservata; ma vedremo dipoi una *Passiflora* a viticci girare più rapidamente. Un germoglio dell'*Akebia quinata* fece una rivoluzione in un'ora e 30 minuti, e tre rivoluzioni ad una velocità media di un'ora e 38 minuti; un *Convolvulus* fece due rivoluzioni in una media di un'ora e 42 minuti; un *Phaseolus vulgaris* ne fece tre in una media di un'ora e 57 minuti. D'altronde, alcune piante impiegano 24 ore in una sola rivoluzione, e l'*Adhadota* richiese talvolta 48 ore; eppure quest'ultima pianta è attivamente volubile. Specie dello stesso genere muovonsi a velocità differenti. La velocità non sembra regolata dalla grossezza dei germogli; quelli della *Sollya* sono sottili e flessibili come lo spago, ma si muovono più lentamente dei germogli rossi e carnosi del *Ruscus*, che sembrano poco adatti a movimento d'alcuna sorte. I germogli della *Wistaria*, che diventano legnosi, si muovono più presto di quelli dell'erbacea *Ipomaea* o *Thunbergia*.

Sappiamo che gl'internodi, mentre sono ancora molto giovani, non acquistano il loro opportuno grado di movimento; quindi parecchi germogli sulla stessa pianta si possono talvolta veder girare a velocità differenti. I due o tre od anche più internodi che si formano dapprima al disopra dei cotiledoni o del rizoma di una pianta perenne, non si muovono; essi possono sostenersi e nulla è concesso di superfluo.

Un maggior numero di piante volubili girano in direzione opposta a quella del sole, o delle lancette d'un orologio che in direzione inversa e per conseguenza la maggioranza, com'è ben noto, sale per i suoi sostegni da sinistra a destra. Talora, quantunque di rado, delle piante dello stesso ordine s'avvicchiano in senso contrario, della qual cosa Mohl (p. 125) dà un esempio nelle *Leguminosae*, e noi ne abbiamo un altro nelle *Acanthaceae*. Non ho veduto nessun esempio di due specie dello stesso genere, le quali s'attortigliassero in direzioni contrarie, e tali casi devono essere rari; ma Fritz Müller<sup>(xvii)</sup> riferisce che, sebbene la *Mikania scandens* s'avvicchi, come ho descritto, da sinistra a destra, un'altra specie nel sud del Brasile lo fa in direzione contraria. Sarebbe stata un'anomalia, se non si fossero presentati casi anche più singolari, giacchè individui diversi della medesima specie, cioè di *Solanum Dulcamara* (Dutrochet, tom. XIX, p. 299), si girano ed attortigliano in due direzioni; questa pianta tuttavia è assai poco volubile. La *Loasa aurantiaca* (Léon, p. 351) offre un caso molto più curioso; io educai diciassette piante: otto di questo girarono

contrariamente al sole e salirono da sinistra a destra; cinque seguirono il sole e salirono da destra a sinistra; e quattro si girarono ed avviticchiarono in una direzione e poi invertirono il loro corso <sup>(xviii)</sup>, servendo i pezioli delle foglie opposto di punto d'appoggio per l'inversione della spira. Una di queste quattro piante fece sette giri spirali da destra a sinistra e cinque da sinistra a destra. Un'altra pianta nella stessa famiglia, lo *Scyphanthus elegans*, s'attortiglia di solito nello stesso modo. Io ne coltivali molte piante e gli steli di tutte fecero uno o talvolta due od anche tre giri in una direzione, e poi salendo diritte, per uno spazio corto invertirono il loro corso e fecero uno o due giri in direzione contraria. L'inversione della curvatura avvenne in ogni punto dello stelo, anche nel mezzo di un internodio. Se non avessi veduto questa circostanza, avrei creduto la sua realizzazione assai improbabile. Essa sarebbe difficilmente possibile in una pianta che raggiungesse un'altezza superiore ad alcuni piedi o vivesse in luogo esposto; poichè lo stelo potrebbe essere strappato facilmente dal suo sostegno, svolgendosi soltanto un poco; nè esso avrebbe potuto aderire affatto, se gli internodi non fossero tosto divenuti passabilmente rigidi. Con piante rampicantisi mediante foglie, come vedremo presto, hanno luogo spesso casi analoghi; ma questi non presentano difficoltà, essendo lo stelo assicurato da pezioli atti ad afferrare.

Nelle molte altre piante volubili e giranti da me osservate, non vidi che due volte il movimento invertito; una volta e solo per corto spazio nell'*Ipomaea jucunda*; ma spesso nell'*Hibbertia dentata*. Questa pianta m'imbarazzò molto sulle prime, giacchè osservavo continuamente i suoi germogli lunghi e flessibili, evidentemente bene adatti ad avviticchiarsi, fare un cerchio intero o mezzo od un quarto di cerchio in una direzione e poi in direzione opposta; per conseguenza, quando metteva i germogli presso bastoni sottili o grossi, o presso spago teso perpendicolarmente, sembrava tentassero costantemente di salire senza mai riuscirvi. Allora circondai la pianta di bacchette ramosi; i germogli salirono, e vi passarono attraverso, ma parecchi ne uscirono lateralmente, e le loro estremità pendenti si volsero di rado in su com'è costume delle piante volubili. Finalmente, circondai una seconda pianta di molti bastoni sottili e diritti e la posi presso la prima colle bacchette; ed ora ambedue avevano ricevuta) quanto desideravano, giacchè s'avviticchiarono ai bastoni paralleli, avvolgendosi ora intorno ad uno ed ora intorno parecchi; ed i germogli procedevano lateralmente da tino all'altro vaso; ma quando le piante divennero più vecchie, alcuni germogli s'attortigliarono regolarmente a bastoni sottili e diritti. Benchè il movimento di rivoluzione fosse talvolta in una direzione e talvolta nell'altra, l'avvolgimento era invariabilmente da sinistra a destra <sup>(xix)</sup>; sicchè il movimento più forte o persistente di rivoluzione deve essere stato in opposizione al corso del sole. Sembrerebbe che questa *Hibbertia* fosse adatta e a salire attortigliandosi e a strisciare lateralmente attraverso alle dense macchie dell'Australia.

Ho descritto con alcuni dettagli il caso precedente, perchè, per quanto ho veduto, è raro di trovare disposizioni speciali nelle piante volubili, nel qual rapporto esse differiscono molto da quelle a viticci d'organizzazione più alta. Il *Solanum Dulcamara*, come or ora vedremo, può avviticchiarsi solamente a steli che siano e sottili e flessibili. La maggior parte delle piante volubili sono atte a salire per sostegni di mediocre, benchè diversa grossezza. Le nostre piante volubili inglesi, per quanto ho veduto, non s'attortigliano mai ad alberi, tranne il caprifoglio (*Lonicera Periclymenum*) che ho osservato avviticchiarsi su per un faggio di quasi 4 pollici e mezzo di diametro. Mohl (p. 134) trovò che il *Phaseolus multiflorus* e l'*Ipomaea purpurea* non potevano, quand'erano posti in una stanza ove la luce non entrava che da un lato, avviticchiarsi a bastoni del diametro di 3 a 4 pollici; poichè ciò impediva, in modo che tosto verrà spiegato, il movimento di rivoluzione. All'aria aperta tuttavia il *Phaseolus* s'avviticchiò ad un sostegno della suddetta grossezza, ma non riuscì ad avviticchiarsi ad uno di 9 pollici di diametro. Nondimeno alcune piante volubili delle più calde regioni temperate possono riuscire ad avvolgersi a quest'ultimo grado di grossezza; giacchè vengo a sapere dal dottore Hooker che a Kew il *Ruscus androgynus* è salito per una colonna del diametro di 9 pollici; e benchè una *Wistaria* da me allevata in un piccolo vaso tentasse inutilmente per settimane di girare intorno un palo grosso da 5 a 6 pollici, pure a Kew una pianta ascese un tronco del diametro di oltre 6 pollici. Le piante volubili tropicali d'altronde possono ascendere alberi più grossi; i dott. Thomson e Hooker mi fanno noto che ciò avviene nella *Butea parviflora*, una delle *Menispermaceae* e in alcune *Dalbergia* ed altre *Leguminosae* <sup>(xx)</sup>. Questa facoltà sarebbe necessaria per ogni specie, che dovesse salire, avviticchiandosi, i grandi alberi di una foresta tropicale; altrimenti essa potrebbe difficilmente arrivare alla luce. Nei nostri paesi

temperati sarebbe dannoso alle piante volubili, che muoiono ogni anno, se potessero avviticchiarsi a tronchi d'alberi, giacchè in una sola stagione non potrebbero divenire abbastanza alte da raggiungere la cima ed arrivare alla luce.

Con quali mezzi certe piante volubili siano atte a salire soltanto per steli sottili, mentre altre possono avviticchiarsi intorno a steli più grossi, no'l so. Mi parve probabile che le piante volubili a germogli molto lunghi rivolgentisi potessero ascendere pei loro sostegni; per conseguenza posi la *Ceropegia Gardnerii* presso un palo di 6 pollici di diametro, ma i germogli non riuscirono punto ad avvolgersi; la loro grande lunghezza e forza di movimento lo aiutarono a trovare uno stelo lontano a cui avviticchiarsi. Lo *Sphaerostemma marmoratum* è una vigorosa pianta volubile tropicale; ma siccome si gira molto adagio, credetti che quest'ultima circostanza la aiutasse a salire per un sostegno grosso; ma benchè fosse capace di avvolgersi ad un palo di 6 pollici, non lo potè fare che sul livello o piano e non formò una spira per ascendere.

Differendo molto le felci nella struttura delle piante fanerogame, merita essere qui dimostrato che le felci volubili non diversificano nelle loro abitudini dalle altre piante volubili. Nel *Lygodium articulatum*, i due internodi dello stelo (propriamente la *rachide*), che sono prima formati al disopra del rizoma, non si muovono; il terzo dal suolo si gira, ma dapprima molto lentamente. Questa specie si gira adagio; ma il *Lygodium scandens* fece cinque rivoluzioni, ognuna colla velocità media di 5 ore e 45 minuti; e questa rappresenta abbastanza bene la velocità solita, prendendo fra le fanerogame quelle che si muovono rapidamente e lentamente. La velocità era accelerata dall'innalzamento della temperatura. Ad ogni stadio d'aggrandimento non si giravano che i due internodi superiori. Una linea tirata lungo la superficie convessa d'un internodio in rivoluzione diviene prima laterale, poi concava, poi laterale e finalmente di bel nuovo convessa. Nè gli internodi nè i pezioli sono irritabili, quando vengono soffregati. Il movimento ha luogo nella direzione solita, cioè, oppostamente al corso del sole; e quando lo stelo s'attortiglia ad un bastone sottile, esso si torce sul suo proprio asse nella direzione medesima. Dopochè i giovani internodi si sono avvolti a4 un bastone, il loro aggrandimento continuato, li fa sdrucchiolare un po' in su. Se il bastone viene tosto levato, si drizzano e incominciano a girare. Le estremità dei germogli pendenti si volgono all'insù e s'avviticchiano su se stessi. In tutti questi riguardi abbiamo una identità completa colle piante fanerogame volubili; e l'enumerazione precedente può servire come un sommario delle principali caratteristiche di tutte le piante volubili.

La facoltà di girare dipende dalla salute generale e dal vigore della pianta, come si è sforzato di dimostrare il Palm. Ma il movimento d'ogni internodio separato è sì indipendente dagli altri, che il troncarne uno superiore non molesta le rivoluzioni d'un inferiore. Quando però Dutrochet troncò due germogli interi di luppolo e li pose nell'acqua, il movimento fu ritardato assai; poichè uno si girò in 20 ore e l'altro in 23, laddove avrebbero dovuto rivolgersi in un tempo da 2 ore a 2 ore e 30 minuti. Dei germogli di fagiuolo, troncati e messi nell'acqua, furono similmente ritardati, ma in minor grado. Io ho osservato ripetutamente che il trasportare una pianta dalla serra alla mia stanza, o da una parte all'altra della serra, arrestava sempre il movimento per qualche tempo; quindi concludo che le piante allo stato di natura e crescenti in luoghi esposti, non farebbero le loro rivoluzioni durante tempo molto burrascoso. Un abbassamento di temperatura cagionò sempre un ritardo considerevole nella velocità della rivoluzione; ma Dutrochet (tom. xvii, p. 994, 996) ha dato osservazioni sì precise a questo riguardo sul pisello comune, che non m'occorre dir di più. Quando le piante volubili sono poste presso la finestra d'una stanza, la luce ha in alcuni casi una forza notevole (come fu anello osservato da Dutrochet, p. 998, sul pisello) sul movimento di rivoluzione; ma questo differisce di grado in piante differenti; così l'*Ipomaea jucunda* fece un circolo completo in 5 ore e 30 minuti; pel semicircolo all'ombra occupò 4 ore e 30 minuti, e per quello alla luce soltanto un'ora. La *Lonicera brachypoda* si girò, in direzione inversa all'*Ipomaea*, in 8 ore; pel semicircolo all'ombra impiegò 5 ore e 23 min., e per quello alla luce solamente 2 ore e 37 minuti. Dalla velocità di rivoluzione in tutte le piante da me osservate, essendo essa quasi la stessa di notte e di giorno, argomento che l'azione della luce è limitata al ritardare un semicircolo ed accelerare l'altro, in modo da non alterare molto la velocità dell'intera rivoluzione. Questa azione della luce è notevole, quando riflettiamo quanto poco le foglie sono sviluppate sui giovani e sottili internodi in rivoluzione. Essa è tanto più rimarchevole, dacchè i botanici credono (Mohl, p. 119) che le piante volubili non siano che poco sensibili all'azione della luce.

Conchiuderò la mia relazione sulle piante volubili col riferire alcuni casi variati e curiosi. Nella più parte delle piante volubili i rami, per quanti siano, continuano a girare insieme; ma, secondo Mohl (p. 4), soltanto i rami laterali del *Tamus elephantipes* s'avviticchiano, e non lo stelo principale. D'altro canto, in una specie rampicante d'*Asparagus* soltanto il germoglio principale, e non i rami, si girò ed avviticchiò; ma si dovrebbe riferire che la pianta noi cresceva vigorosamente. Le mie piante di *Combretum argenteum* e *C. purpureum* fecero buon numero di corti germogli sani; ma non mostrarono segni di rivoluzione ed io non potevo capire come queste piante potevano essere rampicanti: ma alla fine il *Combretum argenteum* emise dalla parte inferiore d'uno dei suoi rami principali un germoglio sottile, lungo 5 o 6 piedi, differente assai nell'aspetto dai germogli precedenti, in causa delle sue foglie poco sviluppate, e questo germoglio si girò vigorosamente e s'avviticchiò. Sicchè questa pianta produce germogli di due specie. Nella *Periploca graeca* (Palm, p. 43) s'avviticchiano soltanto i germogli superiori. Il *Polygonum Convolvulus* s'avviticchia solamente durante il mezzo dell'estate (Palm, p. 43, 94); e le piante che crescono vigorosamente nell'autunno non mostrano nessuna inclinazione a rampicarsi. La maggior parte delle *Asclepiadaceae* sono volubili; ma l'*Asclepias nigra* soltanto *in fertiliori solo incipit scandere sub volubili caule* (Willdenow cit., e confermato da Palm, p. 41). L'*Asclepias Vincetoxicum* non si avviticchia regolarmente, ma lo fa talvolta (Palm, p. 42; Mohl, p. 112) quando cresce in certe condizioni. Così pure avviene di due specie di *Ceropegia*, come vengo a sapere dal prof. Harvey, giacchè queste piante nel loro secco paese natio dell'Africa meridionale crescono generalmente erette all'altezza da 6 pollici a 2 piedi, - pochissimi individui più alti mostrano dell'inclinazione a curvarsi; ma quando furono coltivati presso Dublino, essi s'avviticchiarono regolarmente intorno a bastoni alti 5 o 6 piedi. La maggior parte delle *Convolvulaceae* sono piante volubili eccellenti; ma nell'Africa meridionale l'*Ipomaea argyracoides* cresce quasi sempre eretta e compatta, all'altezza di circa 12 a 18 pollici, ed un solo individuo nella collezione del prof. Harvey, mostra una disposizione evidente ad attortigliarsi. D'altronde pianticelle coltivate presso Dublino s'avviticchiarono a bastoni alti circa 8 piedi. Questi fatti sono notevoli; perchè si può difficilmente dubitare che nelle provincie più secche dell'Africa meridionale queste piante si siano propagate per migliaia di generazioni in condizione eretta; e tuttavia esse hanno conservato durante quest'intero periodo la facoltà innata di girarsi spontaneamente ed avviticchiarsi ogniquale volta i loro germogli s'allungano in opportune condizioni di vita. La maggior parte delle specie di *Phaseolus* sono volubili; ma certe varietà dei *Phaseolus multiflorus* producono (Léon, p. 681) due specie di germogli; alcuni diritti e grossi, altri sottili e volubili. Ho veduto sorprendenti esempi di quel curioso caso di variabilità nella razza di fagioli detta *Fulmer's dwarf forcing-bean*, che produceva talvolta un solo germoglio lungo e volubile.

Il *Solanum Dulcamara* è una delle più deboli e povere piante volubili; lo si può spesso veder crescere come un arbusto diritto, e quando cresce in mezzo di una macchia, s'arrampica semplicemente fra i rami senz'avviticchiarsi, ma quando, secondo Dutrochet (tom. XIX, p. 299), esso cresce presso un sostegno sottile e flessibile, quale sarebbe lo stelo di un'ortica, esso vi s'avviticchia. Io collocai dei bastoni intorno a parecchie piante e degli spaghi tesi verticalmente presso altre, e solamente gli spaghi furono ascisi mediante attortigliamento. Lo stelo s'avviticchia indifferentemente a destra o a sinistra. Alcune altre specie di *Solanum*, e d'un altro genere, cioè l'*Habrothamnus*, appartenente alla stessa famiglia, sono descritte nelle opere d'orticoltura come piante volubili, ma sembra che esse possedano questa facoltà in grado assai debole. Possiamo sospettare che le specie di questi due generi abbiano acquistato fino ad ora soltanto in parte l'abitudine d'avviticchiarsi. D'altro canto possiamo supporre che nella *Tecoma radicans*, membro d'una famiglia che abbonda di piante volubili ed a viticci, ma che s'arrampica, come l'edera, mediante radichette, sia andata perduta una primitiva abitudine di avviticchiarsi, giacchè lo stelo offriva leggieri movimenti, che si potrebbero attribuire difficilmente a mutamenti nell'azione della luce. Non v'è difficoltà a capire come una pianta che s'avviticchia a spira potrebbe tramutarsi in una semplice pianta che s'arrampica mediante radici; giacchè i giovani internodi della *Bignonia Tweedyana* e dell'*Hoya carnosa* si girano ed avviticchiano, ma emettono parimenti delle radichette, che s'attaccano ad ogni superficie opportuna; sicchè la perdita delle facoltà d'avviticchiarsi non sarebbe un grande danno, e sarebbe, in alcuni riguardi, un vantaggio a questo specie, poichè allora salirebbero per i loro sostegni in linea più diretta <sup>(xxi)</sup>.

## CAPITOLO II.

### PIANTE ARRAMPICANTISI MEDIANTE FOGLIE

Piante che s'arrampicano per mezzo di rivoluzione spontanea e di pezioli sensitivi.- *Clematis*. - *Tropaeolum*. - *Maurandia*, peduncoli dei fiori moventisi spontaneamente o sensibili ad un tocco.- *Rhodochiton*. - *Lophospermum*, internodi sensibili. - *Solanum*, ingrossamento dei pezioli abbracciati.- *Fumaria*.- *Adlumia*.- Piante che s'arrampicano per mezzo delle loro coste mediane prolungate.- *Gloriosa*. - *Flagellaria*. - *Nepenthes*.- Sommario sulle piante arrampicantisi mediante foglie.

Veniamo ora alla nostra seconda classe di piante arrampicanti, cioè quelle che salgono mediante organi irritabili o sensitivi. Per comodità, le piante in questa classe sono state aggruppate in due suddivisioni, cioè piante che si arrampicano mediante le foglie, o che conservano le loro foglie in uno stato funzionale, e piante a viticci. Ma queste suddivisioni confluiscono insieme, come vedremo parlando della *Corydalis* e della *Gloriosa*.

È stato osservato da lungo tempo che parecchie piante s'arrampicano mediante le loro foglie, o coi loro pezioli (gambi) o colle loro coste mediane prolungate; ma esse non vennero del resto più oltre descritte. Palm e Mohl classificano queste piante con quelle che portano viticci; ma essendo generalmente una foglia un oggetto definito, la classificazione presente, benchè artificiale, ha almeno alcuni vantaggi. Le piante rampicantisi mediante foglie, sono inoltre intermedie in molti riguardi fra le volubili e quelle a viticci. Otto specie di *Clematis* e sette di *Tropaeolum* furono osservate per vedere qual grado di diversità esisteva nel modo di arrampicarsi nello stesso genere; e le differenze sono considerevoli.

CLEMATIS. - *C. glandulosa*. - I sottili internodi superiori si girano, movendosi contro il corso del sole, precisamente come quelli d'una vera pianta volubile, con una velocità media, giudicando da tre rivoluzioni, di 3 ore e 48 minuti. Il germoglio principale s'avvicinò immediatamente ad un bastone posto presso ad esso; ma, dopo aver fatto una spira aperta d'un giro e mezzo soltanto, salì diritto per un breve spazio e poi invertì il suo corso e fece due giri in direzione contraria. Ciò fu reso possibile dal pezzo diritto tra le spire opposte, il quale era divenuto rigido. Le foglie semplici, larghe ed ovali di questa specie tropica, coi loro pezioli grossi e corti, sembrano male acconci per qualsiasi movimento; e per l'avvicinamento su per un bastone verticale non vengono punto adoperate. Tuttavia, se il gambo d'una foglia giovane viene strofinato con una sottile bacchetta alcune volte da qualche parte, nel corso di alcune ore si piegherà da quel lato; di poi si rizzerà di nuovo. Sembrò che la parte inferiore fosse la più sensitiva; ma la sensitività od irritabilità è leggiera confrontata con quella che troveremo in alcuna delle specie seguenti; così un cappietto di spago, del peso di grani 1,64 (milligrammi 106,2) e pendente per alcuni giorni da un gambo giovane, produsse un effetto appena percettibile. È qui riportato uno schizzo di due giovani foglie che avevano afferrato naturalmente due rami sottili. Una bacchetta forcuta posta in modo da premere leggermente sulla parte inferiore d'un giovane gambo, lo fece piegare assai e da ultimo in grado tale che la foglia passò al lato opposto dello stelo; essendosi levato il bastone forcuto, la foglia ricuperò lentamente la sua posizione primitiva.

Le foglie giovani cambiano spontaneamente e gradatamente la loro posizione; quando sono dapprima sviluppate, i pezioli sono rivolti all'insù e paralleli allo stelo; essi si piegano poi all'ingiù, restando per breve tempo ad angoli retti allo stelo, e poi diventano tanto arcuate all'ingiù che la lamina della foglia guarda il suolo colla sua cima arricciata all'interno, sicchè l'intero peziolo e la foglia formano insieme un uncino. Essi possono afferrare così qualunque bacchetta con cui venissero in contatto mediante il movimento di rivoluzione degl'internodi. Se ciò non ha luogo, conservano la loro forma ad uncino per un tempo notevole, e poi piegandosi all'insù, riprendono la loro posizione originale volta all'alto, la quale è di poi sempre mantenuta. I pezioli che hanno

afferrato alcun oggetto, s'ingrossano tosto assai e si fortificano, come si può vedere nel disegno (fig. 1).

*Clematis montana*. - I pezioli lunghi e sottili delle foglie, da giovani, sono sensibili, e quando vengono leggermente strofinati si piegano dal lato strofinato, divenendo in seguito diritti. Essi sono molto più sensibili dei pezioli della *C. glandulosa*; giacchè un laccetto di filo del peso d'un quarto di grano (milligrammi 16,2) li fece piegare; un altro del peso di un ottavo di grano soltanto (milligrammi 8,1) ora agì ed ora no. La sensitività si stende dalla lamina della foglia allo stelo. Posso qui riferire d'aver determinato in tutti i casi i pesi dello spago e del filo adoperati, pesandone diligentemente 50 pollici in una bilancia chimica e poi tagliandone lunghezze misurate. Il peziolo principale porta tre foglioline; ma i loro corti pezioletti non sono sensibili. Un giovane germoglio inclinato (mentre la pianta era nella serra) fece un gran circolo opposto al corso del sole in 4 ore e 20 minuti, ma il dì seguente, che era freddissimo, impiegò 5 ore e 10 minuti. Un bastone posto presso uno stelo in rivoluzione, fu presto toccato dai pezioli che stanno ad angolo retto, ed il movimento di rivoluzione fu così arrestato. I pezioli allora, essendo eccitati dal contatto, cominciarono ad attorcersi lentamente intorno al bastone. Quando il bastone era sottile, un peziolo s'attorceva talora due volte intorno ad esso. La foglia opposta non fu attaccata punto. L'attitudine presa dallo stelo, dopo che il peziolo aveva afferrato il bastone, era quella d'un uomo in piedi presso una colonna, il quale gettasse il suo braccio orizzontalmente intorno ad essa. Rispetto alla facoltà d'avvicinarsi dello stelo, saranno fatte alcune osservazioni, quando si tratterà della *C. calycina*.

*Clematis Sieboldi*. - Un germoglio fece tre rivoluzioni contro il sole con una velocità media di 3 ore ed 11 minuti. La forza d'avvicchiamento è pari a quella dell'ultima specie. Le sue foglie sono quasi simili in istruttura ed in funzione tranne che i pezioletti delle foglioline laterali e terminali sono sensitive. Un laccetto di filo, del peso d'un ottavo di grano, agì sul peziolo principale, ma non prima che fossero scorsi due o tre giorni. Le foglie hanno l'abitudine notevole di girarsi spontaneamente, generalmente in ellissi verticali, nel modo stesso che sarà descritto parlando della *C. microphylla*, ma in minor grado.

*Clematis calycina*. - I giovani germogli sono sottili e flessibili; uno si girò, descrivendo un largo ovale, in 5 ore e 30 minuti, ed un altro in 6 ore e 12 minuti. Essi seguirono il corso del sole; ma se si avesse osservato abbastanza a lungo, si sarebbe probabilmente trovato che il corso varia in questa specie, nonchè in tutte le altre del genere. Essa è una pianta volubile piuttosto migliore delle due ultime specie: lo stelo fece talvolta due giri spirali intorno ad un bastone sottile, se questo era libero da ramicelli; esso poi corse su diritto per un certo spazio, ed invertendo il suo corso fece uno o due giri in direzione opposta. Quest'inversione della spira ebbe luogo in tutte le specie precedenti. Le foglie sono sì piccole, confrontate con quelle della maggior parte delle altre specie, che i pezioli sembrano dapprima male acconci per abbracciare. Nondimeno il principale servizio del movimento di rivoluzione è di portarli in contatto con oggetti circostanti, che vengono afferrati adagio, ma sicuramente. I giovani pezioli, che soltanto sono sensitivi, hanno le loro estremità chinate un poco all'ingiù, in modo da essere in legger grado uncinati; da ultimo, l'intera foglia, se non afferra nulla, diventa orizzontale. Io strofinai delicatamente con una bacchetta sottile le superficie inferiori di due giovani pezioli; ed in 2 ore e 30 minuti essi erano leggermente curvati ingiù; in 5 ore, dopo essere stati strofinati, l'estremità d'uno era piegata completamente indietro, parallelamente alla porzione basale; dipoi in 4 ore divenne nuovamente quasi diritta. A mostrare quanto sensibili sono i pezioli, posso ricordare d'aver appena toccato le faccie inferiori di due con un po' d'acquerella, che, quando disseccò, formò una crosta eccessivamente sottile e minuta; ma ciò bastò a farli piegare ambedue all'ingiù in 24 ore. Quando la pianta è giovane, ogni foglia consiste di tre foglioline divise, che hanno appena pezioli distinti, e questi non sono sensibili; ma quando la pianta è bene sviluppata, i pezioli delle due foglioline laterali e terminali sono di lunghezza considerevole e divengono sensibili tanto da essere capaci di afferrare un oggetto in qualunque direzione.

Quando un peziolo ha afferrato una bacchetta, subisce dei mutamenti notevoli, che si possono osservare nelle altre specie, ma in modo meno fortemente marcato, e che verranno descritti qui una volta per tutte. Il peziolo che afferra, nel corso di due o tre giorni si gonfia assai, e finalmente diventa grosso quasi due volte l'opposto peziolo che non ha nulla abbracciato. Quando si pongono sotto al microscopio sottili fette trasverse d'ambidue, la loro differenza è evidentissima; la faccia del peziolo, che è stata in contatto col sostegno, è formata d'uno strato di cellule incolore coi loro assi

più lunghi diretti dal centro, e queste sono moltissimo più grandi delle cellule corrispondenti nel peziolo opposto od inalterato; anche le cellule centrali sono fino ad un certo grado ingrandite ed il tutto è molto indurato. La superficie esterna diventa in generale d'un rosso brillante. Ma un mutamento di gran lunga maggiore di quello che è visibile, ha luogo nella natura dei tessuti; il peziolo della foglia che non sta abbracciato è flessibile e può venir infranto facilmente, mentre quello abbracciato acquista un grado straordinario di tenacità e rigidità, sicché è necessaria una forza considerevole per farlo in pezzi. Con questo mutamento viene acquistata probabilmente grande durezza; ciò avviene almeno nei pezioli abbracciati della *Clematis Vitalba*. Il significato di questi cambiamenti è ovvio; i pezioli, cioè, possono così sostenere saldamente e durevolmente lo stelo.

*Clematis microphylla*, varietà *leptophylla*. - I lunghi e sottili internodi di questa specie dell'Australia si girano talvolta in una direzione e talvolta nell'opposta, descrivendo delle ellissi lunghe, strette, irregolari o dei grandi cerchi. Quattro rivoluzioni furono compiute con una velocità media di un'ora e 51 minuti, colla differenza di cinque minuti; sicché questa specie si muove più rapidamente delle altre del genere. I germogli posti presso un bastone verticale, o si avviticchiarono o l'afferrarono colle parti basali dei loro pezioli. Le foglie giovani sono quasi della stessa forma di quelle della *C. Viticola*, e agiscono nel modo stesso come un uncino, come si descriverà parlando di quella specie. Ma le foglioline sono più divise, ed ogni segmento, quando è giovane, termina in una punta alquanto dura, che è molto curvata in giù ed internamente; sicché l'intera foglia s'impadronisce prontamente di qualunque oggetto vicino. I pezioli delle giovani foglioline terminali subiscono l'influenza di laccetti di filo del peso di 1/8 e persino di 1/16 di grano. La porzione basale del peziolo principale è molto meno sensibile, ma afferrerà un bastone contro cui è compressa.

Le foglie, quando sono giovani, sono in un lento movimento continuo e spontaneo. Una campana di vetro fu messa sopra un germoglio assicurato ad un bastone ed i movimenti delle foglie furono tracciati su di esso durante parecchi giorni. In generale era formata una linea molto irregolare; ma un giorno, nel corso di otto ore e tre quarti, la figura rappresentava chiaramente tre ellissi e mezza irregolari, di cui la più perfetta fu compiuta in 2 ore e 35 minuti. Le due foglie opposte si muovevano indipendentemente l'una dall'altra. Questo movimento delle foglie aiuterebbe quello degli internodi nel portare i pezioli in contatto con oggetti circostanti. Scopersi questo movimento troppo tardi per poterlo osservare nelle altre specie; ma dall'analogia posso appena dubitare che almeno le foglie di *C. Viticella*, *C. Flammula* e *C. Vitalba* non si muovono spontaneamente; e giudicando dalla *C. Sieboldi*, ciò ha luogo probabilmente nella *C. montana* e *C. calycina*. M'accertai che le semplici foglie della *C. glandulosa* non offrivano alcun movimento spontaneo di rivoluzione.

*Clematis Viticella*, varietà *venosa*. - In questa e nelle due specie seguenti la facoltà di avviticchiarsi spiralmemente è affatto perduta, e ciò sembra essere la conseguenza della diminuita flessibilità degli internodi e dell'impedimento cagionato dalle maggiori dimensioni delle foglie. Ma il movimento di rivoluzione, benché ristretto, non è perduto. Nella nostra specie presente un internodio giovane, posto in fronte d'una finestra, fece tre strette ellissi, trasversalmente alla direzione della luce, con una velocità media di 2 ore e 40 minuti. Quando fu posta in modo che i movimenti procedessero verso la luce in direzione opposta, la velocità fu di molto accelerata in una metà del corso e ritardata nell'altra, al pari delle piante volubili. Le ellissi erano piccole; il diametro più lungo, descritto dall'apice d'un germoglio che portava un paio di foglie non tese, fu soltanto di pollici  $4 \frac{5}{8}$  e quello fatto dall'apice del penultimo internodio soltanto di pollici  $1 \frac{1}{8}$ . Nel più favorevole periodo d'aggrandimento, ogni foglia veniva difficilmente portata in qua e in là più di due e tre pollici dal movimento degli internodi, ma, come fu riferito sopra, è probabile che le foglie stesse si muovano spontaneamente. Il movimento dell'intero germoglio per opera del vento e del suo rapido sviluppo sarebbe probabilmente quasi altrettanto efficace che questi movimenti spontanei, portando i pezioli in contatto con oggetti circostanti.

Le foglie sono di dimensioni grandi. Ognuna porta tre paia di foglioline laterali ed una terminale, tutte sostenute da pezioletti piuttosto lunghi. Il peziolo principale si piega un po' angolarmente in giù ad ogni punto ove sorge un paio di foglioline (vedi fig. 2), ed il pezioletto della fogliolina terminale è piegato in giù ad angolo retto; quindi l'intero peziolo, colla sua estremità piegata rettangolarmente, agisce come un uncino. Quest'uncino, essendo i pezioli laterali diretti un



poco all'insù, forma un eccellente apparato da afferrare, mediante il quale le foglie si avvinghiano prontamente ad oggetti circostanti. Se esse non pigliano nulla, l'intero peziolo cresce da ultimo diritto. Il peziolo principale, i pezioletti e i tre rami, in cui si suddivide generalmente ogni sub-peziolo basale-laterale, sono tutti sensitivi. La porzione basale del peziolo principale, fra la stelo ed il primo paio di foglioline, è meno sensitiva del resto; afferrerà tuttavia un bastone, con cui è lasciato in contatto. La superficie inferiore della porzione terminale piegata rettangolarmente (la quale porta la fogliolina terminale) che forma la parte interna dell'estremità dell'uncino, e la parte più sensitiva; e questa parte è evidentemente la meglio adattata a prendere un sostegno distante. Per mostrare la differenza di sensibilità, posi pian piano dei laccetti di spago dello stesso peso (in un caso del peso soltanto di 0,82 di grano o milligrammi 53,14) sui vari pezioletti laterali e su quello terminale; in alcune ore l'ultimo era piegato, ma dopo 24 ore non era prodotto nessun effetto sugli altri pezioletti. Inoltre un pezioletto terminale posto in contatto con un bastone sottile divenne sensibilmente curvo in 45 minuti ed in un'ora e 10 minuti percorse novanta gradi; mentre un pezioletto laterale non di venne curvato sensibilmente prima che fossero scorse 3 ore e 30 minuti. In tutti i casi se si tolgono via i bastoni, i pezioli continuano a muoversi per molti giorni dopo, così pure fanno dopo un leggiero strofinamento; ma si drizzano di nuovo dopo un intervallo di circa un giorno, cioè se la flessione non è stata molto grande o lungamente continuata.

La differenza graduata nell'estensione della sensibilità nei pezioli della specie su descritta merita nota. Nella *C. montana* essa è limitata al peziolo principale e non si estende ai pezioletti delle tre foglioline; così è con giovani piante di *C. calycina*, ma in piante più vecchie si stende ai tre pezioletti. Nella *C. Viticella* la sensitività si stende ai pezioli delle sette foglioline ed alle suddivisioni dei pezioletti basali-laterali. Ma in quest'ultima specie essa diminuisce nella parte basale del peziolo principale, in cui soltanto risiedeva nella *C. montana*; mentre aumenta nella porzione terminale bruscamente piegata.

*Clematis Flammula*. - I germogli piuttosto grossi, diritti e rigidi, quando crescono vigorosamente nella primavera, fanno piccole rivoluzioni ovali, seguendo il sole nel loro corso. Quattro ne furono fatte con una velocità media di 3 ore e 45 minuti. L'asse più lungo dell'ovale, descritto dal vertice estremo, era diretto ad angolo retto alla linea di congiunzione fra le foglie opposte; la sua lunghezza era in un caso solamente pollici  $1 \frac{3}{8}$  ed in un altro  $1 \frac{6}{8}$ ; sicchè le giovani foglie erano mosse per una brevissima distanza. I germogli della stessa pianta, osservati nel mezzo dell'estate, quando non crescevano sì rapidamente, non si giravano punto. Tagliai un'altra pianta sul principio dell'estate, sicchè per il primo d'agosto avea formato germogli nuovi e mediocrementemente vigorosi; questi, osservati sotto una campana di vetro, erano alcuni giorni affatto stazionari ed altri giorni si muovevano in qua ed in là per circa un ottavo di pollice soltanto. Per conseguenza la forza di rivoluzione è molto indebolita in questa specie, e in circostanze sfavorevoli è completamente perduta. Il germoglio per venir in contatto con oggetti circostanti deve dipendere dal movimento probabilmente, ma non di certo spontaneo delle foglie, dal rapido aggrandimento e dal movimento prodotto dal vento. Quindi gli è forse per ciò che i pezioli hanno acquistato un alto grado di sensitività come un compenso per la piccola forza di movimento dei germogli.

I pezioli sono piegati all'ingiù, ed hanno la stessa forma generale ad uncino come nella *C. Viticella*. Il peziolo medio ed i pezioletti laterali sono sensibili, specialmente la porzione terminale molto piegata. Essendo qui la sensibilità maggiore che in qualunque altra specie del genere da me osservata, ed essendo essa notevole per se stessa, ne darò qui più minuziosi dettagli. I pezioli, quando sono sì giovani che non si sono separati uno dall'altro, non sono sensitivi; quando la lamina d'una fogliolina ha raggiunto la lunghezza di un quarto di pollice (cioè circa un sesto della sua piena grandezza), la sensitività è al colmo; ma a quest'epoca i pezioli sono molto più pienamente sviluppati delle lamine delle foglie. I pezioli completamente sviluppati non sono punto sensitivi. Un bastone sottile posto in modo da premere leggermente contro un peziolo, che avea una fogliolina lunga un quarto di pollice, fece piegare il peziolo in 3 ore e 15 minuti. In un altro caso un peziolo s'arricciò completamente intorno ad un bastone in 12 ore. Questi pezioli furono lasciati arricciati per 24 ore, ed i bastoni vennero poscia levati; ma quelli non si drizzarono più. Presi una bacchetta più sottile dello stesso peziolo, e con essa soffregai leggermente parecchi pezioli quattro volte su e giù; essi si arricciarono leggermente in un'ora e 55 minuti; la curvatura aumentò per alcune ore e poi cominciò a diminuire, ma dopo 25 ore dal tempo del soffregamento rimaneva una traccia di

curvatura. Alcuni altri pezioli soffregati parimente due volte, cioè una su ed una giù, s'incurvarono percettibilmente in circa 2 ore e 30 min., muovendosi il pezioletto terminale più dei laterali; essi si drizzarono tutti di bel nuovo in 12 o 14 ore. Finalmente un tratto, lungo circa un ottavo di pollice, d'un pezioletto, fu soffregato leggermente colla stessa bacchetta una volta soltanto; esso s'incurvò leggermente in 3 ore, restò così per undici ore, ma il mattino seguente era affatto diritto.

Le osservazioni seguenti sono più precise. Dopo aver provato pezzi più pesanti di spago e filo, posi un laccetto di spago fino del peso di grani 1,34 (milligr. 67,4) sopra un pezioletto terminale: in 6 ore e 40 minuti si potè vedere una curvatura; in 24 ore il peziolo formava un anello aperto intorno allo spago; in 48 ore l'anello era quasi chiuso sullo spago, ed in 72 ore lo teneva sì saldamente, che fu necessaria un po' di forza per ritirarnelo. Un laccetto del peso di 0,52 di grano (milligr. 33,7) fece curvare appena percettibilmente in 14 ore un pezioletto laterale, ed in 24 ore percorse 90 gradi. Queste osservazioni furono fatte durante l'estate: le seguenti furono fatte in primavera, quando i pezioli sono evidentemente più sensibili: - Un laccetto di filo, del peso d'un ottavo di grano (milligr. 8,1) non produsse nessun effetto sui pezioletti laterali, ma posto sopra uno terminale, lo fece curvare mediocrementemente dopo 24 ore; la curvatura, benchè il laccetto restasse sospeso, era diminuita dopo 48 ore, ma non scomparve mai, dimostrando che il peziolo s'era in parte abituato allo stimolo insufficiente. Questo esperimento fu ripetuto due volte con risultato press'a poco uguale. Finalmente sopra un pezioletto terminale (essendo la pianta naturalmente in una stanza tranquilla e chiusa) si pose pian piano due volte mediante una pinzetta un cappietto di filo, del peso d'un sedicesimo di grano soltanto (milligr. 4,05), e questo peso produsse certamente una flessione, che aumentò molto adagio, finchè il peziolo ebbe percorsi novanta gradi; al di là di questi non si mosse; nè il peziolo. rimanendo il laccetto sospeso, si drizzò mai di nuovo perfettamente.

Quando consideriamo, da una parte, la grandezza e rigidità dei pezioli e, dall'altra, la sottigliezza e la mollezza d'un filo di cotone fino, e ciò che è più un peso estremamente piccolo d'un sedicesimo di grano (milligr. 4,05), questi fatti sono notevoli. Ma io ho ragione di credere che anche un peso minore ecciti curvamento, quando preme su d'una superficie più larga di quella su cui agisce un filo. Avendo notato che l'estremità d'uno spago sospeso, che accidentalmente toccava un peziolo, lo faceva piegare, presi due pezzi di filo sottile, lunghi 10 pollici (del peso di grani 1,64), e, legatili ad un bastone, li lasciai pendere quasi tanto perpendicolarmente in giù quanto la loro sottigliezza e forma flessuosa, dopo essere stati tesi, lo permettevano; posi quindi pian piano le loro estremità in modo da posare appena sui due pezioli, e questi si curvarono senz'altro in trentasei ore. Una delle estremità toccava l'angolo fra un pezioletto terminale ed uno laterale, ed in 48 ore essa fu presa tra essi come da una tenaglia. In questi casi la pressione, benchè stesa sopra una superficie più larga di quella toccata dal filo di cotone, deve essere stata eccessivamente leggiera.

*Clematis Vitalba*. - Le piante erano in vasi e non sane, sicchè non oso fidarmi delle mie osservazioni, che indicano molta somiglianza nelle abitudini colla *C. Flammula*. Ricordo questa specie soltanto perchè ho veduto molte prove che i pezioli allo stato di natura sono eccitati al movimento da leggerissima pressione. Per esempio, li ho trovati abbraccianti dei fili d'erba avvizzita, le giovani e molli foglie d'un acero e i peduncoli dei fiori di una *Briza*. Gli ultimi sono sottili quanto i peli della barba d'un uomo, ma furono completamente circondati ed afferrati. I pezioli d'una foglia, tanto giovane che nessuna delle foglioline era spiegata, avevano afferrato in parte una bacchetta. Quelli di quasi tutte le foglie vecchie, quand'anche non sono attaccati a nessun oggetto, sono molto convoluti; ma ciò dipende dall'esser essi, quand'erano giovani, venuti in contatto per parecchie ore con qualche oggetto di poi levato. In veruna delle suddescritte specie, coltivate in vasi e diligentemente osservate, fuvvi alcun piegamento permanente dei pezioli senza lo stimolo del contatto. D'inverno, le lamine delle foglie della *C. Vitalba* cadono; ma i pezioli (come fu osservato da Mohl) restano attaccati ai rami, talvolta per due stagioni; ed essendo convoluti, essi rassomigliano curiosamente a veri viticci, come quelli che possiede il genere affine *Naravelia*. I pezioli che hanno abbracciato qualche oggetto diventano molto più rigidi, duri e puliti di quelli che non riuscirono ad adempiere questa funzione loro propria.

*Tropaeolum*. - Ho osservato *T. tricolor*, *T. azureum*, *T. pentaphyllum*, *T. peregrinum*, *T. elegans*, *T. tuberosum*, ed una varietà nana, come credo, di *T. minus*.

*Tropaeolum tricolor*, varietà *grandiflorum*. - I germogli flessibili che sorgono dapprima dai tuberì, sono sottili come filo fino. Un tal germoglio si girò in direzione contraria al sole, ad una

velocità media, giudicando da tre rivoluzioni, di un'ora e 23 min.; ma senza dubbio la direzione del movimento di rivoluzione è variabile. Quando le piante sono diventate alte e ramificate, tutti i numerosi germogli laterali si girano. Lo stelo, quando è giovane, si attorce regolarmente intorno ad un sottile bastone verticale, ed in un caso contai otto giri spirali nella stessa direzione; ma quando è invecchiato, lo stelo corre spesso dritto su per uno spazio, e, venendo arrestato dai pezioli abbracciati, fa una o due spire in direzione inversa. Finchè la pianta cresce all'altezza di due o tre piedi, richiedendo circa un mese da quando appare sul suolo il primo germoglio, non vengono prodotte vere foglie, ma al loro posto dei filamenti colorati come lo stelo. Le estremità di questi filamenti sono puntute, un po' appiattite e solcate sulla superficie superiore. Essi non si sviluppano mai in foglie. Crescendo la pianta in altezza, si producono nuovi filamenti con cime leggermente aggrandite; poi altri, che portano da ogni lato della sommità media aggrandita un segmento rudimentale d'una foglia, tosto appariscono altri segmenti e finalmente si forma una foglia perfetta, con sette segmenti profondi. Sicchè sulla stessa pianta possiamo vedere ogni passo, da filamenti abbracciati simili a viticci fino a foglie perfette, con pezioli abbracciati. Dopo che la pianta è cresciuta ad altezza considerevole, ed è assicurata al suo sostegno dai pezioli delle foglie vere, i filamenti afferranti sulla parte inferiore dello stelo appassiscono e cadono; sicchè non prestano che un servizio temporaneo.

Questi filamenti o foglie rudimentali, come pure i pezioli delle foglie perfette, quando sono giovani, sono altamente sensitivi ad un tocco da ogni parte. Il più leggero strofinamento li faceva curvare verso il lato strofinato in tre minuti circa, ed uno si piegò ad anello in 6 minuti; dipoi si drizzarono. Quando però hanno una volta completamente abbracciato un bastone, se questo viene levato, essi non si drizzano. Il fatto più notevole è che io non ho osservato in nessun'altra specie del genere, è che i filamenti ed i pezioli delle foglie giovani, se non prendono alcun oggetto, dopo essere stati per alcuni giorni nella loro posizione originale, oscillano per poco spontaneamente e lentamente da parte a parte e si muovono dipoi verso lo stelo e l'abbracciano. Essi divengono spesso, dopo qualche tempo, anche fino ad un certo punto contratti spiralmente. Essi meritano quindi pienamente di essere chiamati viticci, poichè sono usati per arrampicarsi, sono sensitivi ad un tocco, si muovono spontaneamente, e finalmente si contraggono, benchè imperfettamente, a spira. La specie presente sarebbe stata classificata fra le piante a viticci, se questi caratteri non fossero stati limitati alla prima giovinezza. Nella maturità essa è una vera specie arrampicante mediante le foglie.

*Tropaeolum azureum*. - Un internodio superiore fece quattro rivoluzioni, seguendo il sole, con una velocità media di un'ora e 47 minuti. Lo stelo s'attorse spiralmente ad un sostegno nello stesso modo irregolare come l'ultima specie. Non esistono foglie rudimentali o filamenti. I pezioli delle foglie giovani sono molto sensibili: un solo strofinamento leggero con una bacchetta ne fece muovere uno percettibilmente in 5 minuti ed un altro in 6 minuti. Il primo si piegò ad angolo retto in 15 minuti e si drizzò nuovamente in 5 a 6 ore. Un laccetto di filo del peso di un ottavo di grano fece curvare un altro peziolo.

*Tropaeolum pentaphyllum*. - Questa specie non ha la facoltà d'attorcersi spiralmente, il che sembra dipendere non tanto dalla mancanza di flessibilità nello stelo, quanto dal continuo ostacolo dei pezioli afferranti. Un internodio superiore fece tre rivoluzioni, seguendo il sole, ad una velocità media di un'ora e 46 min. Lo scopo principale del movimento di rivoluzione in tutte le specie di *Tropaeolum* è evidentemente di portare i pezioli in contatto con qualche oggetto di sostegno. Il peziolo d'una foglia giovane, dopo un leggero strofinamento, si curvò in 6 mm.; un altro, in un giorno freddo, in 20 min., ed altri in 8 a 10 min. Il loro curvamento crebbe ordinariamente assai in 15 a 20 min., e si drizzarono nuovamente in 5 a 6 ore, ma in un caso in 3 ore. Quando un peziolo ha bene abbracciato un bastone, non può, coll'allontanamento di questo, drizzarsi. La parte superiore libera d'uno, la base del quale aveva già afferrato un bastone, serbava ancora la facoltà di movimento. Un laccetto di filo del peso di un ottavo di grano fece curvare un peziolo; ma lo stimolo non fu sufficiente (restando il laccetto sospeso) a produrre flessione permanente. Se si pone un laccetto molto più pesante nell'angolo fra il peziolo e lo stelo, esso non produce alcun effetto, laddove abbiamo veduto nella *Clematis montana* che l'angolo fra lo stelo ed il peziolo è sensibile.

*Tropaeolum peregrinum*. - I primi internodi formati d'una pianta giovane non si girano, rassomigliando da questo lato a quelli d'una pianta volubile. In una pianta più vecchia i quattro

internodi superiori fecero tre rivoluzioni irregolari, in direzione contraria al sole, con una velocità media di un'ora e 48 min. È notevole che la velocità media di rivoluzione (presa però soltanto da poche osservazioni) è quasi proprio la stessa in questa e nelle due ultime specie, cioè, un'ora e 47 min., un'ora e 46 min., ed un'ora e 48 min. La specie presente non può attorcersi spiralmemente, il che sembra dovuto principalmente alla rigidità dello stelo. In una pianta molto giovane, che non girava, i pezioli non erano sensitivi. In piante più vecchie i pezioli di foglie affatto giovani e di foglie del diametro di un pollice ed un quarto sono sensibili. Uno strofinamento moderato ne fece curvare una in 10 minuti ed altre in 20 minuti. Esse si drizzarono di nuovo in un tempo da 5 ore e 45 minuti ad 8 ore. Dei pezioli, che sono venuti naturalmente in contatto con un bastone, fanno talvolta due giri intorno ad esso. Dopo aver abbracciato un sostegno, diventano rigidi e duri. Essi sono meno sensibili ad un peso della specie precedente; giacchè cappietti di spago del peso di 0,82 di grano (milligr. 53,14) non produssero verun incurvamento; agì però un laccetto del doppio di questo peso (grani 1,64).

*Tropaeolum elegans*. - Non feci molte osservazioni su questa specie. I corti e rigidi internodi si girano irregolarmente, descrivendo piccole figure ovali. Un ovale fu compiuto in 3 ore. Un peziolo giovane essendo strofinato si curvò leggermente in 17 minuti, e di poi si curvò molto più. Era nuovamente quasi diritto in 8 ore.

*Tropaeolum tuberosum*. - Sopra una pianta alta nove pollici, gl'internodi non si muovevano affatto; ma sopra una pianta più vecchia si muovevano irregolarmente e facevano dei piccoli ovali imperfetti. Questi movimenti si poterono scoprire soltanto quand'erano tracciati sopra una campana di vetro collocata sopra la pianta. Talvolta i germogli stavano fermi per ore; alcuni giorni si muovevano soltanto in una direzione curvilinea, altri giorni essi facevano piccole spire o cerchi irregolari, uno dei quali era compiuto in 4 ore circa. I punti estremi raggianti dall'apice del germoglio erano distanti solamente circa un pollice od uno e mezzo; tuttavia questo leggiero movimento portò i pezioli in contatto con alcune bacchette vicine all'intorno, le quali vennero allora abbracciate. Colla facoltà diminuita di girarsi spontaneamente, confrontata con quella delle specie precedenti, è diminuita altresì la sensitività dei pezioli. Questi, quando vennero strofinati alcune volte, non si curvarono prima che fosse trascorsa una mezz'ora; lo incurvamento aumentò nelle due ore seguenti e poi scemò assai lentamente; sicchè richiesero talvolta 24 ore per drizzarsi di bel nuovo. Le foglie estremamente giovani hanno pezioli attivi; una colla lamina del diametro di 0,15 di pollice soltanto, cioè circa un ventesimo della sua piena grandezza, abbracciò saldamente una bacchetta sottile. Ma possono agire anche foglie cresciute ad un quarto della loro piena grandezza.

*Tropaeolum minus* (?). - Gl'internodi d'una varietà chiamata *Nasturzio nano cremisi* non si girarono, ma si mossero in direzione piuttosto irregolare verso la luce di giorno, e viceversa di notte. I pezioli, quando furono strofinati per bene, non manifestarono facoltà d'incurvamento; nè io potei vedere che essi abbracciassero mai qualche oggetto vicino. Abbiamo veduto in questo genere una gradazione, da specie come il *T. tricolor*, le quali hanno pezioli estremamente sensibili ed internodi che si girano rapidamente e s'avvitichiano spiralmemente intorno ad un sostegno, ad altre specie come il *T. elegans* ed il *T. tuberosum*, i pezioli delle quali sono molto meno sensibili, ed i cui internodi hanno debolissima facoltà di girarsi e non possono attortigliarsi spiralmemente ad un sostegno, fino a quest'ultima specie, che ha interamente perduto o non ha mai acquistato queste facoltà. Dal carattere generale del genere, la perdita della facoltà sembra essere l'alternativa più probabile.

Nella specie presente, nel *T. elegans* e probabilmente in altre, il peduncolo dei fiori, tosto che comincia a gonfiarsi la capsula dei semi, si piega spontaneamente, bruscamente all'ingìù e diventa alquanto convoluto. Se si trova nella sua strada un bastone, esso viene fino ad un certo punto afferrato; ma per quanto ho potuto osservare, questo movimento d'afferramento è indipendente dallo stimolo del contatto.

ANTIRRHINEAE. - In questa tribù (Lindley) delle *Scrophulariaceae*, almeno quattro dei sette generi compresi hanno specie che s'arrampicano mediante foglie.

*Maurandia Barclayana*. - Un germoglio sottile, leggermente arcuato, fece due rivoluzioni, seguendo il sole, ciascuna in 3 ore e 17 min.; il dì antecedente questo stesso germoglio si girava in direzione contraria. I germogli non s'avvitichiano spiralmemente, ma s'arrampicano eccellentemente per mezzo dei loro pezioli giovani e sensibili. Questi pezioli, quando sono soffregati leggermente, si muovono dopo un intervallo di tempo considerevole, e di poi si drizzano di nuovo. Un laccetto di

filo del peso di un ottavo di grano, li faceva piegare.

*Maurandia semperflorens*. - Questa specie, che cresce liberamente, si arrampica esattamente come l'ultima per mezzo dei suoi pezioli sensitivi. Un internodio giovane fece due cerchi, ciascuno in un'ora e 46 minuti; sicchè si muoveva con rapidità quasi doppia di quella dell'ultima specie. Gli internodi non sono punto sensibili, nè ad un tocco, nè ad una pressione. Ricordo ciò perchè essi sono sensitivi in un genere strettamente affine, cioè nel *Lophospermum*. La specie presente è unica in un rispetto. Mohl asserisce (pag. 45) che «i peduncoli dei fiori, come pure i pezioli, si torcono come viticci»; ma egli classifica fra i viticci organi quali i gambi spirali dei fiori della *Vallisneria*. Quest'osservazione ed il fatto che i peduncoli dei fiori sono decisamente flessuosi, mi condussero ad esaminarli accuratamente. Essi non agiscono mai come veri viticci; posi replicatamente dei bastoni sottili in contatto coi peduncoli giovani e vecchi e lasciai crescere nove piante vigorose attraverso una massa intricata di rami; ma in nessun caso si piegarono esse intorno ad alcun oggetto. E difatti nel più alto grado improbabile che ciò dovesse avvenire, poichè essi sono sviluppati generalmente su rami che hanno già saldamente afferrato un sostegno coi pezioli delle loro foglie; e quando sono portati da un ramo libero pendente, non vengono spinti avanti dalla parte terminale dell'internodio, che solo ha facoltà di girare; sicchè soltanto per caso essi potrebbero essere portati in contatto con alcun oggetto vicino. Nondimeno (e questo è il fatto notevole) i peduncoli dei fiori, quando sono giovani, presentano deboli facoltà di girare e sono leggermente sensibili ad un tocco. Avendo scelto alcuni steli che avevano abbracciato saldamente un bastone coi loro pezioli, ed avendo posto un vetro a campana sopra essi, tracciai i movimenti dei giovani peduncoli dei fiori. Il tracciato formava in generale una linea breve ed estremamente irregolare, con piccoli cappii nel suo corso. Un giovane peduncolo lungo un pollice e mezzo fu osservato diligentemente per un giorno intero, ed esso fece quattro ellissi e mezza, strette, verticali, irregolari e corte - ciascuna ad una velocità media di circa 2 ore e 25 minuti. Un peduncolo vicino descrisse nello stesso tempo ellissi simili, ma in minor numero. Avendo la pianta occupato per qualche tempo esattamente la posizione medesima, questi movimenti non si potevano attribuire ad alcun mutamento nell'azione della luce. I peduncoli, abbastanza vecchi perchè siano appena visibili i petali colorati, non si muovono. Riguardo alla irritabilità <sup>(xxii)</sup>, soffregai due giovani peduncoli (lunghi un pollice mezzo) alcune volte molto leggermente con una bacchetta sottile; uno fu soffregato sul lato superiore e l'altro sull'inferiore, ed essi divennero in 4 a 5 ore arcuati distintamente verso questi lati; dipoi si drizzarono in 24 ore. Il dì seguente vennero soffregati sui lati opposti, e s'incurvarono percettibilmente verso questi lati. Due altri peduncoli più giovani (lunghi tre quarti di pollice) vennero leggermente soffregati sui loro lati contigui ed essi divennero tanto curvi l'uno verso l'altro, che gli archi stavano quasi ad angolo retto alla loro direzione primiera; e questo fu il movimento maggiore che io vidi. Dipoi si drizzarono. Altri peduncoli, sì giovani da essere lunghi solamente tre decimi di pollice, si curvavano quando erano soffregati. D'altra parte, peduncoli lunghi oltre un pollice e mezzo richiedevano di essere soffregati due o tre volte, ed allora non si curvavano che appena percettibilmente. Laccetti di filo sospesi ai peduncoli non producevano alcun effetto; laccetti di spago, tuttavia, del peso di grani 0,82 ed 1,64, produssero talvolta un leggero incurvamento; ma essi non furono mai abbracciati strettamente, come lo furono dai pezioli i laccetti di filo di gran lunga più leggeri.

Nelle nove piante vigorose da me osservate, è certo che nè i leggieri movimenti spontanei, nè la leggiera sensibilità dei peduncoli dei fiori aiutarono le piante ad arrampicarsi. Se qualche membro delle *Scrophulariaceae* avesse posseduto dei viticci prodotti dalla modificazione dei peduncoli dei fiori, avrei creduto che questa specie di *Maurandia* avesse forse conservato un vestigio inutile o rudimentale di un'abitudine primitiva; ma questa opinione non può essere sostenuta. Possiamo sospettare che, in conseguenza del principio di correlazione, il potere di movimento sia stato trasferito ai peduncoli dei fiori dai giovani internodi, e la sensibilità dai giovani pezioli. Ma a qualunque causa siano da attribuire queste facoltà, il caso è interessante; giacchè, con un piccolo aumento di forza per elezione naturale, esse avrebbero potuto facilmente divenire tanto utili alla pianta nel rampicarsi, quanto lo sono i peduncoli dei fiori (descritti più avanti) di *Vitis* o di *Cardiospermum*.

*Rhodochiton volubile*. - Un lungo germoglio flessibile percorre un circolo, seguendo il sole, in 5 ore e 30 min.; ed essendo diventato il giorno più caldo, un secondo cerchio fu compiuto in 4 ore e 10 min. I germogli fanno talvolta una spira intera o mezza intorno ad un bastone verticale, essi salgono

poi per un certo tratto diritti, e di poi girano spiralmemente in direzione opposta. I pezioli di foglie molto giovani, sviluppate circa un decimo della loro piena grandezza, sono sommamente sensibili e si piegano verso la parte toccata; ma non si muovono rapidamente. Uno si curvò percettibilmente in un'ora e 10 minuti, dopo essere stato leggermente soffregato, e considerevolmente in 5 ore e 40 min.; alcuni altri si curvarono appena in 5 ore e 30 min., ma distintamente in 6 ore e 30 min. Una curvatura era visibile in un peziolo in un tempo da 4 ore e 30 min. a 5 ore, dopo la sospensione di un piccolo laccetto di spago. Un cappietto di filo sottile di cotone, del peso di un sedicesimo di grano (mill. 4,05), non solo fece piegare lentamente un peziolo, ma fu afferrato da ultimo saldamente, che soltanto con qualche po' di forza si poté ritrarnelo. I pezioli, venuti in contatto con un bastone, fanno od un giro completo, o mezzo intorno ad esso, e da ultimo aumentano molto in grossezza. Essi non possiedono la facoltà di girare spontaneamente.

*Lophospermum scandens*, varietà *purpureum*. - Alcuni internodi lunghi, mediocrementi sottili, fecero quattro rivoluzioni ad una velocità media di tre ore e 15 minuti. La direzione seguita era molto irregolare, cioè, un'ellisse estremamente stretta, un cerchio grande, una spira irregolare ed una linea spezzata, e talvolta l'apice si fermava. I giovani pezioli, portati dal movimento di rivoluzione in contatto con bastoni, li abbracciavano e tosto aumentavano considerevolmente in grossezza. Ma essi non sono proprio sensibili al peso come quelli di *Rhodochiton*, perocchè dei laccetti di filo del peso d'un ottavo di grano non li fecero sempre piegare.

Questa pianta presenta un caso da me non osservato in alcun'altra pianta rampicante mediante foglie o volubile <sup>(xxiii)</sup>, che, cioè, gl'internodi giovani dello stelo sono sensibili ad un tocco. Quando un peziolo di questa specie afferra un bastone, tira contro questo la base dell'internodio, e allora lo stesso internodio si piega verso il bastone, che è preso fra lo stelo ed il peziolo come da un paio di tenaglie. L'internodio dipoi si drizza, tranne la parte in contatto diretto col bastone. Soltanto gli internodi giovani sono sensitivi, o questi lo sono su tutti i lati nella loro lunghezza intera. Io feci quindici prove soffregando leggermente due o tre volte parecchi internodi con una bacchetta sottile; ed in 2 ore circa, ma in un caso in 3 ore, tutti erano piegati; si drizzarono dipoi di bel nuovo in 4 ore circa. Un internodio, che fu soffregato non meno di sei a sette volte, si incurvò appena percettibilmente in 1 ora e 15 minuti, ed in 3 ore l'incurvamento aumentò di molto; si drizzò di nuovo nel corso della notte successiva. Soffregai un giorno alcuni internodi da un lato ed il giorno dopo dal lato opposto ad angolo retto al primo lato; e l'incurvamento era sempre verso la parte soffregata.

Secondo Palm (pag. 63), i pezioli di *Linaria cirrhosa*, e fino ad un certo punto quelli di *L. Elatine*, hanno la facoltà di afferrare un sostegno.

SOLANACEAE - *Solanum jasminoides*. - Alcune delle specie in questo grande genere sono volubili; ma la specie presente è una vera pianta rampicante mediante foglie. Un lungo germoglio quasi diritto faceva quattro rivoluzioni, muovendosi contro al sole, molto regolarmente con una velocità media di 3 ore e 26 min. I germogli tuttavia si fermavano talvolta. Essa è considerata come una pianta da serra; ma quando v'era tenuta, i pezioli occupavano parecchi giorni per apprendersi ad un bastone: nella serra calda un bastone fu investito in 7 ore. Nella serra fredda un peziolo non subì alcuna influenza da un laccetto di spago sospeso per parecchi giorni e del peso di 2 grani e mezzo (milligr. 163); ma nella serra calda uno ne fu fatto curvare da un cappietto del peso di grani 1,64 (milligr. 106,27); e, allontanato lo spago, si drizzò di nuovo. Un altro peziolo non sentì punto l'influenza d'un laccetto del peso di 0,82 di grano solamente (milligr. 53,14). Abbiamo veduto che i pezioli d'alcune altre piante rampicanti mediante foglie subiscono l'influenza d'un tredicesimo di quest'ultimo peso. In questa specie ed in nessuna altra pianta rampicante mediante foglie da me veduta, una foglia pienamente sviluppata ha la facoltà di apprendersi ad un bastone; ma nella serra il movimento era sì straordinariamente lento, che l'azione richiedeva parecchie settimane; ogni settimana successiva era chiaro che il peziolo s'era sempre più curvato, finchè da ultimo abbracciò saldamente il bastone (fig. 3).

Il peziolo flessibile d'una foglia sviluppata per metà o per una quarta parte, il quale abbia afferrato un oggetto per tre o quattro giorni, aumenta molto in grossezza, e dopo parecchie settimane diventa sì meravigliosamente duro e rigido, che può difficilmente essere levato dal suo sostegno. Confrontando una sottile fetta trasversa di un tale peziolo con uno d'una foglia più vecchia, che cresceva immediatamente sotto e che non aveva abbracciato nulla, si trovò il suo diametro

completamente raddoppiato e la sua struttura grandemente mutata. In due altri pezioli similmente confrontati, qui riprodotti (figura 4), l'aumento del diametro non era sì grande. Nella sezione del peziolo allo stato ordinario (A) noi vediamo una fascia semilunare di tessuto cellulare (non bene mostrata nella incisione) differente leggermente nell'aspetto da quella esteriore, e contenente tre gruppi strettamente prossimi di vasi oscuri. Presso la superficie superiore del peziolo, sotto due escrescenze esterne, vi sono altri due piccoli gruppi circolari di vasi. Nella sezione del peziolo (B) che era stato abbracciato per parecchie settimane ad un bastone, le due escrescenze esterne erano diventate molto meno prominenti, e i due gruppi di vasi legnosi sotto quelle erano molto cresciuti di diametro. La fascia semilunare è stata convertita in un anello completo di tessuto molto duro, bianco, legnoso, con linee irradianti dal centro. I tre gruppi di vasi, che, quantunque l'un l'altro vicini, erano prima distinti, sono ora completamente confusi insieme. La parte superiore di quest'anello di vasi legnosi, formato dal prolungamento delle corna della fascia semilunare originale, è più stretta dell'inferiore e un po' meno compatta. Questo peziolo, dopo aver afferrato il bastone, era divenuto effettivamente più grosso dello stelo, da cui sorgeva, e ciò era specialmente cagionato dalla aumentata grossezza dell'anello di legno. Quest'anello presentava tanto nella sezione trasversa che nella longitudinale una struttura strettamente simile a quella dello stelo. È un fatto morfologico singolare che il peziolo debba così acquistare una struttura quasi identica a quella dell'asse; ed è un fatto fisiologico ancora più singolare che un cambiamento sì grande debba essere stato prodotto dal semplice atto d'abbracciare un sostegno <sup>(xxiv)</sup>.

FUMARIACEAE. - *Fumaria officinalis*. - Non si poteva aspettarsi che una pianta sì bassa come questa *Fumaria* fosse una rampicante. Essa s'arrampica mediante i pezioli principali e laterali delle sue foglie composte; e persino la parte terminale molto appiattita del peziolo può afferrare un sostegno. L'ho veduto a ghermire una sostanza sì tenera come una foglia d'erba appassita. I pezioli che hanno abbracciato qualche oggetto diventano da ultimo alquanto più grossi e più cilindrici. Soffregando leggermente parecchi pezioli con una bacchetta, essi s'incurvavano percettibilmente in un'ora e 15 min., e in seguito si drizzavano. Un bastone posto pian piano nell'angolo fra due pezioli li eccitò a muoversi e fu quasi circondato in 9 ore. Un laccetto di filo del peso di un ottavo di grano produsse fra 12 a 20 ore un incurvamento considerevole; ma non fu mai afferrato bene dal peziolo. Gl'internodi giovani sono in continuo movimento, che, quanto ad estensione, è considerevole, ma irregolare, formando esso una linea spezzata, o una spirale incrociante, oppure la figura di un 8. La direzione durante 12 ore, tracciata sopra un vetro a campana, rappresentava apparentemente quattro ellissi circa. Le foglie stesse muovonsi pure spontaneamente, curvandosi i pezioli principali secondo i movimenti degli internodi; sicchè quando questi si muovevano verso un lato, i pezioli si muovevano dal lato medesimo, poi, drizzandosi, invertivano il loro incurvamento. I pezioli tuttavia non si muovono in un giro largo, come si potè vedere quando un germoglio era saldamente legato ad un bastone. La foglia in questo caso seguiva una direzione irregolare come quella tenuta dagli internodi.

*Adlumia cirrhosa*. - Coltivai alcune piante in tarda estate; esse formarono bellissime foglie, ma non emisero stelo centrale. Le prime foglie formate non erano sensitive; alcune delle posteriori lo erano, ma solo verso le loro estremità, con cui potevano afferrare dei bastoni. Ciò non poteva essere di alcun servizio alla pianta, sorgendo queste foglie dal suolo; ma mostrava quale sarebbe stato il carattere futuro della pianta, se fosse diventata abbastanza alta per arrampicarsi. La sommità di una di queste foglie basali, quand'erano giovani, descriveva in un'ora e 30 minuti una stretta ellissi, aperta ad un'estremità e lunga precisamente tre pollici; una seconda ellissi era più larga, più irregolare e più corta; cioè lunga due pollici e mezzo, e fu compiuta in due ore e due minuti. Per l'analogia colla *Fumaria* e la *Corydalis*, non dubito che gl'internodi dell'*Adlumia* non abbiano la facoltà di girarsi.

*Corydalis claviculata*. - Questa pianta è interessante essendo in uno stato sì esattamente intermedio fra una rampicante mediante foglie ed una pianta a viticci, che si avrebbe potuto descriverla sotto l'una o l'altra di queste due rubriche; ma per ragioni indicate più oltre, la si classificò fra le piante a viticci. Altre piante già descritte, hanno pezioli afferranti: la *Bignonia Unguis* e le sue strette affini, benchè aidate dai viticci. Secondo Mohl (pag. 40), il *Cocculus japonicus* (una delle *Menispermaceae*) ed una felce, l'*Ophioglossum japonicum* (pag. 39), si rampicano mediante i gambi delle foglie.

Veniamo ora ad una piccola sezione di piante che s'arrampicano mediante le loro coste mediane prolungate o le sommità delle loro foglie.

LILIACEAE. - *Gloriosa Plantii*. - Lo stelo d'una pianta sviluppata a metà si muoveva di continuo, descrivendo generalmente una spira irregolare, ma talvolta delle figure ovali cogli assi più lunghi diretti in linee differenti. Essa si muoveva o seguendo il sole od in direzione contraria, e talvolta si fermava prima d'invertire il suo corso. Un'ovale fu descritta in 3 ore e 40 minuti; di due figure a forma di ferro da cavallo, una fu compiuta in 4 ore e 35 mm. e l'altra in 3 ore. I germogli, nei loro movimenti, giungevano a punti distanti fra loro da 4 a 5 pollici. Le foglie giovani, nel loro primo sviluppo, stanno quasi verticalmente; ma crescendo l'asse e piegandosi spontaneamente all'ingiù la metà terminale della foglia, diventano presto molto inclinate e da ultimo orizzontali. L'estremità della foglia forma una proiezione ingrossata, stretta, a forma di nastro, la quale dapprima è quasi diritta, ma col tempo la foglia assume una posizione inclinata, l'estremità si piega in giù ad uncino ben formato. Quest'uncino è ora abbastanza forte e rigido per afferrare qualunque oggetto, e quando l'ha afferrato, per ancorare la pianta ed arrestare il movimento di rivoluzione. La sua superficie interna è sensibile, ma non propriamente in sì alto grado come in molti pezioli prima descritti; giacchè un laccetto di spago, del peso di grani 1,64, non produsse verun effetto. Quando l'uncino ha preso una bacchetta sottile od anche una fibra rigida, si può scorgere in un tempo da una a tre ore che la punta s'è arricciata un poco verso l'interno; ed in circostanze favorevoli s'arriccia intorno ed afferra permanentemente un oggetto in un tempo da 8 a 10 ore. L'uncino, quando è dapprima formato, prima che la foglia si sia piegata all'ingiù, non è che poco sensibile. Se afferra nulla, resta aperto e sensibile per lungo tempo; da ultimo l'estremità si arriccia verso l'interno spontaneamente e lentamente e fa all'estremità della foglia una spira circolare piatta, simile ad un bottone. Si osservò una foglia, e l'uncino rimase aperto per 33 giorni, ma durante l'ultima settimana la cima s'era tanto arricciata verso l'interno, che si avrebbe potuto introdurvi soltanto una bacchetta sottile. Tostochè la cima si è tanto arricciata all'interno che l'uncino è convertito in un anello, la sua sensibilità è perduta; ma conserva della sensibilità finchè resta aperto.

Quando la pianta era alta circa sei pollici soltanto, le foglie, in numero di quattro o cinque, erano più larghe di quelle prodotte successivamente; le loro estremità molli e solo poco assottigliate non erano sensibili e non formavano uncini; nè lo stelo allora si girava. In questo primo periodo di sviluppo, la pianta può sostenersi; le sue facoltà d'arrampicarsi non sono richieste e quindi non sono sviluppate. Così pure le foglie sulla sommità finale pienamente sviluppata, le quali non richiedevano di rampicarsi più oltre, non erano sensibili e non potevano afferrare un bastone. Così vediamo quanto è perfetta l'economia della natura.

COMMELYNACEA. - *Flagellaria indica*. - Da campioni disseccati è evidente che questa pianta s'arrampica precisamente come la *Gloriosa*. Una pianta giovane alta dodici pollici, e fornita di quindici foglie, non ne aveva una che fosse ancora prolungata ad uncino o a filamento simile ad un viticcio; nè lo stelo si girava. Quindi questa pianta acquista le sue facoltà di rampicarsi più tardi della *Gloriosa*. Secondo Mohl (pag. 41), l'*Uvularia* (*Melanthaceae*) si arrampica pure come la *Gloriosa*.

Questi tre ultimi generi sono monocotiledoni; ma vi è un dicotiledone, cioè il *Nepenthes*, che è messo da Mohl (pag. 41) fra le piante a viticci; ed io apprendo dal dott. Hooker che la maggior parte di queste specie si arrampicano bene a Kew. Ciò è cagionato dal gambo o dalla costa mediana, fra la foglia e l'urna, che s'avvolge intorno a qualunque sostegno. La parte attorta diventa più grossa; ma io osservai nella serra calda del sig. Veitch che il gambo fa spesso un giro, quando non è in contatto con verun oggetto, e che questa parte attorta è parimenti ingrossata. Due giovani piante vigorose di *N. laevis* ed *N. distillatoria*, nella mia serra calda, quand'erano meno alte d'un piede, non mostravano alcuna sensibilità nelle loro foglie e non avevano alcuna facoltà d'arrampicarsi. Ma quando la *N. laevis* ebbe raggiunta l'altezza di sedici pollici, v'erano segni di codesta facoltà. Le foglie giovani, appena formate, stanno ritte, ma diventano presto inclinate; a questo periodo esse terminano in un gambo o filamento, coll'urna alla estremità proprio appena sviluppata. Le foglie presentavano ora leggieri movimenti spontanei; e quando i filamenti terminali venivano in contatto con un bastone, vi si piegavano intorno lentamente e saldamente l'afferravano. Ma in conseguenza dello sviluppo successivo della foglia, questo filamento diveniva dopo qualche tempo rilassato, benchè rimanesse sempre avvolto saldamente al bastone. Apparirebbe quindi che lo scopo



principale dell'avvolgersi è quello di sostenere (almeno quando la pianta è giovane) l'urna col suo carico di fluido, ch'essa secerne.

*Sommario sulle piante che s'arrampicano mediante foglie.* - Si sa che delle piante appartenenti ad otto famiglie hanno pezioli afferranti, e delle piante appartenenti a quattro famiglie s'arrampicano mediante le cime delle loro foglie. In tutte le specie da me osservate, con una sola eccezione, gl'internodi giovani si girano più o meno regolarmente, in alcuni casi tanto regolarmente quanto quelli di una pianta volubile. Essi si girano con varie velocità, nella maggior parte dei casi piuttosto rapidamente. Alcune poche possono ascendere avvolgendosi spiralmente ad un sostegno. Diversamente dal maggior numero delle piante volubili, vi è una tendenza forte nello stesso germoglio a girare prima in una direzione e poi nella opposta. Lo scopo raggiunto col movimento di rivoluzione è di portare i pezioli o le sommità delle foglie in contatto con oggetti circostanti; e senza questo aiuto la pianta non riuscirebbe sì bene ad arrampicarsi. Meno rare eccezioni, i pezioli sono sensibili soltanto quando sono giovani. Essi sono sensibili su tutti i lati, ma in vari gradi in piante diverse; ed in alcune specie di *Clematis* le varie parti dello stesso peziolo differiscono molto in sensibilità. Le estremità uncinatate delle foglie della *Gloriosa* sono sensibili soltanto sulla loro superficie interna od inferiore. I pezioli sono sensibili ad un tocco ed a pressione continuata eccessivamente leggiera, persino di un laccetto di filo molle del peso di un sedicesimo di grano soltanto (milligr. 4,05); e vi è ragione di credere che i pezioli piuttosto grossi e rigidi della *Clematis Flammula* sono sensibili anche ad un peso molto minore, se è esteso sopra una larga superficie. I pezioli piegansi sempre verso la parte compressa o toccata, a velocità differenti nelle varie specie, talvolta entro alcuni minuti, ma in generale dopo un periodo molto più lungo. Dopo il contatto temporaneo di qualche oggetto, il peziolo continua a piegarsi per un tempo considerevole; indi di nuovo si drizza lentamente ed allora può ricominciare l'azione. Un peziolo eccitato da un peso estremamente leggero si piega talvolta un poco, ed allora s'abituava allo stimolo, e, o non si piega di più, o si drizza nuovamente, ad onta che il peso resti sempre sospeso. Pezioli che abbiano afferrato per alcun poco di tempo un oggetto non possono recuperare la loro posizione originale. Dopo essere rimasti abbracciati per due o tre giorni, crescono generalmente molto in grossezza o in tutto il loro diametro o da un lato soltanto; essi diventano dipoi più forti e più legnosi, talvolta in grado sorprendente; ed in alcuni casi acquistano una struttura interna pari a quella dello stelo od asse.

I giovani internodi del *Lophospermum* come pure i pezioli sono sensibili ad un tocco, e col loro movimento combinato afferrano un oggetto. I peduncoli dei fiori della *Maurandia semperflorens* si girano spontaneamente e sono sensibili ad un tocco, pure non sono adoperati per arrampicarsi. Le foglie di almeno due, e probabilmente della più parte delle specie di *Clematis*, di *Fumaria* e di *Adlumia* si curvano spontaneamente dall'uno all'altro lato come gl'internodi, e sono così meglio adatti ad afferrare oggetti distanti. I pezioli delle foglie perfette di *Tropaeolum tricolor*, come pure i filamenti a forma di viticci delle piante quando sono giovani, si muovono da ultimo verso lo stelo od il bastone di sostegno, che essi allora afferrano. Questi pezioli e filamenti mostrano anche qualche tendenza a contrarsi spiralmente. Le cime delle foglie libere della *Gloriosa*, divenendo vecchie, si contraggono in ispira piatta od elice. Questi vari fatti sono interessanti relativamente ai veri viticci.

Nelle piante rampicanti mediante foglie, come nelle volubili, i primi internodi che sorgono dal suolo non si girano, almeno nei casi da me osservati, spontaneamente; o i pezioli o le cime delle prime foglie, formate non sono sensibili. In certe specie di *Clematis*, le grandi dimensioni delle foglie, insieme alla loro abitudine di girare ed all'estrema sensibilità dei loro pezioli, sembrano rendere superfluo il movimento di rivoluzione degli internodi; e quest'ultima facoltà è quindi diventata molto debole. In certe specie di *Tropaeolum*, tanto i movimenti spontanei degli internodi quanto la sensibilità dei pezioli sono divenuti molto deboli ed in una specie sono andati completamente perduti.

### CAPITOLO III.

#### PIANTE A VITICCI

Natura dei viticci. - Varie specie di *Bignoniaceae* e loro differenti modi d'arrampicarsi. - Viticci che sfuggono la luce e si ficcano nei crepacci. - Sviluppo di dischi adesivi. - Disposizioni eccellenti per afferrare differenti specie di sostegni. - *Polemoniaceae*. - *Cobaea scandens*, viticci molto ramificati ed uncinati, loro modo d'azione. - *Leguminosae*. - *Compositae*. - *Smilacaceae*. - *Smilax aspera*, suoi viticci inefficaci. - *Fumariaceae*. - *Corydalis claviculata*, suo stato intermedio fra quello d'una pianta arrampicante mediante foglie e quello d'una a viticci.

Per viticci intendo organi filamentosì, sensibili al contatto e adoperati esclusivamente per arrampicarsi. Da questa definizione sono escluse le spine, gli uncini e le radicette, benchè servano anch'esse ad arrampicarsi. I veri viticci sono formati dalla modificazione delle foglie coi loro pezioli, dei peduncoli dei fiori, dei rami <sup>(xxv)</sup>, e forse delle stipule. Mohl, che comprende sotto il nome di viticci vari organi aventi aspetto esterno somigliante, li classifica secondo la loro natura omologa, come fossero foglie modificate, peduncoli modificati di fiori, ecc. Questo sarebbe un sistema eccellente; ma io osservo che i botanici non sono punto concordi circa la natura omologa di certi viticci. Per conseguenza descriverò le piante a viticci per famiglie naturali, seguendo la classificazione di Lindley; e così quello della stessa natura saranno nel maggior numero dei casi tenute insieme. Le specie da descriversi appartengono a dieci famiglie, e saranno ordinate come segue: - *Bignoniaceae*, *Polemoniaceae*, *Leguminosae*, *Compositae*, *Smilacaceae*, *Fumariaceae*, *Cucurbitaceae*, *Vitaceae*, *Sapindaceae*, *Passifloraceae* <sup>(xxvi)</sup>.

**BIGNONIACEAE.** - Questa famiglia comprende molte piante a viticci, alcune volubili ed alcune rampicanti per mezzo di radici. I viticci consistono sempre di foglie modificate. Nove specie di *Bignonia*, scelte per caso, sono qui descritte, per mostrare quale diversità di struttura e d'azione vi può essere nello stesso genere e quali facoltà notevoli rannodino le piante volubili, le rampicanti mediante foglie, le piante a viticci e le rampicanti mediante radici.

*Bignonia* (specie innominata di Kew (fig. 5), strettamente affine alla *B. Unguis*, ma, con foglie più piccole ed alquanto larghe). - Un giovane germoglio di una pianta troncata abbasso fece tre rivoluzioni contro il sole, ad una velocità media di 2 ore e 6 min. Lo stelo è sottile e flessibile, esso s'avvicinò ad un sottile bastone verticale, salendo da destra a sinistra, altrettanto perfettamente e regolarmente quanto qualunque vera pianta volubile. Quando sale in tal modo, non si serve dei suoi viticci o pezioli; ma quando si attorceva ad un bastone piuttosto grosso ed i suoi pezioli erano portati in contatto con esso, questi si piegavano intorno al bastone, mostrando di possedere qualche grado d'irritabilità. I pezioli presentano anche un grado leggiero di movimento spontaneo: giacchè in un caso descrissero certamente delle ellissi minute, irregolari e verticali. I viticci si curvano in apparenza spontaneamente dallo stesso lato dei pezioli; ma per varie cagioni fu difficile osservare il movimento tanto dei viticci che dei pezioli, in questa specie e nelle due seguenti. I viticci sono strettamente rassomiglianti in tutti i riguardi a quelli della *B. Unguis*, che basterà mia sola descrizione.

*Bignonia Unguis*. - I giovani germogli si girano, ma non regolarmente e meno presto di quelli dell'ultima specie. Lo stelo si attorce imperfettamente ad un bastone verticale, talora invertendo la sua direzione, nel modo stesso descritto in tante piante rampicanti per mezzo di foglie; e questa pianta quantunque posseda viticci, s'arrampica fino ad un certo punto come una pianta rampicante mediante foglie. Ogni foglia consiste in un peziolo che porta un paio di foglioline e termina in un viticcio, che è formato dalla modificazione di tre foglioline e somiglia strettamente alla figura qui sopra (fig. 5). Ma esso è un po' più grande, ed in una pianta giovane era lungo circa mezzo pollice. Esso è mirabilmente simile alla gamba ed al piede di un uccellino, col dito posteriore tagliato via. La gamba destra od il tarso è più lungo delle tre dita, che sono d'egual lunghezza e, divergendo, sono nello stesso piano. Le dita terminano in artigli acuti e duri, molto curvi all'ingiù, come quelli del piede d'un uccello. Il peziolo della foglia è sensibile al contatto; persino un piccolo cappio di filo

sospeso per due giorni lo fece piegare all'ingiù; ma i pezioletti delle due foglioline laterali non sono sensibili. Lo intero viticcio, cioè il tarso e le tre dita, sono puro sensibili al contatto specialmente sulle loro pagine inferiori. Quando un germoglio cresce in mezzo a rami sottili, i viticci sono presto portati dal movimento di rivoluzione degli internodi in contatto con quelli; ed allora uno o più diti del viticcio, comunemente tutti e tre, si piegano, e dopo parecchie ore s'impadroniscono saldamente delle bacchette, come un uccello quando è appollaiato. Se il tarso del viticcio viene in contatto con una bacchetta, continua lentamente a curvarsi, finchè l'intero piede sia portato tutto all'intorno, e le dita passano da ogni lato del tarso e l'afferrano. In modo eguale, se il peziolo viene in contatto con una bacchetta, vi si piega intorno portando il viticcio, che afferra allora il suo proprio peziolo o quello della foglia opposta. I pezioli si muovono spontaneamente, e così quando un germoglio tenta d'avvolgersi ad un bastone diritto, quelli delle due parti vengono dopo un certo tempo in contatto con esso e sono eccitati a piegarsi. Da ultimo i due pezioli afferrano il bastone in direzioni opposte ed i viticci a forma di zampa, afferrandosi l'un l'altro, od afferrando i propri pezioli, saldano lo stelo al sostegno con sicurezza meravigliosa. I viticci sono portati così in azione, se lo stelo s'afferra ad un sottil bastone verticale; ed in questo riguardo la specie presente differisce dall'ultima. Ambe le specie adoperano i viticci nello stesso modo, quando passano attraverso una boscaglia. Questa pianta è una delle più abili rampicanti che io abbia osservato; ed essa salirebbe probabilmente per uno stelo liscio, agitata senza posa da forti burrasche. Per dimostrare quale importanza abbia per l'azione di tutte le parti una salute vigorosa, posso riferire che quando esaminai per la prima volta una pianta che cresceva mediocrement bene, ma non vigorosamente, conclusi che i viticci non agivano che come gli uncini di un rovo e che essa era una delle più deboli ed inabili fra tutte le piante rampicanti!

*Bignonia Tweedyana*. - Questa specie è strettamente affine all'ultima, e si comporta nella stessa maniera; ma forse s'attorce alquanto meglio ad un bastone verticale. Sulla stessa pianta un ramo s'attorceva in una direzione ed un altro nella direzione contraria. Gli internodi in un caso fecero due cerchi, ciascuno in 2 ore e 33 min. Potei osservare i movimenti spontanei dei pezioli meglio in questa specie che nelle due precedenti; un peziolo descrisse tre piccole ellissi verticali nel corso di 11 ore, mentre un altro si mosse in ispira irregolare. Qualche po' di tempo dopo che uno stelo si è attorto ad un bastone diritto, ed è saldato sicuramente ad esso dai pezioli a viticci afferranti, emette delle radici aeree dalla base delle sue foglie; e queste radici si curvano parzialmente intorno e s'attaccano al bastone. Questa specie di *Bignonia* perciò combina quattro metodi differenti d'arrampicarsi, caratteristici generalmente di piante distinte, cioè: l'attorcersi, l'arrampicarsi mediante foglie, mediante viticci e mediante radici.

Nelle tre specie precedenti, quando il viticcio a forma di zampa ha afferrato un oggetto, continua a crescere ed ingrossare, e da ultimo diventa meravigliosamente forte, nella stessa maniera dei pezioli delle piante rampicanti mediante foglie. Se il viticcio non afferra nulla, si piega prima adagio all'ingiù, ed allora la sua facoltà d'abbracciare è perduta. Immediatamente dopo si disarticola dal peziolo e cade come una foglia in autunno. Non ho veduto questo processo di disarticolazione in nessun altro viticcio, poichè questi, quando non riescono ad afferrare un oggetto, appassiscono soltanto.

*Bignonia venusta*. - I viticci differiscono considerevolmente da quelli delle specie precedenti. La parte inferiore, o tarso, è lungo quattro volte lo tre dita; queste sono d'uguale lunghezza e divergono ugualmente, ma non giacciono nello stesso piano; le loro cime sono uncinat a punta ottuse e l'intero viticcio fa un eccellente grappino. Il tarso è sensibile su tutti i lati; ma le tre dita non sono sensibili che sulla loro superficie esterna. La sensibilità non è molto sviluppata, giacchè un leggiero soffregamento con una bacchetta non fece curvare il tarso, o le dita, innanzi che fosse trascorsa un'ora, ed allora, in grado molto leggero soltanto. Dipoi si drizzarono. Tanto il tarso che le dita possono afferrar bene dei bastoni. Lo stelo è assicurato, si vedono i viticci descrivere spontaneamente delle grandi ellissi; i due viticci opposti si muovono indipendentemente l'uno dall'altro. Non ho nessun dubbio, per l'analogia delle due specie affini seguenti, che i pezioli non si muovano pure spontaneamente; ma essi non sono irritabili come quelli della *B. Unguis* o *B. Tweedyana*. Gli internodi giovani percorrono grandi cerchi, uno dei quali fu compiuto in 2 ore e 15 min., ed un secondo in 2 ore e 55 min. Da questi movimenti combinati degli internodi, dei pezioli e dei viticci a forma di grappino, gli ultimi sono tosto portati in contatto cogli oggetti circostanti.

Quando un germoglio sta presso un bastone ritto, vi si attorce intorno regolarmente ed a spirale. Quando sale, afferra il bastone con uno dei suoi uncini, e, se il bastone è sottile, vengono adoperati alternativamente i viticci di destra o di sinistra. Questa alternazione è cagionata dal fare lo stelo una torsione intorno al suo proprio asse per ogni circolo compiuto.

I viticci si contraggono spiralmemente per breve tempo dopo aver preso alcun oggetto; quelli che non prendono nulla si piegano semplicemente adagio all'ingiù. Ma tutto l'argomento della contrazione spirale dei viticci sarà discusso dopo aver descritte tutte le specie di piante a viticci.

*Bignonia littoralis*. - Gli internodi giovani si girano in grandi ellissi. Un internodio che portava due viticci immaturi faceva due rivoluzioni, ciascuna in 3 ore e 50 min., ma quando divenne più vecchio coi viticci maturi, faceva due ellissi, ciascuna colla velocità di 2 ore e 44 min. Questa specie, diversamente dalla precedente, non può attorcersi ad un bastone; ciò non pare essere cagionato da mancanza di flessibilità negli internodi o dall'azione dei viticci, nè di certo da mancanza della facoltà di girarsi; e non so neppur io intender ragione di questo fatto. Tuttavia la pianta sale presto per un bastone sottile e ritto afferrando un punto al di sopra coi suoi viticci opposti, che allora si contraggono spiralmemente. Se i viticci non afferrano nulla, non diventano spirali. L'ultima specie descritta montava per un bastone verticale, attorcendosi spiralmemente ed afferrandolo alternativamente coi suoi viticci opposti, come un marinaio che si tiri su per una corda, portando una mano sempre superiormente all'altra; la specie presente si tira su come un marinaio che afferri con ambe le mani ad un tempo una corda al di sopra del suo capo.

I viticci sono di struttura simile a quelli dell'ultima specie. Essi continuano a crescere per qualche tempo, anche dopo aver abbracciato un oggetto. Quando sono cresciuti completamente, benchè portati da una pianta giovane, sono lunghi 9 pollici. Le tre dita divergenti sono più corte relativamente al tarso che nelle specie precedenti; esse sono ottuse alle loro estremità e soltanto leggermente uncinatè; non sono del tutto uguali in lunghezza, essendo quella di mezzo alquanto più lunga dell'altra. La loro superficie esterna è in alto grado sensibile; giacchè quando erano leggermente soffregate con una bacchetta, s'incurvavano perfettamente in 4 min., ed assai in 7 min. In 7 ore si drizzavano nuovamente ed erano pronte a ricominciare l'azione. Il tarso, per lo spazio d'un pollice presso alle dita, è sensibile, ma in grado alquanto minore delle dita; giacchè queste dopo un leggiero soffregamento s'incurvavano in metà del tempo impiegato da quello. Anche la parte media del tarso è sensibile al contatto prolungato, tosto che il viticcio è arrivato alla maturità. Dopo che è divenuto vecchio, la sensitività è limitata alle dita, e queste possono soltanto arricciarsi molto lentamente intorno al bastone. Un viticcio è perfettamente pronto ad agire tosto che le dita diventino divergenti, ed a questo momento sono le loro facce esterne che divengono primamente irritabili. L'irritabilità non si dilata che poco da una parte eccitata ad un'altra; così quando un bastone fosse preso dalla parte immediatamente sotto alle tre dita, queste l'afferrano di rado, ma restano ostinatamente diritte all'infuori.

I viticci si girano spontaneamente. Il movimento comincia prima che il viticcio si sia convertito in un grappino a tre punte per la divergenza delle dita, e prima che alcuna parte sia divenuta sensibile; sicchè il movimento di rivoluzione è inutile in questo periodo primitivo. Il movimento è anche lento adesso, compendosi due ellissi insieme in 24 ore e 18 min. Un viticcio maturo faceva un'ellisse in 6 ore; sicchè si muoveva molto più adagio degli internodi. Le ellissi descritte tanto in un piano verticale che orizzontale erano di grandi dimensioni. I pezioli non sono punto sensibili, ma si girano come i viticci. Vediamo così che i giovani internodi, i pezioli ed i viticci che sorgono dirimpetto l'uno all'altro sono affatto indipendenti. Quindi, quando si lascia girare liberamente l'intero germoglio, nulla può essere più intricato del corso seguito dall'estremità d'ogni viticcio. Esso cerca così in uno spazio largo qualche oggetto da afferrare.

Resta da ricordare un altro punto curioso. Nel corso d'alcuni giorni dopo che le dita hanno afferrato strettamente un bastone, le loro estremità ottuse si sviluppano, sebbene non invariabilmente, in palle a disco irregolari, che hanno la facoltà d'attaccarsi saldamente al legno. Essendo simili escrescenze cellulari descritte più oltre parlando della *B. capreolata*, non dirò qui più nulla sopra di esse.

*Bignonia aequinoctialis*, varietà *Chamberlaynii*. - Gli internodi, i pezioli allungati non sensibili ed i viticci si girano tutti. Lo stelo non s'avvicchia, ma sale per un bastone verticale nel modo stesso dell'ultima specie. Anche i viticci somigliano a quelli dell'ultima specie, ma sono più corti; le

tre dita sono più disuguali in lunghezza, essendo le due esterne circa d'un terzo più corte e alquanto più sottili del dito di mezzo; ma variano da questo lato. Esse terminano in piccole punte dure; e, ciò che è importante, i dischi cellulari adesivi non sono sviluppati. Le dimensioni ridotte di due delle dita, come pure la loro diminuita sensibilità, sembra indicare una tendenza all'aborto; ed in una delle mie piante i primi viticci formati erano talvolta semplici, cioè, non erano divisi in tre dita. Così siamo naturalmente condotti alle tre specie seguenti a viticci non divisi.

*Bignonia speciosa*. - I germogli giovani si girano irregolarmente, facendo delle ellissi, delle spire o dei cerchi stretti a velocità varianti da 3 ore e 30 min. a 4 ore e 40 min.; ma essi non mostrano nessuna tendenza ad attaccarsi. Finchè la pianta è giovane e non richiede sostegno, i viticci non sono sviluppati. Quelli portati da una pianta mediocrementemente giovane erano lunghi cinque pollici. Essi si girano spontaneamente, come i pezioli corti e non sensibili. Quando sono soffregati, si piegano lentamente dal lato soffregato, e dipoi si drizzano; ma non sono molto sensibili. V'è qualche cosa di strano nel loro comportamento; io posi replicatamente presso ad essi bastoni e pali, grossi e sottili, ruvidi e lisci, nonchè uno spago sospeso verticalmente, ma nessuno di questi oggetti fu bene afferrato. Dopo aver abbracciato un bastone ritto, essi lo rilasciavano spontaneamente di bel nuovo e spesso non lo prendevano affatto, o le loro estremità non si avvolgevano strettamente intorno. Io ho osservato centinaia di viticci appartenenti a varie piante Cucurbitacee, Passifloracee e Leguminose, e non ne vidi mai uno comportarsi in tal guisa. Quando però la mia pianta fu cresciuta all'altezza di otto a nove piedi, i viticci agivano molto meglio. Essi afferravano ora orizzontalmente un bastone sottile e ritto, cioè, in un punto al loro proprio livello e non un poco in alto sul bastone, come nel caso di tutte le specie precedenti. Tuttavia lo stelo non volubile poteva con questo mezzo salire per il bastone.

L'estremità del viticcio è quasi ritta ed acuta. L'intera parte terminale presenta un costume singolare, che in un animale si chiamerebbe un istinto; poichè esso cerca di continuo qualche piccolo crepaccio o buco per introdursi. Aveva due piante giovani, e, dopo avere osservato quest'abitudine, posi presso ad esse dei pali, che erano stati forati da scarafaggi o si erano crepati disseccandosi. I viticci col movimento loro proprio e con quello degl'internodi procedevano lentamente sulla superficie del legno, e quando giungevano ad un buco o ad una fessura vi s'insinuavano; per far ciò, l'estremità per una lunghezza di mezzo pollice o d'un quarto di pollice, si piegava spesso ad angolo retto alla parte basale. Ho osservato questo processo da venti a trenta volte. Lo stesso viticcio si ritirava spesso da un buco ed introduceva la sua punta in un secondo buco. Ho anche veduto un viticcio tenere la sua punta, in un caso per 20 ore ed in un altro per 30 ore, in un buco minuto e poi ritirarla. Finchè la punta è così introdotta temporaneamente, il viticcio opposto continua a girare.

L'intera lunghezza di un viticcio s'attacca spesso strettamente a qualunque superficie di legno con cui sia venuta in contatto; e ne ho osservato uno piegato ad angolo retto, per essere entrato in una fessura larga e profonda, col suo apice ripiegato bruscamente ed insinuato in un buco minuto laterale. Dopochè un viticcio ha abbracciato un bastone, si contrae spiralmente; se resta sciolto, pende dritto allo ingiù. Se si è semplicemente adattato alle ineguaglianze di un palo grosso, quantunque non abbia abbracciato nulla, od abbia introdotto il suo apice in qualche piccola fessura, questo stimolo basta a produrre contrazione spirale; ma la contrazione allontana sempre il viticcio dal palo. Sicchè in ogni caso questi movimenti, che sembrano si bene adattati a qualche scopo, sono inutili. In un caso però la cima si serrò permanentemente in una fessura stretta. Io mi aspettava pienamente, per l'analogia colla *B. capreolata* e la *B. littoralis*, che le sommità si sviluppassero in dischi adesivi; ma non potei scoprire mai neppure una traccia di questo processo. Vi è perciò presentemente qualche cosa di incomprensibile intorno alle abitudini di questa pianta.

*Bignonia picta*. - Questa specie somiglia strettamente all'ultima nella struttura e nei movimenti dei suoi viticci. Io pure ho esaminato accidentalmente una pianta dell'affine *Bignonia Lindleyi*, che cresceva bene, e questa si comportava apparentemente in tutti i riguardi nella stessa maniera.

*Bignonia capreolata*. - Veniamo ora ad una specie che ha i viticci di un tipo diverso; trattiamo però prima degl'internodi. Un germoglio giovane fece tre grandi rivoluzioni, seguendo il sole, con una velocità media di 2 ore e 23 min. Lo stelo è sottile e flessibile, ed io ne ho veduto uno fare quattro giri spirali regolari, intorno ad un sottile bastone diritto, salendo naturalmente da destra a sinistra, e perciò in direzione inversa relativamente a quella della specie prima descritta. Dipoi, per

l'interposizione dei viticci, esso saliva o dritto lungo il bastone od a spira irregolare. I viticci sono in alcuni riguardi altamente notevoli. In una pianta giovane essi erano lunghi circa due pollici e mezzo e molto ramificati, mentre i cinque rami principali rappresentavano evidentemente due paia di foglioline ed una fogliolina terminale. Ciascun ramo è però bifido o più comunemente trifido verso l'estremità, colle punte ottuse ancora distintamente uncinato. Un viticcio si piega dal lato che viene leggermente soffregato, e di poi si drizza di nuovo; ma un laccetto di filo del peso di un quarto di grano non produsse nessun effetto. In due occasioni i rami terminali si curvarono leggermente in 10 min., dopo che avevano toccato un bastone; ed in 30 min. le cime ne erano totalmente arricciate intorno ad esso. La parte basale è meno sensibile. I viticci si giravano in modo apparentemente capriccioso, talvolta molto leggermente o non girando affatto; altre volte descrivevano grandi ellissi irregolari. Non potei scoprire verun movimento spontaneo nei pezioli delle foglie.

Mentre i viticci si girano più o meno regolarmente, ha luogo un altro movimento notevole, cioè una lenta inclinazione dalla luce verso la parte più oscura della camera. Cambiai replicatamente la posizione delle mie piante, e qualche po' di tempo dopo che era cessato il movimento di rivoluzione, i viticci successivamente formati finivano sempre per mirare al lato più oscuro. Quando posi un palo grosso presso un viticcio, fra questo e la luce, il viticcio si girò in quella direzione. In due casi un paio di foglie stava in modo che uno dei due viticci era diretto verso la luce e l'altro alla parte più oscura della camera; l'ultimo non si mosse, ma l'opposto si piegò prima all'insù e poi direttamente al disopra del suo vicino, sicchè i due divennero paralleli, l'uno sopra l'altro, ambedue rivolti all'oscuro: allora girai per metà la pianta; ed il viticcio che s'era voltato di sopra, ricuperò la sua posizione originale, e l'opposto, che prima non s'era mosso, si volse di sopra verso il lato oscuro. Finalmente, sopra un'altra pianta, furono prodotti contemporaneamente da tre germogli, tre paia di viticci, ed avvenne che tutti fossero diversamente diretti: posi il vaso in una scatola aperta da un lato soltanto e rivolta obliquamente alla luce; in due giorni tutti e sei i viticci miravano con precisione infallibile all'angolo più oscuro della scatola, sebbene per far ciò ciascuno avesse dovuto piegarsi in modo differente. Sei banderuole non avrebbero mostrato la direzione del vento con maggior verità che non facessero questi viticci ramificati per la direzione della corrente di luce che entrava nella scatola. Lasciai in quiete questi viticci per oltre 24 ore e poi girai per metà il vaso; ma essi avevano perduto adesso la loro facoltà di movimento, e non potevano più sfuggire la luce.

Quando un viticcio non è riuscito ad afferrare un sostegno, nè mediante il suo proprio movimento di rivoluzione, nè mediante quello del germoglio, nè volgendo verso alcun oggetto che intercetti la luce, si piega verticalmente all'ingiù e poi verso il suo proprio stelo, che esso afferra insieme al bastone di sostegno, se questo vi sia. È così prestato un piccolo aiuto per tener saldo lo stelo. Se il viticcio non afferra nulla, non si contrae spiralmente, ma appassisce subito e cade. Se afferra un oggetto, tutti i rami si contraggono spiralmente.

Ho riferito che un viticcio dopo essere venuto in contatto con un bastone, vi si piega attorno in mezz'ora circa; ma osservai replicatamente, come nel caso della *Bignonia speciosa* e suoi affini, che esso rilascia spesso il bastone, afferrando e rilasciando talora lo stesso bastone tre o quattro volte. Sapendo che i viticci sfuggono la luce, posi loro dinanzi un tubo di vetro annerito per dentro ed una piastra di zinco ben annerita; i rami s'arricciarono intorno al tubo e si piegarono bruscamente intorno agli spigoli della piastra di zinco; ma tosto indietreggiarono da questi oggetti, quasi fossero presi da disgusto e si drizzarono. Posi allora un palo con corteccia estremamente ruvida vicino ad un paio di viticci; due volte lo toccarono essi per un'ora o due, e due volte si ritirarono; finalmente una delle estremità uncinato s'arricciò intorno ed afferrò saldamente un punto sporgente della corteccia, eccessivamente minuto, ed allora gli altri rami si distesero, seguendo con cura ogni ineguaglianza della superficie. Posi di poi presso alla pianta un palo senza corteccia, ma molto screpolato, e le punte dei viticci strisciavano in tutti i crepacci in bella maniera. Con mia sorpresa osservai che le cime dei viticci immaturi, coi rami non ancora ben separati, strisciavano parimenti proprio come radici nei crepacci più minuti. In due o tre giorni dopo che le cime erano strisciate così nei crepacci o dopo che le loro estremità uncinato avevano afferrato dei punti minuti, cominciò il processo finale che ora si descriverà.

Scopersi questo processo per avere casualmente lasciato un pezzo di lana presso un viticcio; e ciò mi trasse a legare una quantità di lino, di muschio e di lana poco saldamente intorno a bastoni ed a porli presso i viticci. La lana non deve essere tinta, essendo questi viticci eccessivamente sensibili

ad alcuni veleni. Le punte uncinate afferrarono tosto le fibre, anche quelle ondegianti liberamente, nè ebbe luogo alcun movimento d'allontanamento; al contrario lo stimolo fece penetrare gli uncini nella massa fibrosa e li fece arricciare verso l'interno, sicchè ogni uncino prese saldamente una o due fibre od un piccolo fascetto di esse. Le sommità e la superficie interna degli uncini cominciarono ora a gonfiarsi ed in due o tre giorni erano visibilmente aggranditi. Dopo alcuni giorni ancora, gli uncini erano convertiti in pallottole biancastre, irregolari, del diametro di poco più di un ventesimo di pollice (millimetri 1,27), formate di tessuto cellulare grossolano, che talvolta involuppa interamente e nascondeva gli stessi uncini. La superficie di queste pallottole secerne della materia viscosa e resinosa, a cui si attaccano le fibre del lino, ecc. Quando una fibra è fissata alla superficie, il tessuto cellulare non cresce che direttamente sotto ad essa, ma continua a crescere vicin vicino da ogni parte; sicchè, quando venivano prese parecchie fibre contigue, benchè eccessivamente sottili, crescevano fra di esse altrettante creste di materia cellulare, ciascuna meno grossa di un cappello umano, e queste inarcandosi d'ambo i lati, si saldavano insieme. Continuando a crescere l'intera superficie della palla, nuove fibre s'attaccano e vengono di poi involuppate; sicchè ho veduto una piccola palla con cinquanta sino a sessanta fibre di lino, che la attraversavano ad angoli differenti e tutte più o meno profondamente situate. Si poteva seguire ogni gradazione - essendo alcune fibre semplicemente attaccate alla superficie, giacendo altre in solchi più o meno profondi, o profondamente sepolte, o traversanti il centro stesso della pallottola cellulare. Le fibre situate profondamente stanno sì strettamente abbracciate, che non si possono levarnele. Il tessuto dell'escrescenza ha una tale tendenza ad unirsi, che due palle prodotte da viticci distinti, talvolta si uniscono e diventano una palla soltanto.

Una volta che un viticcio si era arricciato intorno ad un bastone, del diametro di mezzo pollice, si formò un disco adesivo; ma ciò non avviene generalmente nel caso di bastoni o pali lisci. Se però la sommità afferra una punta minuta sporgente, gli altri rami formano dei dischi, specialmente se trovano dei crepacci per insinuarsi. I viticci non riuscirono ad attaccarsi ad un muro di mattoni.

Arguisco dall'aderenza delle fibre ai dischi o pallottole, che esse secernano della materia resinosa adesiva; e più specialmente l'arguisco dal diventare tali fibre allentate, se s'immergono in etere solforico. Questo fluido toglie pure le piccole punte brune e risplendenti, che si possono generalmente vedere sulle superficie dei dischi più vecchi. Se le estremità uncinate dei viticci non toccano nulla, non si formano mai dischi, per quanto ho potuto vedere <sup>(xxvii)</sup>; ma il contatto temporaneo per un periodo moderato, basta a produrre il loro sviluppo. Io ho veduto otto dischi formati sullo stesso viticcio. Dopo il loro sviluppo i viticci si contraggono spiralmente e diventano legnosi e fortissimi. Un viticcio in questo stato sosteneva quasi sette onces, ed avrebbe evidentemente sostenuto un peso considerevolmente maggiore, se le fibre di lino a cui i dischi erano attaccati non avessero ceduto.

Dai fatti ora riferiti possiamo arguire che, sebbene i viticci di questa *Bignonia* possano talvolta aderire a bastoni lisci, cilindrici e spesso a corteccia ruvida, pure essi sono specialmente adatti ad arrampicarsi per alberi rivestiti di licheni, muschi ed atrettali prodotti; e il prof. Asa Gray mi fa sapere che *il Polypodium incanum* abbonda sugli alberi di foresta nei distretti dell'America Settentrionale, ove cresce questa specie di *Bignonia*. Finalmente posso far osservare quanto singolare sia il fatto che una foglia si cambi in organo ramificato, che gira allontanandosi dalla luce e che può colle sue estremità o strisciare come le radici nei crepacci, o afferrare minute punte sporgenti, formando poi questo estremità delle escrescenze cellulari che secernono un cemento adesivo, ed involuppano poi col loro aggrandimento continuato le fibre più sottili.

*Eccremocarpus scaber* (*Bignoniaceae*). - Le piante, quantunque crescessero abbastanza bene nella mia serra, non mostravano movimenti spontanei nei loro germogli o nelle loro radici; ma, quando si portarono in serra calda, i giovani internodi si giravano con velocità varianti da 3 ore e 15 min. ad un'ora e 13 min. Con quest'ultima velocità straordinariamente rapida fu descritto un circolo grande; ma generalmente i circoli o le ellissi erano piccole, e talvolta la direzione tenuta era affatto irregolare. Un internodio, dopo aver fatto parecchie rivoluzioni, si fermava talvolta per 12 o 18 ore, e poi ricominciava a girarsi. Non ho mai osservato in nessun'altra pianta interruzioni sì fortemente marcate dei movimenti degli internodi.

Le foglie portano quattro foglioline, esse pure suddivise, e terminano in viticci molto ramificati. Il peziolo principale della foglia, quando è giovane si muove spontaneamente e segue quasi lo stesso

corso irregolare e circa colla stessa velocità degli internodi. Il movimento verso lo stelo e dallo stelo è il più evidente, ed io ho veduto la corda d'un peziolo ricurvo, che formava un angolo di 59° collo stelo, fare in un'ora dopo un angolo di 106°. I due pezioli opposti non si muovono insieme, ed uno di essi è talvolta tanto drizzato da stare vicino allo stelo, mentre l'altro è poco meno che orizzontale. La parte basale del peziolo si muove meno della parte superiore. I viticci, oltre a venir portati dal movimento dei pezioli e degl'internodi, si muovono essi stessi spontaneamente; e i viticci opposti si muovono talvolta in opposte direzioni. Con questi movimenti combinati dei giovani internodi, dei pezioli e dei viticci viene percorso uno spazio considerevole in cerca di un sostegno.

Nelle piante giovani i viticci sono lunghi circa tre pollici; essi portano due rami laterali e due terminali: ed ogni ramo si biforca due volte, colle sommità terminanti in doppi uncini ottusi aventi ambe le punte rivolte dalla stessa parte. Tutti i rami sono sensibili da ogni lato; e dopo essere stati soffregati leggermente od essere venuti in contatto con un bastone, si piegano in circa 10 min. Uno, che se n'era curvato in 10 min. dopo un leggero soffregamento, continuò a piegarsi per 3 o 4 ore e si drizzò in 8 o 9 ore. i viticci che non hanno preso nulla, da ultimo si contraggono in ispira irregolare, ciò che fanno pure, ma molto più presto, dopo aver afferrato un sostegno. In ambedue i casi il peziolo principale, che porta le foglioline e che è dapprima diritto ed inclinato un poco all'insù, si muove all'ingiù colla parte di mezzo bruscamente piegata ad angolo retto; ma ciò si vede nell'*E. miniatus* più chiaramente che nell'*E. scaber*. I viticci in questo genere agiscono in alcuni riguardi come quelli della *Bignonia capreolata*; ma il tutto non si muove allontanandosi dalla luce, nè le cime uncinatè s'aggrandiscono in dischi cellulari. Dopo che i viticci sono venuti in contatto con un bastone cilindrico mediocrementè grosso o con corteccia ruvida, si possono vedere i sette rami innalzarsi lentamente, cambiare di posizione e tornare in contatto colla superficie del sostegno. Lo scopo di questi movimenti è di portare gli uncini doppi alle estremità dei rami, che naturalmente guardano in tutte le direzioni, in contatto col legno. Io ho osservato un viticcio, metà del quale s'era piegato ad angolo retto intorno all'acuto spigolo d'un palo quadrato, portare convenientemente ogni singolo uncino in contatto con tutte e due le facce rettangolari. L'aspetto suggeriva l'opinione, che quantunque l'intero viticcio non sia sensibile alla luce, pure le cime lo sono, e che esse girano e si torcono verso qualche superficie oscura. Da ultimo i rami si adattano molto opportunamente a tutte le irregolarità della più ruvida corteccia, sicchè somigliano nel loro corso irregolare ad un fiume coi suoi rami, come vengono incisi sopra una mappa. Ma quando un viticcio si è avviticchiato ad un bastone piuttosto grosso, in generale la successiva contrazione a spirale ne lo tira via e rovina la bella disposizione. Così avviene, ma non in modo proprio sì marcato, quando un viticcio s'è disteso sopra una grande superficie quasi piatta di corteccia ruvida. Possiamo perciò concludere, che questi viticci non sono adattati perfettamente ad afferrare bastoni mediocrementè grossi a corteccia ruvida. Se si pone presso un viticcio un bastone od una bacchetta sottile, i rami terminali vi si attortigliano interamente, e poi afferrano i loro propri rami inferiori o lo stelo principale. Il bastone è così afferrato saldamente, ma non convenientemente. Gli oggetti, per cui sono realmente adattati i viticci, sembrano essere le stoppie sottili di certe erbe, o le lunghe e flessibili setole di una spazzola, o sottili foglie rigide come quelle dell'*Asparagus*, tutte le quali cose essi afferrano in modo ammirabile. Ciò dipende dall'essere le estremità dei rami, vicino ai piccoli uncini, estremamente sensibili ad un tocco dell'oggetto più fino, che esse per conseguenza circondano ed afferrano. Quando si poneva per esempio una spazzolina presso un viticcio, le estremità d'ogni ramo secondario afferravano una, due o tre delle setole; ed allora la contrazione spirale dei vari rami portava tutte queste piccole particelle vicine insieme, sicchè trenta o quaranta setole venivano fatte in un sol fascio, che forniva un sostegno eccellente.

POLEMONIACEAE. - *Cobaea scandens*. - Questa è una pianta rampicante di struttura eccellente. I viticci su d'una bella pianta erano lunghi undici pollici, col peziolo fornito di due paia di foglioline, lunghe due pollici e mezzo soltanto. Essi si girano più rapidamente e vigorosamente di quelli di alcun'altra pianta a viticci da me osservata, ad eccezione d'una specie di *Passiflora*. Tre grandi rivoluzioni quasi circolari, dirette contro il sole, furono compiute ciascuna in un'ora e 15 min., e due altri cerchi in un'ora e 20 min. ed un'ora e 23 min. Talvolta un viticcio procede in posizione molto inclinata, e talvolta quasi ritto. La parte inferiore non si muove che poco ed il peziolo non si muove punto; nè gl'internodi si girano; sicchè abbiamo qui il solo viticcio in movimento. D'altro canto con la più parte delle specie di *Bignonia* e d'*Ecchremocarpus*, gl'internodi, i viticci ed i pezioli giravano



tutti. Lo stelo principale, lungo, diritto, sottile del viticcio della *Cobaea* porta rami alternati; ed ogni ramo è diviso parecchie volte coi più tenui rami sottili quanto fine setole ed estremamente flessibili, in modo che sono agitati da un soffio d'aria; tuttavia essi sono forti ed in alto grado elastici. L'estremità d'ogni ramo è un poco appiattita, e termina in un doppio (benchè talvolta semplice) uncino minuto, formato d'una sostanza dura, trasparente, legnosa ed acuta come un sottilissimo ago. Sopra un viticcio che era lungo undici pollici contai novantaquattro di questi uncinetti magnificamente costruiti. Essi afferrano prontamente legno molle, o guanti, o la pelle della mano nuda. Ad eccezione di questi uncini induriti e della parte basale dello stelo centrale, ciascuna parte di ogni ramoscello è altamente sensibile su tutti i lati ad un leggiero tocco e si piega in pochi minuti verso la parte toccata. Soffregando leggermente parecchi rami secondari sopra lati opposti, l'intero viticcio assumeva rapidamente una forma straordinariamente uncinata. Questi movimenti, causati dal contatto, non hanno nulla a fare col solito movimento di rivoluzione. I rami dopo essersi molto curvati per essere stati toccati, si drizzano più velocemente di quelli d'alcun altro viticcio da me veduto, cioè in un tempo da mezz'ora ad un'ora. Dopo che il viticcio ha afferrato qualche oggetto, anche la contrazione spirale comincia dopo un intervallo di tempo inusitatamente breve, cioè in circa 12 ore.

Prima che il viticcio sia maturo, i ramoscelli terminali aderiscono e gli uncini sono arricciati strettamente verso l'interno. A quest'epoca nessuna parte è sensibile ad un tocco; ma tosto che i rami divergono e gli uncini sono spiegati, i viticci acquistano sensibilità completa. È una circostanza singolare che i viticci immaturi si girano con la loro completa rapidità prima di diventare sensibili, ma senza effetto, poichè in tale stato non possono afferrar nulla. Questa mancanza di perfetta armonia nella disposizione, quantunque per un tempo breve, fra la struttura e le funzioni d'una pianta rampicante è un caso raro. Un viticcio, tosto che è pronto ad agire, sta drizzato verticalmente, insieme al peziolo di sostegno. Le foglioline portate dal peziolo sono in questa epoca affatto piccole e l'estremità dello stelo che cresce è piegata da una parte in modo da non essere sulla strada del viticcio che gira e che percorre dei grandi circoli direttamente e superiormente al suo capo. I viticci girano così in una posizione bene opportuna per afferrare oggetti situati al disopra; e con questo mezzo è favorita l'ascesa della pianta. Se non viene afferrato nessun oggetto, la foglia col suo viticcio si curva all'ingìù e da ultimo assume una posizione orizzontale. Resta così uno spazio aperto per il viticcio più giovane prossimo successivo da star dritto verticalmente e girare liberamente. Tosto che un viticcio vecchio si piega all'ingìù, perde ogni facoltà di movimento e si contrae spiralmemente in una massa intricata. Quantunque i viticci girino con rapidità insolita, il movimento non dura che per breve tempo. In una pianta posta nella terra calda e che cresceva rigogliosamente, un viticcio non girò che per 36 ore, contando dal momento in cui divenne dapprima sensibile; ma durante questo periodo esso fece probabilmente almeno 27 rivoluzioni.

Quando un viticcio girante batte sopra un bastone, i rami vi si piegano presto intorno e l'afferrano. I piccoli uncini fanno qui una parte importante, impedendo essi che i rami vengano trascinati via dal rapido movimento di rivoluzione, prima che abbiano avuto tempo d'afferrare saldamente il bastone. Ciò avviene specialmente, quando l'estremità sola d'un ramo ha afferrato un sostegno. Tosto che un viticcio s'è piegato intorno ad un bastone liscio o ad un palo grosso e ruvido od è venuto in contatto con legno piallato (giacchè esso può attaccarsi temporaneamente persino ad una superficie come questa), si possono osservare gli stessi movimenti particolari come quelli descritti parlando della *Bignonia capreolata* e dell'*Eccremocarpus*. I rami si sollevano e s'abbassano replicatamente, quelli che hanno i loro uncini già diretti all'ingìù restano in questa posizione ed assicurano il viticcio, mentre gli altri si torcono intorno finchè riescono ad adattarsi in conformità ad ogni irregolarità della superficie ed a portare i loro uncini in contatto col legno. L'uso degli uncini fu bene dimostrato presentando ai viticci dei tubi e dei pezzi di vetro da afferrare; giacchè questi, quantunque afferrati temporaneamente, andavano invariabilmente perduti o durante il riordinamento dei rami o da ultimo quando aveva luogo la contrazione spirale.

Il modo perfetto, in cui i rami si dispongono, strisciando quali radicette sopra ogni ineguaglianza della superficie ed in ogni crepaccio profondo, è bello a vedersi, poichè esso è eseguito forse con più effetto da questa che da alcuna altra specie. L'azione è di certo più evidente, essendo angolosa e verde la superficie superiore dello stelo principale, nonchè quella di ogni ramo fino agli uncini estremi, mentre la superficie inferiore è rotonda e purpurea. Fui tratto ad

argomentare, come nei casi precedenti, che una quantità minore di luce guidava questi movimenti delle ramificazioni dei viticci. Io feci molte prove con carte nere o bianche e con tubi di vetro per provarlo, ma non mi riuscì per varie ragioni; tuttavia queste prove rinforzarono l'opinione. Consistendo un viticcio di una foglia spaccata in numerosi segmenti, non v'è punto da sorprendersi, che tutti i segmenti voltino la loro superficie superiore verso la luce, tosto che il viticcio siasi afferrato e il movimento di rivoluzione arrestato. Ma questo non renderà ragione dell'intero movimento, giacchè i segmenti si piegano o si curvano effettivamente verso il lato oscuro, volgendosi inoltre intorno ai loro assi, sicchè la loro superficie inferiore possa guardar la luce.

Quando la *Cobaea* cresce all'aria aperta, il vento deve aiutare i viticci estremamente flessibili ad afferrare un sostegno, giacchè trovai che un semplice soffio bastava a far afferrare delle bacchette ai rami esterni mediante i loro uncini, le quali bacchette essi non avrebbero raggiunto mediante il movimento di rivoluzione. Si avrebbe potuto credere che un viticcio, così uncinato all'estremità di un solo ramo, non avrebbe afferrato bene il suo sostegno. Ma parecchie volte osservai dei casi eguali al seguente: un viticcio un bastone sottile cogli uncini d'uno dei suoi due rami estremi; quantunque così tenuto per l'estremità, esso tentava sempre di girare, chinandosi da tutte le parti, e in causa di questo movimento l'altro ramo estremo afferrò presto il bastone. Il primo ramo allora lo rilasciò e l'afferrò di nuovo mediante i suoi uncini. Dopo un certo tempo per il movimento continuato del viticcio gli uncini d'un terzo ramo l'afferrarono. Nella posizione in cui erano allora i viticci, nessun altro ramo avrebbe potuto toccare il bastone. Ma molto prima la parte superiore dello stelo principale cominciò a contrarsi in una spira aperta. Esso trascinò così il germoglio, che portò il viticcio verso il bastone; e continuando il viticcio i tentativi per girare, un quarto ramo fu portato in contatto. E finalmente, procedendo la contrazione spirale giù tanto per lo stelo principale che per i rami, tutti essi, uno dopo l'altro, furono da ultimo portati in contatto col bastone. Allora essi s'avvicchiarono intorno ad esso e l'uno intorno all'altro, finchè l'intero viticcio fu legato insieme in un nodo indissolubile. I viticci, benchè dapprima affatto flessibili, dopo aver abbracciato un sostegno per qualche tempo, divengono più rigidi e più forti che non fossero dapprima. Così la pianta è assicurata in modo perfetto al suo sostegno.

LEGUMINOSAE. - *Pisum sativum*. - Il pisello comune fu il soggetto d'una memoria pregevole di Dutrochet <sup>(xxviii)</sup>, che scoprì che gl'internodi ed i viticci si girano in ellissi. Le ellissi sono generalmente molto strette, ma talvolta si avvicinano al cerchio. Io osservai parecchie volte che l'asse più lungo cangiava lentamente di direzione, la qual cosa è importante, percorrendo il viticcio uno spazio più largo. In causa di questo cambiamento di direzione e parimenti del movimento dello stelo verso la luce, le successive ellissi irregolari generalmente formano una spira irregolare. Ho creduto valesse la pena di annettere un tracciato. (fig. 6) della direzione, tenuta dall'internodo superiore (trascurando il movimento del viticcio) d'una pianta giovane dalle 8,40 antim. alle 9,15 pom. Il corso fu tracciato sopra un vetro emisferico posto sopra la pianta, ed i punti con numeri danno le ore di osservazione, ogni punto essendo riunito da una linea diritta. Senza dubbio tutte le linee sarebbero state curvilinee, se il corso fosse stato osservato ad intervalli molto più brevi. L'estremità del peziolo, da cui sorgeva il viticcio, era a due pollici dal vetro, sicchè, se si avesse potuto attaccare al peziolo un pennello lungo due pollici, esso avrebbe segnato sulla parte inferiore del vetro la figura annessa; ma si deve rammentarsi che la figura è ridotta di metà. Trascurando il primo grande passaggio verso la luce dal numero 1 a 2, la estremità del peziolo percorse uno spazio di 4 pollici attraverso in una direzione, e 3 pollici in un'altra. Essendo un viticcio pienamente sviluppato assai più lungo di due pollici, e piegandosi e girandosi il viticcio stesso in armonia coll'internodio, viene percorso uno spazio assai più largo che non sia qui rappresentato in una scala ridotta. Dutrochet osservò il compimento di un'ellisse in un'ora e 20 minuti; ed io ne vidi una compiuta in un'ora e 30 min. La direzione seguita è variabile, tanto secondo il sole che contro di esso.

Dutrochet sostiene che i pezioli delle foglie, come pure i giovani internodi ed i viticci si girano spontaneamente; ma egli non dice di avere assicurati gli internodi; quando ciò fu fatto, non potei mai scoprire alcun movimento del peziolo, tranne quello verso la luce e viceversa.

I viticci, d'altro canto, quando gl'internodi ed i pezioli sono assicurati, descrivono delle spire irregolari o delle ellissi regolari, precisamente come quelle fatte dagl'internodi. Un giovane viticcio, lungo soltanto un pollice ed un ottavo, fece una rivoluzione. Dutrochet ha dimostrato che, quando

una pianta viene posta in una stanza, in modo che la luce entri lateralmente, gl'internodi si muovono più rapidamente verso la luce che allontanandosi da questa: d'altro canto egli afferma che lo stesso viticcio si allontana dalla luce verso la parte oscura della stanza. Col rispetto dovuto al grande osservatore, credo ch'egli si sia ingannato, per non aver assicurati gl'internodi. Presi una pianta giovane con viticci sommamente sensibili, e legai il peziolo in modo che non si potesse muovere che il viticcio: esso compì un'ellisse in un'ora e 30 minuti; girai allora in parte la pianta, ma essa non fece alcun cambiamento nella direzione dell'ellisse successiva. Il giorno dopo osservai una pianta egualmente legata, finchè il viticcio (ch'era assai sensibile) fece un'ellisse in una linea esattamente verso la luce e viceversa; il movimento era sì grande che il viticcio alle due estremità della sua corsa ellittica si piegò un poco sotto l'orizzonte, percorrendo così più di 180 gradi; ma il curvamento era precisamente sì grande verso la luce che verso la parte oscura della stanza. Credo che Dutrochet sia stato tratto in errore dal non aver assicurato gl'internodi, e dall'aver osservato una pianta, di cui gl'internodi ed i viticci non si curvavano più in armonia insieme, in causa della disuguaglianza d'età.

Dutrochet non fece osservazioni sulla sensibilità dei viticci. Questi, quando sono giovani e lunghi circa un pollice colle foglioline sul peziolo spiegate soltanto in parte, sono altamente sensibili; un solo tocco leggero con una bacchetta sulla superficie inferiore o concava presso la sommità li fece piegare rapidamente, il che fece pure talvolta un laccetto di filo del peso di un settimo di grano (milligrammi 9,25). La superficie superiore o convessa è appena o punto sensitiva. I viticci, dopo essersi piegati per un tocco, si drizzano in due ore circa, e sono allora pronti ad agire di nuovo. Tosto che essi cominciano ad invecchiare, le estremità delle loro due o tre paia di rami divengono uncinati ed allora sembrano formare un eccellente strumento da arraffare, ma qui non è il caso. Giacchè a quest'epoca essi hanno generalmente perduto affatto la loro sensibilità; e quando s'attaccavano a bacchette, alcune non subivano affatto nessuna influenza, ed altre richiedevano da 18 a 24 ore prima d'afferrare tali bacchette; tuttavia poterono utilizzare l'ultimo vestigio d'irritabilità per essere le loro estremità uncinato. Da ultimo i rami laterali si contraggono spiralmemente, ma non lo stelo medio o principale.

*Lathyrus Aphaca*. - Questa pianta è mancante di foglie, tranne durante la sua età primitiva, venendo quelle rimpiazzate da viticci, e le foglie stesse da grandi stipule. Si poteva perciò aspettarsi che i viticci fossero altamente organizzati, ma non la è così. Essi sono mediocrementi lunghi, sottili, e non ramificati colle loro sommità leggermente curvate. Quando sono giovani, sono sensibili su tutti i lati, ma specialmente sul lato concavo dell'estremità. Essi non hanno facoltà di rivoluzione spontanea, ma sono dapprima inclinati all'insù formando un angolo di circa 45°, poi si muovono in posizione orizzontale e per ultimo si piegano all'ingiù. Gl'internodi giovani, d'altra parte, si girano in ellissi e portano con sè i viticci. Due ellissi furono compiute, ciascuna in quasi 5 ore; i loro assi più lunghi sono diretti a formare un angolo di circa 45° coll'asse dell'ellisse precedentemente descritta.

*Lathyrus grandiflorus*. - Le piante osservate erano giovani e crescevano, se non proprio vigorosamente, pure abbastanza, perchè si possa fidarsi delle mie osservazioni. Se è così abbiamo il caso raro che nè gl'internodi nè i viticci si girano. I viticci di piante vigorose sono lunghi oltre quattro pollici e sono spesso divisi in tre rami; le cime sono curvate e sensibili sui loro lati concavi; la parte inferiore dello stelo verticale è propriamente appena sensibile. Quindi quella pianta sembra arrampicarsi semplicemente mediante i suoi viticci, che vengono portati, dall'ingrandimento dello stelo o più efficacemente dal vento, in contatto con oggetti circostanti, che essi allora abbracciano. Posso aggiungere che i viticci o gl'internodi, o gli uni e gli altri insieme della *Vicia sativa* si girano.

COMPOSITAE. - *Mutisia Clematis*. - Si sa bene che l'immensa famiglia delle *Compositae* comprende pochissime piante rampicanti. Abbiamo veduto nella Tavola del primo capitolo che la *Mikania scandens* è una pianta volubile regolare, e F. Müller mi fa sapere che nel Sud del Brasile vi è un'altra specie, che s'arrampica mediante foglie. La *Mutisia* è, per quanto so, l'unico genere della famiglia fornito di viticci: è perciò interessante trovare che questi, benchè alquanto meno mutati dalla loro condizione primitiva di foglie che non la maggior parte d'altri viticci, pure presentano tutti i movimenti caratteristici ordinari, tanto gli spontanei che quelli eccitati dal contatto.

La lunga foglia porta sette od otto foglioline alternate e termina in un viticcio, che, in una pianta di grandezza considerevole, era lungo 5 pollici. Esso consiste generalmente in tre rami; e questi, benchè molto allungati, rappresentano evidentemente i pezioli e le coste mediane di tre foglioline; poichè essi rassomigliano strettamente alle stesse parti in una foglia ordinaria, essendo rettangolari

sulla superficie superiore, solcate ed orlate di verde. Inoltre l'orlatura verde dei viticci di piante giovani si estende talvolta in uno stretto margine o in una stretta lamina. Ogni ramo è curvato un po' all'ingiù ed è leggermente uncinato all'estremità.

Un giovane internodio superiore si girava giudicando da tre rivoluzioni, con una velocità media di un'ora e 38 minuti; percorreva delle ellissi coi loro assi più lunghi diretti ad angolo retto l'uno all'altro; ma la pianta apparentemente non può attorcersi. I pezioli ed i viticci sono egualmente in movimento continuo. Ma il loro movimento è più lento e molto meno regolarmente ellittico di quello degl'internodi. Essi sembrano subire forte influenza dalla luce, giacchè l'intera foglia si abbassa d'ordinario di notte e si rialza di giorno, muovendosi così di giorno in direzione contorta verso occidente. La sommità del viticcio è altamente sensibile sulla superficie inferiore; ed uno, che era stato appena toccato con una bacchetta, si curvò percettibilmente in 3 min., e un altro in 5 min.; la superficie superiore non è punto sensibile; i lati sono mediocrementemente sensibili, sicchè due rami, che erano soffregati sulle loro parti interne, si convergevano e s'incrociavano. Il peziolo della foglia e le parti inferiori del viticcio, a metà fra la fogliolina superiore ed il ramo inferiore, non sono sensibili. Un viticcio, dopo essersi arricciato in causa d'un tocco, si raddrizzò in circa 6 ore ed era pronto ad agire di bel nuovo; ma uno che era stato sì rozzamente soffregato da arrotolarsi ad elice non si drizzò perfettamente se non dopo 13 ore. I viticci conservano la loro sensibilità fino ad età straordinariamente tarda; giacchè uno portato da una foglia con sopra cinque o sei foglie perfettamente sviluppate era ancora attivo. Se un viticcio non prende nulla, dopo un tratto considerevole di tempo le sommità dei rami si arricciano un poco all'interno; ma se abbraccia qualche oggetto si contrae tutto spiralmemente.

SMILACEAE. - *Smilax aspera*, var. *maculata*. - Aug. St-Hilaire <sup>(xxix)</sup> considera che i viticci, che sorgono a paia dal peziolo, sono foglioline laterali modificate; ma Mohl (pagina 41) le classifica come stipule modificate. Questi viticci sono lunghi da pollici 1 1/2 a 2 3/4, sono sottili ed hanno le estremità leggermente curve e puntute. Essi divergono un poco l'uno dall'altro e stanno dapprima quasi ritti. Quando vien soffregato l'uno o l'altro dei loro lati, si piegano adagio da quel lato e dipoi si drizzano di bel nuovo. Il lato posteriore o convesso, posto in contatto con un bastone si curvava appena percettibilmente in un'ora e 20 minuti, ma non lo circondava completamente finchè non erano trascorse 48 ore; il lato concavo di un altro si curvava considerevolmente in 2 ore ed abbracciava un bastone in 5 ore. Di mano in mano che le paia di viticci diventano vecchie, un viticcio diverge sempre più dall'altro ed ambedue si piegano lentamente all'indietro ed all'ingiù, sicchè dopo un certo tempo essi sporgono dalla parte dello stelo opposta a quella da cui sorgono. Essi conservano anche allora la loro sensibilità, e possono afferrare un sostegno posto *dietro* lo stelo. Grazie a questa facoltà, la pianta può salire per un sottil bastone diritto. Da ultimo i due viticci appartenenti allo stesso peziolo, se non vengono in contatto con nessun oggetto, s'incrociano l'un l'altro senza forza dietro lo stelo, come in B nella fig. 7. Questo movimento dei viticci verso lo stelo ed intorno ad esso è, fino ad un certo punto, guidato dalla loro inclinazione a sfuggire la luce; giacchè quando una pianta stava in modo che uno dei viticci era forzato, muovendosi in tal guisa lentamente, a dirigersi verso la luce, e l'altro ad allontanarsi da questa, l'ultimo si muoveva sempre, come ho ripetutamente osservato, più rapidamente del suo vicino. I viticci non si contraggono spiralmemente in nessun caso. La loro sorte di trovare un sostegno dipende dall'aggrandimento della pianta, dal vento e dal lento movimento loro proprio all'indietro ed all'ingiù, il quale come abbiamo or ora veduto, è guidato, fino ad un certo punto, dalla loro inclinazione a sfuggire la luce; poichè nè gl'internodi nè i viticci hanno alcun proprio movimento di rivoluzione. Per quest'ultima circostanza, per i lenti movimenti dei viticci dietro contatto (benchè la loro sensibilità sia conservata per un tempo straordinariamente lungo), per la loro semplice struttura e la loro cortezza, questa pianta è una rampicante meno perfetta di alcuna altra specie fornita di viticci da me osservata. La pianta, quand'è giovane ed alta soltanto alcuni pollici, non produce viticci; e considerando che non diventa alta che circa 8 piedi, che lo stelo è a zig-zag ed è provveduto, come i pezioli, di spine, è sorprendente che sia fornito di viticci, per quanto questi siano relativamente inefficaci. Si avrebbe pensato che questa pianta dovesse arrampicarsi mediante le sue spine soltanto, come i nostri rovi. Appartenendo essa però ad un genere, alcune specie del quale sono fornite di viticci molto più lunghi, possiamo sospettare che essa possieda questi organi solamente per essere discesa da progenitori da questo lato più altamente organizzati.

FUMARIACEAE. - *Corydalis Claviculata*. - Secondo Mohl (p. 43), le estremità dello stelo ramificato, come pure le foglie, sono convertite in viticci. Nei campioni da me esaminati tutti i viticci erano certamente fogliacei, ed è appena credibile che la stessa pianta produca viticci d'una natura omologa molto differente. Tuttavia, da questo rapporto di Mohl, ho classificato questa specie fra le piante a viticci; se la si classificasse esclusivamente secondo i suoi viticci fogliacei, sarebbe incerto se essa non debba venir posta fra le rampicanti mediante foglie, colle sue affini, *Fumaria* e *Adlumia*. Una grande maggioranza dei suoi così detti viticci portano ancora delle foglioline, benchè eccessivamente ridotti in grandezza; ma alcuni pochi fra essi si possono convenientemente chiamare viticci, essendo essi completamente mancanti di lamine o margini. Per conseguenza, noi vediamo qui una pianta in uno stato effettivo di transizione da pianta rampicante mediante foglie a pianta a viticci. Quando la pianta è piuttosto giovane, soltanto le foglie esterne, ma quando è completamente sviluppata, tutte le foglie hanno le loro estremità convertite in viticci più o meno perfetti. Ho esaminato dei campioni provenienti da una località soltanto, cioè dall'Hampshire; e non è improbabile che le piante che crescono in condizioni differenti possano avere le loro foglie un po' più o meno cambiate in veri viticci.

Quando la pianta è tutt'affatto giovane, le prime foglie formate non sono modificate in nessun modo, ma quelle formate in seguito hanno le loro foglioline terminali ridotte in grandezza e tosto tutte le foglie assumono la struttura rappresentata nell'annessa figura 8. Questa foglia portava nove foglioline; le inferiori erano molto suddivise. La porzione terminale del peziolo, lunga circa un pollice e mezzo (al di sopra della fogliolina *f*), è più sottile e più allungata della parte inferiore e si può considerare come un viticcio. Le foglioline portate da questa parte sono di molto ridotte in grandezza, essendo, in media, lunghe circa un decimo di pollice e molto strette; una piccola fogliolina misurava un dodicesimo di pollice in lunghezza ed un settantacinquesimo in larghezza (millim. 2,116 e 0,339), sicchè era di una minutezza quasi microscopica. Tutte le foglioline ridotte hanno nervi diramantisi e terminano in piccole spine, come quelle delle foglioline completamente sviluppate. Si potrebbe tracciare ogni gradazione, fino a ramoscelli (come *a* e *d* nella figura), i quali non presentano nessun vestigio di una lamina o di un margine. Talvolta tutti i ramoscelli terminali del peziolo sono in questa condizione ed abbiamo allora un vero viticcio.

I vari rami terminali del peziolo i quali portano le foglioline molto ridotte (*a*, *b*, *c*, *d*) sono altamente sensibili, giacchè un laccetto di filo del peso di un sedicesimo di grano soltanto (milligrammi 4,05) li fece curvare assai in meno di 4 ore. Quando il laccetto fu levato, i pezioli si drizzarono circa nello stesso tempo. Il peziolo (*e*) era un po' meno sensibile; ed in un altro campione, in cui il peziolo corrispondente portava foglioline alquanto maggiori, un laccetto di filo del peso di un ottavo di grano non produsse curvatura, finchè non furono scorse 16 ore. Laccetti di filo del peso d'un quarto di grano, lasciato sospeso sui pezioli inferiori (*f* ad *l*) per parecchi giorni, non produsse effetto. Tuttavia i tre pezioli *f*, *g* ed *h* non erano affatto insensibili, giacchè, lasciati in contatto con un bastone per un giorno o due, vi si arricciarono lentamente intorno. Così la sensibilità del peziolo diminuisce gradatamente dall'estremità a forma di viticcio alla base. Gl'internodi dello stelo non sono punto sensitivi, ciò che fa ancora più sorprendente, per non dire improbabile, l'asserzione di Mohl, che essi vengano talvolta convertiti in viticci.

L'intera foglia, quando è giovane e sensibile, sta quasi verticalmente all'insù, ciò che abbiamo veduto essere di molti viticci. Essa è in continuo movimento, ed una, che io osservai, descrisse, ad una velocità media di circa 2 ore per ogni rivoluzione, delle ellissi grandi, benchè irregolari, le quali erano ora strette, ora larghe, coi loro assi più lunghi diretti a punti differenti della circonferenza. Gl'internodi giovani girano del pari irregolarmente in ellissi o in ispire, sicchè con questi movimenti combinati veniva percorso uno spazio considerevole in cerca di un sostegno. Se la porzione terminale ed assottigliata di un peziolo non riesce ad afferrare alcun oggetto, si piega da ultimo all'ingiù e verso l'interno, e perde tosto ogni irritabilità ed ogni facoltà di movimento. Questo piegarsi all'ingiù differisce molto in natura da quello che fanno le estremità delle foglie giovani in molte specie di *Clematis*; poichè queste, quando sono piegate in giù, o ad uncino, acquistano per la prima volta il loro grado completo di sensibilità.

*Dicentra thalictrifolia*. - In questa pianta affine la metamorfosi delle foglioline terminali è completa, ed esse sono convertite in viticci perfetti. Quando la pianta è giovane, i viticci sembrano come rami modificati, ed un botanico distinto credeva che fossero di tal natura; ma in una pianta

completamente sviluppata non vi può essere dubbio, come m'assicura il dottore Hooker, che non siano foglie modificate. Quando sono di grandezza completa, sono lunghi oltre 5 pollici; essi si biforcano due, tre ed anche quattro volte; le loro estremità sono uncinata ed ottuse. Tutti i rami dei viticci sono sensibili su tutti i lati, ma la porzione basale dello stelo principale non lo è che leggermente. I rami terminali soffregati leggermente con una bacchetta, si curvavano nel corso di 30 a 42 minuti, e si drizzavano in 10 a 20 ore.

Un laccetto di filo del peso di un ottavo di grano fece curvare evidentemente i rami più sottili, il che fece pur talvolta un laccetto del peso di un sedicesimo di grano; ma quest'ultimo peso, benchè lasciato sospeso, non bastò a produrre una flessione permanente. L'intera foglia col suo viticcio, nonchè i giovani internodi superiori, si girano vigorosamente e rapidamente, benchè irregolarmente, e percorrono così uno spazio largo. La figura descritta sopra un vetro da campana era una spira irregolare o una linea spezzata. Quella che più si avvicinava ad un'ellisse era una figura di 8 allungata, con una estremità un poco aperta, e questa fu compiuta in un'ora e 53 minuti. Durante un periodo di 6 ore e 17 minuti un altro germoglio fece una figura complessa, rappresentante apparentemente tre ellissi e mezza. Quando la parte inferiore del peziolo, fornita di foglioline, era saldata sicuramente, il viticcio stesso descriveva figure simili, ma molto minori.

Questa specie s'arrampica bene. I viticci, dopo aver abbracciato un bastone, diventano più grossi e più rigidi; ma gli uncini ottusi non girano nè s'adattano alla superficie del sostegno, come fanno in modo sì perfetto alcune *Bignoniaceae* e la *Cobaea*. I viticci di piante giovani, alte due o tre piedi, sono soltanto di metà lunghezza di quelli portati dalla pianta medesima divenuta più alta, e non si contraggono spiralmemente, dopo aver abbracciato un sostegno, ma diventano soltanto leggermente flessuosi. Viticci di grandezza completa d'altronde si contraggono spiralmemente, ad eccezione della grossa porzione basale. Viticci che non hanno afferrato nulla si piegano semplicemente all'ingiù e verso l'interno, come le estremità delle foglie di *Corydalis claviculata*. Ma in tutti i casi, dopo un certo tempo, il peziolo si curva angolarmente e bruscamente all'ingiù come quello dell'*Eccremocarpus*.

## CAPITOLO IV.

### PIANTE A VITICCI (*Contin.*)

*Cucurbitaceae*. - Natura omologa dei viticci. - *Echinocystis lobata*, movimenti notevoli dei viticci per evitare d'afferrare il germoglio terminale. - Viticci non eccitati dal contatto con un altro viticcio o da gocce d'acqua. - Movimento ondulatorio dell'estremità del viticcio. - *Hanburya*, dischi aderenti. - *Vitaceae*. - Gradazione fra i peduncoli dei fiori ed i viticci della vite. - I viticci della vite vergine girano allontanandosi dalla luce, e dopo il contatto sviluppano dischi adesivi. - *Sapindaceae*. - *Passifloraceae*. - *Passiflora gracilis*. - Rapido movimento di rivoluzione e sensitività dei viticci. - Insensibili al contatto d'altri viticci o di gocce d'acqua. - Contrazione spirale dei viticci. - Sommario sulla natura ed azione dei viticci.

CUCURBITACEAE. - I viticci di questa famiglia sono stati classificati da giudici competenti come foglie, stipule o rami modificati; o come fossero in parte foglia ed in parte ramo. De Candolle crede che i viticci differiscano nella loro natura omologa in due delle tribù<sup>(xxx)</sup>. Da fatti addotti recentemente, il sig. Berkeley crede che l'opinione di Payer sia la più probabile, cioè, che il viticcio sia «una porzione separata della foglia stessa»; ma si può dir molto in favore dell'opinione ch'esso sia un peduncolo di fiore modificato<sup>(xxxi)</sup>.

*Echinocystis lobata*. - Numerose osservazioni furono fatte su questa pianta (allevata dalla semente e speditami dal prof. Asa Gray), giacchè i movimenti spontanei di rivoluzione degl'internodi e dei viticci furono per la prima volta da me osservati in questo caso e mi posero in grande perplessità. Le mie osservazioni possono ancora ora venire di molto compendiate. Osservai trentacinque rivoluzioni degl'internodi e dei viticci; la velocità minore fu di 2 ore e la velocità Media, senza grandi fluttuazioni, fu di un'ora e 40 min. Talvolta legai gl'internodi, sicchè si muovevano i soli viticci; altre volte troncai i viticci quand'erano giovani, sicchè gl'internodi girassero da sè; ma la velocità non era così attaccata. La direzione generalmente tenuta era secondo il sole, ma spesso era l'opposta. Talora il movimento s'arrestava o s'invertiva per breve tempo; e ciò dipendeva evidentemente dall'interposizione della luce, come, per esempio, quando si poneva una pianta presso una finestra. In un caso, un viticcio vecchio, che aveva quasi cessato di girare, si muoveva in una direzione, mentre un viticcio giovane al di sopra si muoveva in direzione contraria. I due internodi superiori girano soli; e tosto che l'inferiore diventa vecchio, continua a muoversi soltanto la sua parte superiore. Le ellissi ed i cerchi descritti dalle cime degl'internodi hanno circa 3 pollici di diametro; mentre quelli descritti dalle cime dei viticci hanno da 15 a 16 pollici di diametro. Durante il movimento di rivoluzione gl'internodi si curvano successivamente verso tutti i punti della periferia; in una parte del loro corso essi sono spesso inclinati, insieme coi viticci, a circa 45° coll'orizzonte, ed in un'altra parte stanno verticalmente. Nell'aspetto degl'internodi in rivoluzione v'era qualche cosa che dava continuamente la falsa impressione che il loro movimento dipendesse dal peso del lungo viticcio, che si girava spontaneamente; ma, troncando questo con forbici affilate, la cima del germoglio s'alzava soltanto un poco e continuava a girare. Questo falso aspetto dipende evidentemente dagl'internodi e dai viticci, che si curvano e si muovono tutti armonicamente insieme.

Un viticcio che girava, benchè inclinato per la maggior parte del suo corso ad un angolo di circa 45° (in un caso di 37° soltanto) al di sopra dell'orizzonte, s'irrigidì e si drizzò dalla sommità alla base in una certa parte del suo corso, divenendo così quasi o interamente verticale. Fui testimone di ciò ripetute volte, e ciò avvenne tanto quando gl'internodi di sostegno erano liberi, come quando erano legati; ma era forse massimamente evidente nell'ultimo caso, o quando l'intero germoglio era accidentalmente molto inclinato. Il viticcio forma un angolo molto acuto coll'estremità sporgente dello stelo o del germoglio; e l'irrigidimento avveniva sempre quando il viticcio s'avvicinava od aveva da passare sopra il germoglio nel suo corso circolare. Se non avesse posseduto ed esercitato questa facoltà curiosa, avrebbe infallibilmente percosso contro l'estremità del germoglio e si sarebbe fermato. Tosto che il viticcio co' suoi tre rami comincia ad irrigidirsi in tal modo ed a sollevarsi da una posizione inclinata ad una verticale, il movimento di rivoluzione diventa più rapido, e tosto che

il viticcio è riuscito a passare sopra l'estremità del germoglio, o punto di difficoltà, il suo movimento, coincidendo con quello del suo peso, lo fa spesso cadere nella sua posizione precedentemente inclinata sì rapidamente, che si potrebbe vedere il suo apice procedere come la lancetta minuta di un orologio gigantesco.

I viticci sono sottili, lunghi da 7 a 9 pollici, con un paio di rami laterali corti, che sorgono non lungi dalla base. La cima è leggermente e permanentemente curvata, in modo da agire fino ad un certo punto come un uncino. Il lato concavo e della cima è altamente sensitivo ad un tocco; ma non è così il lato convesso, come Mohl (pag. 65) osservò parimenti essere il caso nelle altre specie della famiglia. Io provai ripetutamente questa differenza soffregando leggermente quattro o cinque volte la parte convessa di un viticcio, e soltanto una o due volte la parte concava di un altro viticcio, e questo soltanto s'arricciò verso l'interno. In alcune ore dipoi, quando i viticci che erano stati soffregati sulla parte concava si erano drizzati, invertii il processo di soffregamento e sempre collo stesso risultato. Dopo aver toccata la parte concava, la cima si curva sensibilmente in uno o due minuti, e dipoi, se il tocco è stato affatto rozzo, si arrotola ad elice. Ma l'elice si drizza dopo un certo tempo ed è di nuovo pronto ad agire. Un laccetto di filo sottile del peso di un sedicesimo di grano soltanto produceva una flessione temporanea. La parte inferiore era ripetutamente soffregata piuttosto rozzamente, ma non ne seguiva incurvamento; tuttavia questa parte è sensibile a pressione prolungata, giacchè quando veniva in contatto con un bastone, si avviticchiava lentamente intorno ad esso.

Una delle mie piante portava due germogli vicini fra loro, ed i viticci erano ripetutamente tratti l'uno attraverso all'altro, ma è un fatto singolare che non si siano una volta afferrati l'un l'altro. Sembrerebbe fossero abituati al contatto di questa specie, giacchè la pressione così prodotta deve essere stata molto maggiore di quella prodotta da un laccetto di filo molle del peso di un sedicesimo di grano soltanto. Ho però veduto parecchi viticci di *Bryonia dioica* intrecciati, ma essi si scioglievano dipoi l'uno dall'altro. I viticci dell'*Echinocystis* sono abituati anche a gocce d'acqua od alla pioggia, giacchè pioggia artificiale, fatta collo scuotere violentemente sopra di essi una spazzola bagnata, non produsse il minimo effetto.

Il movimento di rivoluzione d'un viticcio non viene formato dal curvarsi della sua estremità, dopo che è stata toccata. Quando uno dei rami laterali ha saldamente abbracciato un oggetto, il ramo di mezzo continua a girare. Quando uno stelo è piegato giù ed assicurato, sicchè il viticcio penda, ma resti libero di muoversi, il suo movimento precedente di rivoluzione viene quasi od interamente fermato; ma esso comincia tosto a piegarsi all'insù, e subito che è diventato orizzontale, il movimento di rivoluzione ricomincia. Provai ciò quattro volte; il viticcio s'alzò generalmente fino alla posizione orizzontale in un'ora ad un'ora e mezzo; ma in un caso, in cui un viticcio pendeva formando un angolo di 45 sotto l'orizzonte, impiegò 2 ore per sollevarsi; in mezz'ora dipoi si alzò a 23° sopra l'orizzonte e dipoi ricominciò a girare. Questo movimento verso l'alto è indipendente dall'azione della luce, poichè ebbe luogo due volte all'oscuro, ed in un altro caso la luce veniva da un lato soltanto. Il movimento è senza dubbio guidato dall'opposizione alla forza di gravità, come nel caso dell'ascesa delle piumette di semi germinanti. Un viticcio non conserva a lungo la sua facoltà di girare; e tosto che questa perduta, esso si piega all'ingiù e si contrae spiralmemente. Dopo che il movimento di rivoluzione è cessato, la cima conserva ancora per breve tempo la sua sensibilità al contatto, ma ciò può essere di piccola o di nessuna utilità alla pianta.

Benchè il viticcio sia assai flessibile e l'estremità proceda in circostanze favorevoli alla velocità di circa un pollice in due minuti ed un quarto, tuttavia la sua sensibilità al contatto è sì grande, che è molto difficile che non riesca talvolta ad afferrare un bastone sottile posto sulla sua strada. Il caso seguente mi cagionò grande sorpresa: posi un bastone sottile, liscio e cilindrico (e ripetei l'esperimento sette volte), sì distante da un viticcio, che la sua estremità non poteva arricciarsi intorno che per metà o tre quarti; ma io trovai sempre che la sommità faceva in modo da arricciarsi intorno, nel corso di alcune ore, due od anche tre volte. Dapprima credetti che ciò dipendesse dall'aggrandimento rapido della parte esterna; ma mediante punti colorati e misurazioni provai che non aveva avuto luogo un sensibile aumento di lunghezza durante quel tempo. Quando si collocava allo stesso modo un bastone piatto da un lato, la sommità non poteva arricciarsi oltre la superficie piatta, ma si avvolgeva ad elice, che girando da una parte, si posava piatto sulla piccola superficie piatta di legno. In un caso, una porzione di viticcio lunga tre quarti di pollice era così



trascinata verso la superficie piatta dall'elice, che si avvolgeva al di dentro. Ma il viticcio acquista in tal modo un sostegno molto mal sicuro e generalmente dopo un certo tempo sdrucchiola giù. La formazione dell'elice sul lato piatto del bastone ci mostra evidentemente che lo sforzo continuo della sommità per arricciarsi strettamente al di dentro dà la forza che trascina il viticcio intorno un bastone liscio e cilindrico. In questo ultimo caso, mentre il viticcio strisciava lentamente ed affatto insensibilmente in avanti, osservai parecchie volte, mediante una lente, che l'intera superficie non era in istretto contatto col bastone; e non posso comprendere il progresso in avanti, se non supponendo che il movimento sia leggermente ondulatorio o vermicolare, e che la cima si drizzi alternativamente un poco e poi si arricci di nuovo verso l'interno. Esso si trascina in tal guisa in avanti con un movimento insensibilmente lento ed alternato, che si può paragonare a quello d'un uomo forte sospeso per le estremità delle sue dita ad una pertica orizzontale e che spinge le sue dita allo innanzi finchè può afferrare la pertica colla palma della mano. In qualunque modo ciò sia, il fatto è certo che un viticcio, che abbia afferrato un bastone rotondo colla sua punta estrema, può spingersi all'innanzi finchè sia passato due od anche tre volte intorno al bastone e lo abbia afferrato permanentemente.

*Hanburya mexicana*. - I giovani internodi ed i viticci di questo membro anomalo della famiglia si girano nel modo stesso e colla stessa velocità di quelli dell'*Echynocystis*. Lo stelo non si avviticchia, ma può salire per un bastone diritto mediante i suoi viticci. La cima concava del viticcio è molto sensibile; dopo essersi avvolta rapidamente ad anello in conseguenza d'un solo tocco, si drizzò in 50 min. Il viticcio, quando è in piena azione, sta verticalmente, coll'estremità sporgente del giovane stelo gettata un po' da una parte, in modo da non essere sulla strada; ma il viticcio porta sulla parte interna, presso la sua base, un ramo corto e rigido che sporge ad angoli retti come uno sprone, colla metà terminale arcuata un poco all'ingiù. Quindi, a mano a mano che gira il principale ramo verticale, lo sprone, per la sua posizione e rigidità, non può passare sopra l'estremità del germoglio nello stesso modo curioso che tengono tre rami del viticcio dell'*Echinocystis*, cioè, irrigidendosi al punto opportuno. Lo sprone è perciò compresso lateralmente contro il giovane stelo in una parte del corso di rivoluzione, e così il cammino della parte inferiore del ramo principale è molto limitato. Un bel caso di coadattazione si presenta qui: in tutti gli altri viticci da me osservati i vari rami diventano sensibili allo stesso periodo: se fosse stato così anche dell'*Hanburya*, il ramo a sprone rivolto all'interno, essendo compresso, durante il movimento di rivoluzione, contro l'estremità sporgente del germoglio, l'avrebbe infallibilmente afferrato in modo inutile o dannoso. Ma il ramo principale del viticcio, dopo aver girato per un certo tempo in una posizione verticale, si piega spontaneamente all'ingiù; e così facendo alza il ramo a sprone, che pure si curva all'insù; sicchè con questi movimenti combinati esso si alza al di sopra dell'estremità sporgente del germoglio e può ora muoversi liberamente senza toccare il germoglio; ed ora per la prima volta diventa sensibile.

Le cime d'ambo i rami, quando vengono in contatto con un bastone, lo afferrano, come qualunque viticcio ordinario. Ma nel corso di alcuni giorni la superficie inferiore si gonfia e si sviluppa in uno strato cellulare, che si adatta strettamente al legno e vi aderisce saldamente. Questo strato è analogo ai dischi adesivi formati dalle estremità dei viticci d'alcune specie di *Bignonia* e d'*Ampelopsis*; ma nell'*Hanburya* lo strato è sviluppato lungo la superficie terminale interna, talvolta per un tratto di un pollice e tre quarti e non alla estremità della cima. Lo strato è bianco, mentre il viticcio è verde, e presso la sommità è talvolta più grosso del viticcio stesso; esso si stende generalmente un po' oltre i lati del viticcio, ed è orlato con libere cellule allungate, che hanno teste globulari od a forma di storta ingrandite. Questo strato cellulare secerne evidentemente del cemento resinoso; giacchè la sua adesione al legno non veniva diminuita da un'immersione di 24 ore nell'alcool o nell'acqua; ma essa si scioglieva affatto mediante un'immersione eguale nell'etere e nella trementina. Dopo che un viticcio si è una volta ripiegato saldamente intorno ad un bastone, è difficile immaginare di quale utilità può essere lo strato cellulare adesivo. In conseguenza della contrazione spirale, che ha luogo tosto, i viticci non possono mai, tranne in un caso, restare in contatto con un palo grosso od una superficie quasi piatta; se si fossero attaccati presto mediante lo strato adesivo, questo sarebbe stato evidentemente utile alla pianta.

I viticci di *Bryonia dioica*, *Cucurbita ovifera*, e *Cucumis sativa* sono sensibili e girano. Non osservai se girino anche gl'internodi. Nell'*Anguria Warscewiczii* gl'internodi, benchè grossi e rigidi,

girano: in questa pianta la superficie inferiore del viticcio, qualche tempo dopo aver abbracciato un bastone, produce uno strato grossolanamente cellulare o un cuscino che s'adatta strettamente al legno, come quello del viticcio di *Hanburya*; ma non è menomamente adesivo. Nella *Zanonia indica*, che appartiene ad una tribù diversa della famiglia, i viticci forcuti e gli internodi girano in periodi fra 2 ore ed 8 min. e 3 ore e 35 min., muovendosi contro il sole.

VITACEAE. - In questa famiglia e nelle due seguenti, cioè le *Sapindaceae* e le *Passifloraceae*, i viticci sono peduncoli di fiori modificati e sono perciò di nature assile. In questo riguardo differiscono da tutti quelli descritti precedentemente, ad eccezione, forse, delle *Cucurbitaceae*. Tuttavia la natura omologa non sembra apportare nessuna differenza nella sua azione.

*Vitis vinifera*. - Il viticcio è grosso e molto lungo; uno di una vite che cresceva all'aria aperta e non vigorosamente, era lungo 16 poll. Esso consiste d'un peduncolo (A, fig. 9), che porta due rami divergenti da esso egualmente. Uno dei rami (B) ha una scaglia alla sua base; esso è sempre, per quanto ho veduto, più lungo dell'altro e spesso si biforca. I rami, quando sono soffregati, si curvano e dipoi si drizzano. Dopo che un viticcio ha afferrato qualche oggetto colla sua estremità, si contrae spiralmemente; ma ciò non avviene (Palm, p. 56) quando nessun oggetto è stato afferrato. I viticci si muovono spontaneamente da un lato all'altro; ed in un giorno molto caldo uno fece due rivoluzioni ellittiche con una velocità media di 2 ore e 15 min. Durante questi movimenti una linea colorata, tracciata lungo la superficie convessa, apparve dopo un certo tempo da un lato, poi sulla parte concava, poi dal lato opposto, e finalmente di bel nuovo sulla parte convessa. I due rami dello stesso viticcio hanno movimenti indipendenti. Dopo che un viticcio ha spontaneamente girato per un certo tempo, si piega dalla luce verso l'oscuro: non asserisco ciò sulla mia propria autorità, ma su quella di Mohl e di Dutrochet. Mohl (p. 77) dice che sopra una vite piantata contro un muro i viticci mirano verso questo, ed in un vigneto mirano generalmente più o meno al nord.

Gli internodi giovani si girano spontaneamente; ma il movimento è straordinariamente leggero. Un germoglio guardava verso una finestra, ed io tracciai il suo cammino sul vetro durante due giorni caldi e perfettamente calmi. In uno di questi giorni esso descrisse nel corso di dieci ore una spirale, rappresentante due ellissi e mezza. Posi un vetro da campana anche sopra una giovane vite di moscato nella serra calda, ed essa fece ogni giorno tre o quattro rivoluzioni ovali molto piccole, muovendosi il germoglio per meno di mezzo pollice da un lato all'altro. Se non avesse fatto almeno tre rivoluzioni mentre il cielo era uniformemente offuscato, avrei attribuito questo grado leggiero di movimento all'azione variabile della luce. L'estremità dello stelo è più o meno piegata all'ingiù, ma non inverte mai il suo incurvamento, come ciò avviene generalmente colle piante volubili.

Vari autori (Palm, p. 55; Mohl, p. 45; Lindley, ecc.) credono che i viticci della vite siano peduncoli di fiori modificati. Riporto qui un disegno (fig. 10) dello stato ordinario d'un giovane tralcio florale: esso consiste del «peduncolo comune» (A); del «viticcio florale» (B), che è rappresentato abbracciato ad una bacchetta; e del «sub-peduncolo» (C), che porta i bottoni dei fiori. Il tutto si muove spontaneamente, come un vero viticcio, ma in minor grado; il movimento però è maggiore quando il sub-peduncolo (C) non porta molti bottoni di fiori. Il peduncolo comune (A) non ha la facoltà d'abbracciare un sostegno, come non l'ha la parte corrispondente di un vero viticcio. Il viticcio di fiore (13) è sempre più lungo del sub-peduncolo (C) ed ha una scaglia alla sua base; talvolta esso si biforca e perciò corrisponde in ogni dettaglio al ramo più lungo fornito di scaglia (B, fig. 9) del viticcio vero. Esso è però inclinato all'indietro del sub-peduncolo (C), o gli sta ad angolo retto ed è così adatto ad aiutare a portare il futuro grappolo d'uva. Quando è soffregato si curva e dipoi si drizza; e può, come si vede nel disegno, afferrare saldamente un sostegno. Io ho veduto un oggetto molle come una giovane foglia di vite afferrata da un viticcio.

La parte inferiore e nuda del sub-peduncolo (C) è pure leggermente sensibile ad un soffregamento, ed io l'ho veduta piegata intorno ad un bastone ed anche in parte intorno ad una foglia, con cui era venuta in contatto. È ben dimostrato che il sub-peduncolo ha la stessa natura del ramo corrispondente d'un viticcio ordinario, quando esso non porta che alcuni fiori; giacchè in questo caso diviene meno ramificato, aumenta in lunghezza e guadagna tanto in sensibilità che in facoltà di movimento spontaneo. Ho veduto due volte nei sub-peduncoli che portavano da trenta a quaranta bottoni di fiore e che si erano considerevolmente allungati e completamente avviticchiati intorno a bottoni, precisamente come veri viticci. La intera lunghezza d'un sub-peduncolo, non provveduto che d'undici bottoni di fiore, si curvò rapidamente, quando fu leggermente soffregato;

ma anche questo piccolo numero di fiori rese il gambo meno sensibile dell'altro ramo, cioè del viticcio di fiore; poichè questo dopo un soffregamento più leggero si curvò più rapidamente ed in maggior grado. Ho veduto un sub-peduncolo densamente coperto di bottoni di fiore, con uno dei suoi rametti laterali più alti fornito per qualche causa di due soli bottoni; e questo rametto s'era molto allungato e s'era spontaneamente impadronito d'una bacchetta vicina; in fatto esso formava un piccolo sub-viticcio. La crescente lunghezza del sub-peduncolo (C) col numero scemante dei bottoni di fiore è un bell'esempio della legge di compensazione. In accordo con questo stesso principio il vero viticcio nel suo insieme è sempre più lungo del gambo a fiori; per esempio sulla stessa pianta, il più lungo gambo da fiori (misurato dalla base del peduncolo comune alla cima del viticcio di fiore) era lungo otto pollici e mezzo, mentre il più lungo viticcio era lungo quasi il doppio, cioè 16 pollici.

Le gradazioni dallo stato ordinario d'un gambo a fiori, com'è rappresentato nel disegno (fig. 10), e quello d'un viticcio vero (fig. 9) sono complete. Abbiamo veduto che il sub-peduncolo (C), quando porta ancora da trenta a quaranta bottoni di fiore, diventa talvolta un po' allungato ed assume in parte tutti i caratteri del ramo corrispondente d'un vero viticcio. Da questo stato noi possiamo tracciare ogni studio, finchè veniamo ad un viticcio perfetto di piena grandezza, fornito sul ramo che corrisponde al sub-peduncolo un solo bottone di fiore! Quindi non vi può esser dubbio che il viticcio è un peduncolo di fiore modificato.

Un'altra specie di gradazione merita veramente di essere menzionata. I viticci di fiore (B, fig. 10) producono talvolta alcuni bottoni di fiore. Per esempio, sopra una vite che cresceva contro la mia casa, v'erano tredici e ventidue bottoni di fiore rispettivamente su due viticci di fiore, che conservavano ancora le loro qualità caratteristiche di sensibilità e movimento spontaneo, ma in grado alquanto minore. Sulle viti nelle serre, sono prodotti talvolta sui viticci fiorali tanti fiori che ne risulta un doppio grappolo d'uva; e questo è chiamato tecnicamente dai giardinieri *cluster*. In questo stato l'intero gruppo di fiori presenta appena qualche somiglianza con un viticcio; e, giudicando dai fatti già riferiti, possederebbe probabilmente poca forza d'abbracciare un sostegno o di movimento spontaneo. Tali gambi da fiori rassomigliano strettamente nella struttura a quelli portati dal *Cissus*. Questo genere appartenente alla stessa famiglia delle *Vitaceae* produce dei viticci bene sviluppati e dei soliti gruppi di fiori; ma non vi sono gradazioni fra i due stati. Se il genere *Vitis* fosse stato sconosciuto, il più ardito partigiano della modificazione delle specie non avrebbe mai supposto che lo stesso individuo, allo stesso periodo di sviluppo, avesse offerto ogni possibile gradazione fra gambi fiorali ordinari per il sostegno dei fiori e delle frutta ed i viticci adoperati esclusivamente per arrampicarsi. Ma la vite ci dà chiaramente un tal esempio; ed esso mi pare una prova di transizione sorprendente e curiosa quanto si può immaginare.

*Cissus discolor*. - I giovani germogli non mostrano maggior movimento di quello di cui possono render ragione le variazioni giornaliere nell'azione della luce. I viticci si girano però con molta regolarità, seguendo il sole, e, nelle piante da me osservate, descrivevano circoli del diametro di circa 5 pollici. Cinque circoli furono compiuti nei seguenti periodi di tempo: 4 ore e 45 min., 4 ore e 50 min., 4 ore e 45 min., 4 ore e 30 min. e 5 ore. Lo stesso viticcio continua a girare per 3 o 4 giorni. I viticci sono lunghi da 3 pollici e mezzo a 5 pollici. Essi sono formati d'un lungo gambo, che porta due rami corti, i quali su piante vecchie si biforcano di bel nuovo. I due rami non sono di lunghezza perfettamente eguale; e come sulla vite, il più lungo ha una scaglia alla sua base. Il viticcio sta verticalmente; l'estremità del germoglio è piegata bruscamente all'ingiù e questa posizione è probabilmente utile alla pianta, permettendo al viticcio di girare liberamente e verticalmente.

Ambo i rami del viticcio, quando sono giovani, sono altamente sensitivi. Un tocco con un pennello, sì delicato da muovere appena soltanto un viticcio portato dall'estremità d'un lungo germoglio flessibile, bastò a farlo curvare percettibilmente in quattro o cinque minuti. Esso si drizzò di nuovo in alquanto più di un'ora. Un laccetto di filo molle del peso di un settimo di grano (milligr. 9,25) fu provato per tre volte, ed ogni volta fece curvare il viticcio in 30 o 40 min. La metà di questo peso non produsse nessun effetto. Il lungo gambo è molto meno sensibile, giacchè un leggiero soffregamento non produceva nessun effetto, benchè il contatto prolungato con un bastone lo facesse piegare. I due rami sono sensibili su tutti i lati. Sicchè convergono se sono toccati sui loro lati interni e divergono se sono toccati sui loro lati esterni. Se un ramo è toccato

contemporaneamente con egual forza sui lati opposti, ambo i lati vengono egualmente stimolati e non v'è movimento. Prima d'esaminare questa pianta, avevo osservato soltanto dei viticci che sono sensibili sopra un lato soltanto, e questi, quando sono compressi leggermente fra l'indice ed il pollice si curvano; ma pizzicando così molte volte i viticci del *Cissus* non ne seguiva incurvamento ed io argomentai dapprima falsamente che non fossero punto sensibili.

*Cissus antarcticus*. - I viticci d'una pianta giovane erano grossi e dritti, colle cime un po' curvate. Quando le loro superficie concave furono soffregate, ed era necessario far ciò con una certa forza, essi si curvarono molto adagio, e dipoi si raddrizzarono. Essi sono perciò molto meno sensibili di quelli dell'ultima specie, ma fecero due rivoluzioni, seguendo il sole, alquanto più rapidamente, cioè, in 3 ore e 30 min. e 4 ore. Gl'internodi non girano.

*Ampelopsis hederaceae* (vite vergine). - Gl'internodi non si muovono evidentemente più di quello, onde può rendere ragione l'azione variabile della luce. I viticci sono lunghi da 4 a 5 pollici, collo stelo principale che emette parecchi rami laterali, che hanno le loro estremità curvate, come si può vedere nella figura 11. Essi non offrono nessun vero movimento spontaneo di rivoluzione, ma girano come fu lungo tempo osservato da Andrea Knight<sup>(xxxii)</sup>, dalla luce verso l'oscuro. Ho veduto parecchi viticci muoversi in meno di 24 ore, percorrendo un angolo di 180° verso il lato oscuro della cassa in cui era collocata la pianta, ma il movimento è talvolta molto più lento. I vari rami laterali si muovono spesso indipendentemente l'uno dall'altro, e talvolta irregolarmente, senza alcuna causa apparente. Questi viticci sono meno sensibili ad un tocco di alcuni altri da me osservati. Soffregando pian piano ma ripetutamente con una bacchetta i rami laterali, ma non lo stelo principale, essi divennero nel corso di 3 o 4 ore leggermente curvati; ma sembravano aver appena la facoltà di raddrizzarsi. I viticci d'una pianta, che era strisciata sopra un grande bosso, afferrarono parecchi dei rami; io ho veduto ripetutamente ch'essi si ritiravano dopo aver afferrato un bastone. Quando trovano una superficie piatta di legno od un muro (e questo è appunto ciò per cui sono evidentemente adattati), girano tutti i loro rami verso di esso e stendendoli lungamente separati, portano le loro cime uncinata lateralmente in contatto con esso.

Nel corso di circa due giorni dopo che un viticcio ha disposto i suoi rami in modo da premere su qualche superficie, le cime curvate si gonfiano, diventano d'un rosso brillante e formano sulle loro faccie inferiori i piccoli dischi o cuscini ben noti, ai quali aderiscono saldamente. In un caso le cime si gonfiarono leggermente in 38 ore dopo esser venute in contatto con un mattone; in un altro caso si gonfiarono considerevolmente in 48 ore ed in altre 24 ore s'attaccarono saldamente ad una tavola liscia; e finalmente, le cime d'un viticcio più giovane non solo si gonfiarono, ma s'attaccarono ad un muro coperto di stucco in 42 ore. Questi dischi adesivi somigliano, tranne nel colore o nell'esser più grandi, a quelli di *Bignonia capreolata*. Quando si sviluppavano in contatto con una palla di stoppa, le fibre erano involuppate separatamente, ma non in modo sì efficace come della *B. capreolata*. I dischi non si sviluppano mai, per quanto ho veduto, senza lo stimolo del contatto almeno temporaneo con qualche oggetto<sup>(xxxiii)</sup>. Essi si formano generalmente prima sopra un lato della cima curvata, che spesso cambia tutta d'aspetto, tanto che una linea del tessuto verde originale può venir tracciata soltanto lungo la superficie concava. Tuttavia quando un viticcio ha afferrato un bastone cilindrico, si forma talvolta un orlo irregolare od un disco lungo la superficie interna a piccola distanza dalla cima curvata; ciò fu osservato anche da Mohl (p. 71). I dischi consistono in cellule aggrandite, con superficie emisferiche, lisce, sporgenti, di color rosso; sono dapprima ripieni di fluido (vedi sezione data da Mohl, p. 70), ma da ultimo diventano legnosi.

Aderendo tosto i dischi saldamente a superficie lisce, quali quelle del legno piallato o dipinto, o alla foglia liscia dell'edera, ciò soltanto rende probabile che essi secernano del cemento, come è stato asserito da Malpighi (citato da Mohl, p. 71). Levai da un muro coperto di stucco un corto numero di dischi formati durante l'anno precedente e li lasciai per alcune ore nell'acqua calda, acido acetico diluito ed alcool; ma i granelli petrosi attaccati non vennero staccati. L'immersione nell'etere solforico per 24 ore ne staccò molti; ma gli olii essenziali riscaldati (provai l'olio di timo e di menta piperita) sciolsero completamente ogni particella di pietra nel corso di alcune ore. Ciò sembra provare che vien secreto del cemento resinoso. Tuttavia la quantità deve esser piccola; giacchè quando una pianta ascendeva un muro intonacato leggermente, i dischi aderivano saldamente all'intonaco; ma siccome il cemento non penetrava mai lo strato sottile, venivano ritirati facilmente, insieme alle scaglette dell'intonaco. Non si deve supporre che l'aderenza sia prodotta

esclusivamente dal cemento; giacchè l'escrescenza cellulare avvolge completamente ogni sporgenza minuta ed irregolare e s'insinua in ogni crepaccio.

Un viticcio, che non s'è attaccato a nessun corpo, non si contrae spiralmemente, e nel corso di una settimana o due si raggrinza in un filo finissimo, appassisce e cade. Un viticcio attaccato d'altro canto, si contrae spiralmemente e così diventa altamente elastico, sicchè quando si tira il gambo principale, lo sforzo è egualmente distribuito fra tutti i dischi attaccati. Per alcuni giorni dopo l'aderenza dei dischi, il viticcio resta debole e fragile, ma aumenta rapidamente in grossezza ed acquista gran forza. Durante l'inverno seguente cessa di vivere, ma aderisce saldamente allo stato morto al proprio stelo ed alla superficie d'aderenza. Nel diagramma riportato (fig. 11) vediamo la differenza fra un viticcio (B) alcune settimane dopo la sua aderenza ad un muro ed uno della stessa pianta, completamente sviluppato ma non aderente. Che il mutamento della natura dei tessuti, come pure la contrazione spirale, dipendano dalla formazione dei dischi è ben dimostrato da alcuni rami laterali che non si sono attaccati; giacchè questi in una settimana o due appassiscono e cadono, nello stesso modo dell'intero viticcio, se non è attaccato. Il guadagno in forza e durezza con un viticcio dopo la sua aderenza è qualche cosa di sorprendente. Vi sono dei viticci aderenti ora alla mia casa, che sono ancora forti e sono stati esposti alle intemperie allo stato morto per quattordici anni. Un solo ramoscello laterale d'un viticcio, che si credeva avesse almeno dieci anni, era ancora elastico e sosteneva un peso di due libbre precise. L'intero viticcio aveva cinque rami, forniti di dischi, d'egual grossezza ed apparentemente d'egual forza; sicchè dopo esser stati esposti per dieci anni alle intemperie, avrebbero probabilmente resistito ad uno sforzo di dieci libbre!

SAPINDACEAE. - *Cardiospermum Halicacabum*. – In questa famiglia, come nell'ultima, i viticci sono peduncoli modificati di fiori. Nella pianta presente i rami laterali del principale peduncolo florale sono stati convertiti in un paio di viticci, corrispondenti al solo «viticcio florale» della vite comune. Il peduncolo principale è sottile, rigido e lungo da 3 pollici a 4 1/2. Presso la sommità, al disopra di due piccole brattee, esso si divide in tre rami. Il medio si divide e si suddivide, e porta i fiori; da ultimo esso diventa di nuovo lungo la metà degli altri due rami modificati. Questi ultimi sono i viticci; essi sono dapprima più grossi e più lunghi del ramo medio, ma non diventano mai più lunghi d'un pollice. Essi terminano in punta e sono appiattiti, colla superficie superiore che afferra, sfornita di peli. Dapprima sporgono dritti in su; ma tosto divergendo, s'arricciano spontaneamente all'ingiù in modo da diventare simmetricamente ed elegantemente uncinati, com'è rappresentato nel diagramma (fig. 12). Essi sono allora, mentre i bottoni forali sono ancora piccoli, pronti all'azione.

I due o tre internodi superiori, quando sono giovani, si girano costantemente; quelli d'una pianta fecero due circoli contro il corso del sole in 3 ore e 12 min.; in una seconda pianta fu tenuta la stessa direzione, ed i due circoli furono compiuti in 3 ore e 41 min.; in una terza pianta gl'internodi seguirono il sole e fecero due circoli in 3 ore e 47 min. La velocità media di queste sei rivoluzioni fu di un'ora e 46 min. Lo stelo non manifesta alcuna tendenza ad avviticchiarsi spiralmemente intorno ad un sostegno; ma il genere affine *Paullinia*, fornito di viticci, è considerato volubile (Mohl, pag. 4). I peduncoli fiorali, che stanno in su, al disopra dell'estremità del germoglio, sono portati intorno intorno dal movimento di rivoluzione degl'internodi; e quando lo stelo è legato saldamente si vedono gli stessi peduncoli fiorali lunghi e sottili in continuo e talvolta rapido movimento da un lato all'altro. Essi percorrono uno spazio largo, ma non girano che talvolta in corso ellittico regolare. Coi movimenti combinati degli internodi e dei peduncoli, uno dei due corti viticci uncinati, tosto o tardi, afferra qualche bacchetta o ramo e poi s'arriccia intorno e l'afferra saldamente. Questi viticci sono tuttavia soltanto leggermente sensibili; giacchè soffregando la loro superficie inferiore, non si produce che un movimento lento e leggero. Attaccai un viticcio ad una bacchetta, ed in un'ora e 45 min. esso era considerevolmente curvato verso l'interno; in 2 ore e 30 min. formava un anello; ed in un tratto, da 5 a 6 ore da quando era stato attaccato, afferrava strettamente il bastone. Un secondo viticcio agì quasi colla stessa velocità; ma io ne osservai uno che occupò 24 ore ad arricciarsi due volte intorno ad una bacchetta sottile. I viticci, che non hanno afferrato nulla, s'arricciano spontaneamente ad elice chiuso dopo l'intervallo di parecchi giorni. Quelli che si sono arricciati intorno a qualche oggetto, diventano tosto un po' più grossi e tenaci. È lungo e sottile peduncolo principale, benchè si muova spontaneamente, non è sensibile e non afferra mai un sostegno. Nè esso si contrae mai spiralmemente <sup>(xxxiv)</sup>, quantunque una contrazione di quella specie sarebbe stata evidentemente utile alla pianta nell'arrampicarsi. Nondimeno essa si arrampica abbastanza bene

senza quest'aiuto. Le capsule seminali, benchè leggere, sono di grandezza enorme (d'onde il loro nome inglese di *balloonvine*, vite-pallone), ed essendovene due o tre sullo stesso peduncolo, i viticci che sorgono presso ad esse possono essere utili, impedendo che siano fatte in pezzi dal vento. Nella serra calda i viticci servivano semplicemente per arrampicarsi.

La posizione dei viticci basta sola a mostrare la loro natura omologa. In due casi, uno dei due viticci produsse un fiore alla sua sommità; ciò non gl'impedì però di agire convenientemente e di arricciarsi intorno ad una bacchetta. In un terzo caso ambo i rami laterali, che avrebbero dovuto essere modificati in viticci, produssero dei fiori al pari del ramo centrale, ed avevano interamente perduto la loro struttura a viticcio.

Ho veduto, senza poterla però osservare diligentemente, soltanto un'altra pianta *Sapindacea* rampicante, cioè le *Paullinia*. Essa non era in fiori, portava però lunghi viticci fiorenti. Sicchè la *Paullinia*, dal lato dei suoi viticci, sembra stare nella stessa relazione col *Cardiospermum*, in cui il *Cissus* sta colla *Vitis*.

PASSIFLORACEAE. - Dopo aver letto la discussione ed i fatti riferiti da Mohl (pag. 47), sulla natura dei viticci in questa famiglia, nessuno può dubitare che non siano peduncoli florali modificati. I viticci ed i peduncoli di fiori sorgono vicini l'uno all'altro; e mio figlio, Guglielmo E. Darwin, fece per me degli schizzi del loro stato primitivo di sviluppo nell'ibrida *Passiflora floribunda*. I due organi appariscono dapprima come una sola papilla che si divide gradatamente; sicchè il viticcio sembra essere un ramo del peduncolo florale modificato. Mio figlio trovò un viticcio giovanissimo sormontato da traccie di organi florali, precisamente pari a quelli sulla cima d'un vero peduncolo di fiore nella sua prima età.

*Passiflora gracilis*. - Questa specie annua, così ben nominata ed elegante, differisce dagli altri membri del gruppo da me osservati nei giovani internodi che hanno la facoltà di girare. Essa supera tutte le altre piante rampicanti che ho esaminato, nella rapidità dei suoi movimenti, e tutte le piante a viticci nella sensitività dei viticci. L'internodio che porta il viticcio superiore attivo e così pure uno o due internodi più giovani ed immaturi, fece tre rivoluzioni, seguendo il sole, con una velocità media di un'ora e 4 min.; essendo poi il giorno diventato assai caldo, fece tre rivoluzioni, con una velocità media di 57 a 58 min.; sicchè la media di tutte e sei le rivoluzioni fu di un'ora ed un minuto. L'apice del viticcio descrive delle ellissi allungate, ora strette ed ora larghe, coi loro assi più lunghi inclinati in direzioni leggermente diverse. La pianta può salire per un sottil bastone diritto mediante i suoi viticci, ma lo stelo è troppo rigido per essa per girarvi spiralmemente intorno, anche quando non vi si interpongono i viticci, che sono stati successivamente spiccati nella loro prima età.

Quando lo stelo è assicurato, si vedono i viticci girare quasi nella stessa maniera e colla stessa velocità degl'internodi <sup>(xxxv)</sup>. I viticci sono molto sottili, delicati e diritti, tranne le punte, che sono un po' curvate; essi sono lunghi da 7 a 9 pollici. Un viticcio mezzo sviluppato non è sensibile; ma quando sono sviluppati quasi completamente, sono estremamente sensibili. Un solo tocco delicato sulla superficie concava della sommità ne fece curvare tosto uno, ed in due minuti formò un'elice aperta. Un laccetto di filo molle del peso di un trentaduesimo di grano (milligrammi 2,02), posto con moltissimo riguardo sulla cima, cagionò tre volte curvature distinte; un pezzettino spiegato di filo di platino sottile, del peso di un cinquantesimo di grano soltanto (milligr. 1,23), produsse due volte lo stesso effetto; ma quest'ultimo peso, quando fu lasciato attaccato, non bastò a produrre una curvatura permanente. Queste prove furono fatte sotto una campana di vetro, sicchè i laccetti di refe e di filo metallico non erano agitati dal vento. Il movimento è molto rapido dopo un tocco: presi la parte inferiore di parecchi viticci, e poi toccai le loro cime concave con una bacchetta sottile e le osservai diligentemente con una lente; le cime cominciarono evidentemente a piegarsi dopo gl'intervalli seguenti: - 31, 25, 32, 31, 28, 39, 31 e 30 secondi; sicchè il movimento era generalmente percettibile in mezzo minuto dopo un tocco; ma in un caso fu distintamente visibile in 25 secondi. Uno dei viticci, che si piegò così in 31 secondi, era stato toccato due ore prima e si era arrotondato ad elice; sicchè in questo intervallo si era drizzato ed aveva ricuperato perfettamente la sua irritabilità.

Per determinare quanto spesso lo stesso viticcio si curverebbe, quando fosse toccato, tenni una pianta nel mio studio, che, essendo più fresco della serra calda, non era molto favorevole per l'esperimento. L'estremità fu leggermente soffregata quattro o cinque volte con un bastone sottile, e ciò fu fatto sì spesso, che la si osservò drizzarsi quasi dopo essere stata in azione; e nel corso di 54

ore essa rispose allo stimolo 21 volte, divenendo ogni volta uncinata o spirale. L'ultima volta però il movimento fu molto leggiero, e subito dopo cominciò la contrazione spirale permanente. Non furono fatti esperimenti di notte, sicchè il viticcio avrebbe forse risposto allo stimolo un numero maggiore di volte; benchè d'altro canto, non avendo risposto, avrebbe potuto restar esaurito di forza per i tanti sforzi rapidamente ripetuti.

Replicai l'esperimento fatto sull'*Echinocystis*, e posi parecchie piante di questa *Passiflora* si appresso fra loro, che i loro viticci erano spesso trascinati l'uno sopra l'altro; ma non ne seguiva incurvamento. Scossi pure ripetutamente delle piccole gocce di acqua da una spazzola su molti viticci e ne siringai altre sì violentemente, che l'intero viticcio n'era slanciato intorno; ma essi non si curvarono mai. Sulla mia mano si sentiva molto più distintamente l'urto delle gocce d'acqua di quello dei laccetti di filo (del peso di un trentaduesimo di grano), quando vi si facevano cadere sopra da una certa altezza, e questi laccetti, che facevano curvare i viticci, v'erano stati posti sopra con moltissimo riguardo. Quindi è chiaro che i viticci si erano abituati al tocco di altri viticci o di gocce d'acqua, o fin dal principio erano stati fatti sensibili soltanto a pressione prolungata, quantunque eccessivamente leggiera, di oggetti solidi, ad eccezione di quella di altri viticci. Per mostrare la differenza nella specie di sensibilità in diverse piante, ed anche la forza della siringa adoperata, posso aggiungere che il suo getto più leggiero faceva chiudere istantaneamente le foglie d'una *Mimosa*, mentre il laccetto di filo del peso di un novantaduesimo di grano, quando era arrotoato a palla e posto pian piano sulle glandule alle basi delle foglioline della *Mimosa*, non produceva nessun'azione.

*Passiflora punctata*. - Gl'internodi si muovono, ma i viticci girano regolarmente. Un viticcio mezzo sviluppato e molto sensibile fece tre rivoluzioni, opposte al corso del sole, in 3 ore e 5 minuti, 2 ore e 40 minuti, e 2 ore e 50 min.; forse avrebbe proceduto più rapidamente, se fosse stato quasi compiutamente sviluppato. Una pianta fu posta dirimpetto ad una finestra, e, al pari degli steli volubili, la luce accelerò il movimento del viticcio in una direzione e lo ritardò nell'altra; il semicircolo verso la luce essendo compiuto in un caso in 15 minuti di meno, ed in un secondo caso in 20 min. di meno di quello richiesto dal semicircolo verso l'estremità oscura della stanza. Considerando l'estrema tenuità di questi viticci, l'azione della luce su di essi è notevole. I viticci sono lunghi e, come fu or ora detto, molto sottili, colla cima leggermente curvata od uncinata. Il lato concavo è estremamente sensibile ad un tocco - persino un unico tocco facendolo arricciare verso l'interno; esso si drizzava di poi, ed era di nuovo pronto ad agire. Un laccetto di filo molle del peso di un quarto di grano (milligr. 4,625) fece piegare l'estrema punta; un'altra volta provai ad appendere lo stesso piccolo laccetto ad un viticcio inclinato, ma sdruciolò giù tre volte; pure questo grado di frizione straordinariamente leggero bastò a far arricciare la sommità. Il viticcio, benchè sì sensibile, non si muove molto presto dopo un tocco; non essendovi movimento evidente finchè non erano trascorsi 5 o 10 min. Il lato convesso della sommità non è sensibile ad un tocco o ad un laccetto di filo sospeso. In un caso osservai un viticcio che girava colla parte convessa della cima dinanzi, ed in conseguenza non poteva abbracciare un bastone, contro cui premeva; mentre i viticci, che girano col lato concavo dinanzi, afferrano prontamente qualunque oggetto sulla loro via.

*Passiflora quadrangularis*. - Questa è una specie molto distinta. I viticci sono grossi, lunghi e rigidi; essi sono sensibili ad un tocco soltanto sulla superficie concava verso l'estremità. Quando un bastone era collocato in modo che il mezzo del viticcio venisse in contatto con esso, non ne seguiva incurvamento. Nella serra calda un viticcio fece due rivoluzioni, ciascuna in 2 ore e 22 minuti; in una stanza fresca una ne fu compiuta in 3 ore ed una seconda in 4 ore. Gli internodi non girano, come non girano neppur quelli dell'ibrida *P. floribunda*.

*Tacsonia manicata*. - Anche qui gl'internodi non girano. I viticci sono moderatamente sottili e lunghi; uno fece una stretta ellisse in 5 ore e 20 min., ed il giorno appresso un'ellisse larga in 5 ore e 7 min. Avendo leggermente soffregata l'estremità sulla superficie concava, essa s'incurvò appena percettibilmente in 7 min., distintamente in 10 min., e divenne uncinata in 20 minuti.

Abbiamo veduto che i viticci nelle tre ultime famiglie, cioè le *Vilaceae*, le *Sapindaceae* e le *Passifloraceae*, sono peduncoli fiorali modificati. Ciò è pure il caso, secondo De Candolle (citato da Mohl), dei viticci di *Brunnichia*, una delle *Polygonaceae*. In due o tre specie di *Modecca*, una delle *Papayaceae*, i viticci, come apprendo dal prof. Oliver, portano talvolta fiori e frutta; sicchè sono assili di loro natura.

### *Contrazione spirale dei viticci.*

Questo movimento, che accorcia i viticci e li rende elastici, comincia mezza giornata, una giornata o due dopo che le loro estremità hanno afferrato qualche oggetto. Non vi è tal movimento in nessuna pianta rampicante mediante foglie, ad eccezione di una traccia di esso, che si vede talvolta nei pezioli di *Tropaeolum tricolor*. D'altro canto, i viticci di tutte le piante a viticci si contraggono spiralmemente dopo aver afferrato qualche oggetto, tranne le seguenti eccezioni. In primo luogo, la *Corydalis Claviculata*, ma allora si potrebbe chiamare questa pianta una rampicante mediante foglie. In secondo ed in terzo luogo, la *Bignonia Unguis* colle sue strette affini, od il *Cardiospermum*; ma i loro viticci sono così corti, che la loro contrazione potrebbe aver luogo difficilmente e sarebbe affatto superflua. In questo luogo la *Smilax aspera* offre un'eccezione più pronunciata, essendo i suoi viticci moderatamente lunghi. I viticci di *Dicentra*, quando la pianta è giovane, sono corti, e dopo essersi attaccati soltanto diventano leggermente flessuosi; in piante più vecchie essi sono più lunghi, ed allora si contraggono spiralmemente. Non ho vedute altre eccezioni alla regola che i viticci, dopo aver afferrato colle loro estremità un sostegno, subiscono contrazione spirale. Quando però il viticcio d'una pianta, il cui stelo è saldamente fissato, afferra qualche oggetto fissato, non si contrae, semplicemente perchè non lo può; tuttavia ciò accade raramente. Nel pisello comune i rami laterali soltanto si contraggono e non lo stelo centrale; e nella maggior parte delle piante come la *Vite*, la *Passiflora*, la *Bryonia*, la porzione basale non forma mai una spira.

Ho veduto che nella *Corydalis claviculata* l'estremità della foglia o del viticcio (giacchè si può così chiamare questa parte indifferentemente) non si contrae a spira. I ramoscelli però, dopo essersi avviticchiati intorno a sottili bacchette, diventano profondamente sinuosi o a zig-zag. Inoltre l'intera estremità del peziolo a viticcio, se non afferra nulla, si piega dopo un certo tempo bruscamente all'ingiù ed al di dentro, mostrando che la sua superficie esterna ha continuato a crescere dopo che l'interna ha cessato. Che l'aggrandimento è la causa principale della contrazione spirale dei viticci si può sicuramente ammettere, come fu dimostrato dalle ricerche recenti di H. de Vries. Aggiungerò tuttavia un piccolo fatto a sostegno di questa conclusione.

Se la porzione corta, quasi diritta d'un viticcio attaccato di *Passiflora gracilis* (e, come io credo, di altri viticci), fra le spire opposte, viene esaminata, la si troverà essere trasversalmente raggrinzata in modo evidente sulla parte esterna; e ciò seguirebbe naturalmente se la parte esterna fosse cresciuta più dell'interna, essendo questa parte nel tempo stesso impedita forzatamente dal diventare curvata. Nondimeno, passando la contrazione dall'estremità d'un viticcio, dopo che è stata stimolata dal contatto di un sostegno, giù fino alla base, io non posso a meno di dubitare, per ragioni che or ora saranno riferite, se si debba attribuire l'intero effetto all'aggrandimento. Un viticcio non attaccato si arrotola ad elice piatta, come nel caso del *Cardiospermum*, se la contrazione comincia all'estremità ed è del tutto regolare; ma se l'aggrandimento continuato della superficie esterna è un po' laterale, o se il processo comincia presso la base, la porzione terminale non può arrotolarsi dentro la porzione basale, ed il viticcio forma allora una spira più o meno aperta. Un risultato eguale segue se l'estremità ha afferrato qualche oggetto ed è così tenuta saldamente.

I viticci di molte specie di piante, se non afferrano nulla, si contraggono dopo un intervallo di parecchi giorni o settimane a spira; ma in questi casi il movimento ha luogo dopo che il viticcio ha perduto la sua facoltà di girare e penzola giù; esso ha allora perduto in parte o interamente la sua sensibilità; sicchè quel movimento non può essere d'alcuna utilità. La contrazione spirale dei viticci non attaccati è un processo molto più lento di quella degli attaccati. Viticci giovani che hanno afferrato un sostegno e sono contratti spiralmemente, si possono vedere costantemente sullo stesso stelo insieme a viticci molto più vecchi non attaccati e non contratti. Nell'*Echinocystis* ho veduto un viticcio con due rami laterali che cingevano delle bacchette ed erano contratti in belle spire, mentre il ramo principale, che non aveva afferrato nulla, restava per molti giorni diritto. In questa pianta osservai una volta un ramo principale dopo che aveva afferrato un bastone, divenire spiralmemente flessuoso in 7 ore e spiralmemente contratto in 18 ore. Generalmente i viticci dell'*Echinocystis* cominciano a contrarsi in un periodo da 12 a 24 ore dopo aver afferrato qualche oggetto; mentre i viticci non attaccati non cominciano a contrarsi fino a due o tre od anche più giorni dopo cessato ogni movimento di rivoluzione. Un viticcio di *Passiflora quadrangularis* completamente



sviluppato, che aveva afferrato un bastone, cominciò a contrarsi in 8 ore, ed in 27 ore formò parecchie spire; un viticcio più giovane, sviluppato per due terzi soltanto, mostrò la prima traccia di contrazione due giorni dopo di avere afferrato un bastone, ed altri due giorni dopo formò parecchie spire. Sembra perciò che la contrazione non cominci finchè il viticcio non ha raggiunto la sua lunghezza quasi completa. Un altro viticcio giovane, circa della stessa età e lunghezza dell'ultimo, non afferrò verun oggetto; acquistò la sua lunghezza completa in quattro giorni; in altri sei giorni divenne per la prima volta flessuoso, e altri due giorni dopo formò una spira completa. La prima spira fu formata verso la estremità basale, e la contrazione avanzò costantemente, ma adagio, verso l'apice; ma il tutto non fu strettamente avvolto a spira, finchè non furono scorsi 21 giorni dalla prima osservazione, cioè, fino a 17 giorni dopo che il viticcio era giunto alla sua lunghezza completa.

La contrazione spirale dei viticci è affatto indipendente dalla loro facoltà di girare spontaneamente, giacchè essa ha luogo in viticci, quali quelli di *Lathyrus grandiflorus* e *d'Ampelopsis hederacea*, che non girano. Essa non è necessariamente in relazione all'arricciamento delle cime intorno ad un sostegno, come vediamo nell'*Ampelopsis* e nella *Bignonia capreolata*, in cui lo sviluppo dei dischi aderenti basta a produrre contrazione spirale. Tuttavia in alcuni casi questa contrazione sembra connessa col movimento di arricciamento o di afferramento, dovuto al contatto con un sostegno; giacchè non solo essa segue subito quest'atto, ma la contrazione comincia generalmente presso l'estremità arricciata e procede in giù fino alla base. Se però un viticcio è molto allentato, l'intera lunghezza diventa quasi contemporaneamente dapprima flessuosa e poi spirale. Inoltre i viticci di alcune poche piante non si contraggono mai spiralmente, a meno che non abbiano prima afferrato qualche oggetto; se non afferrano nulla, penzolano giù, restando dritti, finchè appassiscono e cadono; questo è il caso dei viticci di *Bignonia*, che consistono di foglie modificate, e di quelli di tre generi di *Vilaceae*, che sono peduncoli modificati di fuori. Ma nella grande maggioranza dei casi, i viticci che non sono mai venuti in contatto con nessun oggetto, dopo un certo tempo si contraggono spiralmente. Tutti questi fatti presi insieme mostrano che l'atto di afferrare un sostegno e la contrazione spirale della intera lunghezza del viticcio sono fenomeni non necessariamente connessi.

La contrazione spirale che segue dopo che un viticcio ha afferrato un sostegno è di grande utilità per la pianta; quindi ha luogo quasi universalmente in specie appartenenti ad ordini assai diversi. Quando un germoglio è inclinato ed il suo viticcio ha afferrato un oggetto al di sopra, la contrazione spirale tira su il germoglio. Quando il germoglio è ritto, l'aggrandimento dello stelo, dopo che i viticci hanno afferrato qualche oggetto al di sopra, lo lascierebbe allentato se non vi fosse la contrazione spirale che tira su lo stelo di mano in mano che aumenta in lunghezza. Così non v'è interruzione nell'aggrandimento, e lo stelo teso sale per la via più corta. Quando un ramoscello terminale del viticcio di *Cobaea* afferra un bastone, abbiamo veduto in qual bellissima maniera la contrazione spirale porta successivamente gli altri ramoscelli, uno dopo l'altro, in contatto col bastone, finchè l'intero viticcio lo afferra in nodo inestricabile. Quando un viticcio ha afferrato un oggetto che cede, questo viene talvolta involupato e sempre più assicurato dalle pieghe spirali, come ho veduto nella *Passiflora quadrangularis*, ma questa azione è di piccola importanza.

Un servizio molto più importante reso dalla contrazione spirale dei viticci è quello che sono resi in tal modo molto elastici. Come si osservò prima parlando dell'*Ampelopsis*, lo sforzo è così distribuito egualmente fra i vari rami attaccati; e ciò rende il tutto assai più forte di quello che sarebbe altrimenti non potendosi i rami rompere separatamente. È questa elasticità che protegge tanto i viticci ramificati che i semplici dall'essere strappati dai loro sostegni durante un tempo burrascoso. Sono andato più d'una volta appositamente durante un vento gagliardo ad osservare una *Bryonia* che cresceva in una siepe esposta, coi suoi viticci attaccati ai cespugli circostanti; ed agitando il vento qua e là i rami grossi e sottili, i viticci, se non fossero stati eccessivamente elastici, sarebbero stati strappati istantaneamente e la pianta abbattuta. Ma così non era, la *Bryonia* attraversò sicuramente la burrasca, al pari d'un bastimento che abbia gettato due àncore e posseda un lungo tratto di corda a prua da servire da molla quando esso si innalza sui fiotti.

Quando un viticcio non attaccato si contrae spiralmente, la spira corre sempre nella stessa direzione dalla cima alla base. Un viticcio, d'altro canto, che ha afferrato un sostegno colla sua estremità, quantunque la stessa parte sia concava da un'estremità all'altra, si attorce invariabilmente

in una parte in una direzione ed in un'altra parte nella direzione opposta; le spire volte oppostamente sono separate da un breve tratto dritto. Questa costruzione curiosa e simmetrica è stata osservata da parecchi botanici, ma non spiegata abbastanza <sup>(xxxvi)</sup>. Essa ha luogo senza eccezione in tutti i viticci che, dopo aver preso un oggetto, si contraggono spiralmemente, ma è naturalmente evidente al massimo grado nei viticci più lunghi. Non la si riscontra mai nei viticci sciolti e quando ciò sembra accadere, si troverà che il viticcio aveva originariamente afferrato qualche oggetto e ne è stato dipoi strappato e lasciato libero. Comunemente, tutte le spire ad un'estremità di un viticcio attaccato corrono in una direzione, e tutte quelle all'altra estremità, nella direzione opposta (fig. 13), con un unico tratto breve e dritto nel mezzo; ma io ho veduto un viticcio con le spire alternativamente giranti cinque volte in direzioni opposte, con tratti diritti fra esse; ed il signor Léon ha veduto sette od otto di tali alternazioni. Sia che le spire girino una volta o più d'una volta in direzioni opposte, vi sono tanti giri in una direzione quanti nell'altra. Per esempio, colti dieci viticci attaccati di *Bryonia*, il più lungo con 33 giri spirali ed il più corto con 8 soltanto; ed il numero di giri in una direzione era in ogni caso (tranne uno) lo stesso di quello della direzione opposta.

La spiegazione di questo piccolo fatto curioso non è difficile. Non intraprenderò qui un ragionamento geometrico, ma darò soltanto un'illustrazione pratica. Così facendo, accennerò prima ad un punto che è stato quasi tralasciato, parlando delle piante volubili. Se teniamo nella nostra mano sinistra un fascetto di spaghi paralleli, possiamo colla nostra mano destra girarli intorno intorno, imitando così il movimento di rivoluzione d'una pianta volubile, e gli spaghi non s'attorciano. Ma se teniamo nel tempo stesso un bastone nella nostra mano sinistra, in posizione tale che gli spaghi vi si avvolgano intorno spiralmemente, essi diverranno inevitabilmente attorti. Quindi una linea diritta colorata, tracciata lungo gl'internodi d'una pianta volubile prima che si sia avviticchiata ad un sostegno, diventa attorta a spirale dopo che si è avviticchiata. Tirai una linea rossa sugl'internodi diritti di un *Humulus*, di una *Mikania*, di una *Ceropegia*, di un *Convolvulus* e di un *Phaseolus*, e la vidi diventare attorta di mano in mano che la pianta si avviticchiava intorno ad un bastone. È possibile che gli steli di alcune piante, girando spontaneamente sui loro propri assi, alla velocità e nella direzione convenienti, possano sfuggire di diventare attorti; ma non ho veduto nessun caso simile.

Nell'illustrazione precedente, gli spaghi paralleli erano avviticchiati ad un bastone; ma ciò non è punto necessario, giacchè se s'avviticchiano in un cilindro cavo (come si può fare con una striscia stretta di carta elastica), l'asse s'attorce inevitabilmente allo stesso modo. Quando perciò un viticcio libero si ripiega a spira, o deve attorcersi in tutta la sua lunghezza (e ciò non accade mai), o l'estremità libera deve girare intorno tante volte quante sono le spire formate. Era appena necessario osservare questo fatto; ma io lo feci attaccando delle piccole banderuole di carta ai punti estremi dei viticci di *Echinocystis* e di *Passiflora quadrangularis*; e di mano in mano che il viticcio si contraeva in spire successive, la banderuola girava lentamente.

Possiamo ora capire perchè le spire sono invariabilmente rivolte in direzioni opposte su viticci, che, per aver afferrato qualche oggetto, sono fissati ad ambedue le estremità. Supponiamo ora un viticcio attaccato che faccia trenta giri spirali, tutti nella medesima direzione; il risultato inevitabile sarebbe che s'attorcerebbe trenta volte sul suo proprio asse. Questo attorcimento non solo richiederebbe forza considerevole, ma, come so per prova, il viticcio si spezzerebbe, prima che fossero compiuti i trenta giri. Tali casi non accadono mai veramente, giacchè, come fu già riferito, quando un viticcio ha afferrato un sostegno ed è contratto spiralmemente, vi sono sempre tanti giri in una direzione quanti nell'altra; sicchè la torsione dell'asse in una direzione è esattamente compensata dalla torsione della direzione opposta. Possiamo inoltre vedere come è data l'inclinazione a fare gli ultimi giri formati opposti a quelli formati prima, sia che volgano a destra o a sinistra. Prendete un pezzo di spago e lasciatelo pender giù coll'estremità inferiore fissata al suolo, poi avviticchiate l'estremità superiore (tenendo lo spago in modo affatto allentato) spiralmemente ad una matita perpendicolare, e ciò attorcera la parte inferiore dello spago; e dopo essere stata attorta sufficientemente, la si vedrà curvarsi a spira aperta colle curve procedente in direzione opposta a quelle intorno alla matita, e per conseguenza con un tratto di spago diritto fra le spire opposte. Insomma abbiamo dato allo spago la regolare disposizione spirale di un viticcio afferrato ad ambo i capi. La contrazione spirale comincia generalmente all'estremità che ha abbracciato un sostegno; e queste prime spire formate danno una torsione all'asse del viticcio, che incurva necessariamente la

parte basale a spira in direzione opposta. Non posso trattenermi dal dare un'altra illustrazione, benchè superflua: quando un merciaio aggomitola del nastro per un avventore, non lo avvolge in un solo giro; poichè, così facendo, il nastro s'attorcerebbe tante volte, quanti fossero i giri; ma egli l'avvolge in forma di otto sulle dita pollice e mignolo, sicchè egli fa alternativamente dei giri in direzioni opposte, e così il nastro non è attorto. Così è dei viticci, con questa sola differenza, che fanno parecchi giri consecutivi in una direzione e poi lo stesso numero in direzione opposta; ma in ambo i casi è evitata la torsione.

### *Sommario sulla natura e sull'azione dei viticci.*

Nella maggioranza delle piante a viticci i giovani internodi girano in ellissi più o meno larghe, come quelle fatte dalle piante volubili; ma le figure descritte, quando son tracciate diligentemente, formano generalmente delle spire irregolari ellittiche. La velocità di rivoluzione varia da una a cinque ore in diverse specie, e per conseguenza è in alcuni casi più rapida che in alcuna pianta volubile, e non è mai così lenta come in quelle molte piante volubili che impiegano più di 5 ore per ciascuna rivoluzione. La direzione è variabile anche nello stesso individuo. Nella *Passiflora* gl'internodi d'una specie soltanto hanno la facoltà di girare. La vite è la pianta che gira più debolmente fra quelle da me osservate, presentando essa evidentemente soltanto una traccia di una facoltà primitiva. Nell'*Eccremocarpus* il movimento è interrotto da molte e lunghe pause. Pochissime piante a viticci possono avviticchiarsi spiralmemente ad un bastone diritto. Quantunque la facoltà di avviticchiarsi sia stata generalmente perduta, o per la rigidità e brevità degli internodi, o per la grandezza delle foglie, o per alcun'altra causa sconosciuta, il movimento di rivoluzione dello stelo serve a portare i viticci in contatto cogli oggetti circostanti.

Anche i viticci stessi girano spontaneamente. Il movimento comincia quando il viticcio è giovane, ed esso è dapprima lento. I viticci maturi di *Bignonia littoralis* si muovono molto più lentamente degl'internodi. Generalmente gli internodi ed i viticci girano insieme colla stessa velocità; nel *Cissus*, nella *Cobaea* e nella maggior parte delle *Passiflorae*, i viticci soltanto si girano; in altri casi, come nel *Lathyrus Aphaca*, si muovono soltanto gl'internodi, seco portando i viticci privi di movimento; e finalmente (e questo è il quarto caso possibile) nè gl'internodi nè i viticci si girano spontaneamente, come nel *Lathyrus grandiflorus* e nell'*Ampetopsis*. Nella maggior parte delle *Bignoniae* e nell'*Eccremocarpus*, nella *Mutisia* e nelle *Fumariaceae*, gl'internodi, i pezioli ed i viticci si muovono tutti armonicamente insieme. In ogni caso le condizioni di vita devono essere favorevoli, affinchè le diverse parti agiscano perfettamente.

I viticci girano mediante l'incurvamento della loro intera lunghezza, tranne la estremità sensibile e la base, le quali parti non si muovono affatto o solamente poco. Il movimento è della medesima natura di quello degli internodi giranti, e, dalle osservazioni di Sachs e di H. de Vries, esso è da attribuirsi senza dubbio alla stessa causa, cioè il rapido aggrandimento di una fascia longitudinale, che passa intorno al viticcio e curva dipoi ogni parte al lato opposto. Quindi se si traccia una linea lungo quella superficie che in quel momento è per avventura convessa, la linea diventa dapprima laterale, poi concava, poi laterale e da ultimo di bel nuovo convessa. Questo esperimento si può provare soltanto sui viticci più grossi, che non subiscono influenza da una sottile crosta del colore seccatosi. Le estremità sono spesso leggermente curve od uncinato, e l'incurvamento di questa parte non è mai invertito; da questo lato differiscono dalle estremità di germogli volubili, che non solo invertono il loro incurvamento o diventano almeno periodicamente diritte, ma si curvano in maggior grado della parte inferiore. Sotto molti altri riguardi un viticcio agisce come fosse uno dei vari internodi giranti, che si muovono tutti insieme piegandosi successivamente verso ciascun punto della circonferenza. Vi è però in molti casi questa differenza poco importante, che il viticcio che si curva è separato dall'internodio che si curva da un peziolo rigido. Nella maggior parte delle piante a viticci la sommità dello stelo a germoglio sporge al di sopra del punto, da cui sorge il viticcio; ed è generalmente piegata da un lato, in modo da esser fuori della strada tenuta dal viticcio nel descrivere le rivoluzioni. In quelle piante in cui il germoglio terminale non è abbastanza fuori di strada, come abbiamo veduto nell'*Echinocystis*, tosto che il viticcio giunge nella sua rivoluzione a questo punto, esso si irrigidisce e si dirizza, e così sorgendo verticalmente supera l'ostacolo in modo ammirabile.

Tutti i viticci sono sensibili, ma in gradi diversi, al contatto con un oggetto e si curvano verso la

parte toccata. Per parecchie piante un solo tocco, sì leggero da muovere soltanto appena il viticcio assai flessibile, è sufficiente a produrre incurvamento. La *Passiflora gracilis* possiede i viticci più sensibili ch'io abbia osservati: un pezzetto di filo di platino, del peso di un cinquantesimo di grano (milligr. 1,23) posto pian piano sul punto concavo, fece diventare il viticcio uncinato, ciò che fece pure un laccetto di filo di cotone molle e sottile del peso di un trentaduesimo di grano (milligr. 2,02). Pei viticci di varie altre piante, bastarono dei laccetti del peso di un sedicesimo di grano (milligr. 4,05). La punta di un viticcio di *Passiflora gracilis* cominciò a muoversi distintamente in 25 secondi dopo un tocco, ed in molti casi dopo 30 secondi. Asa Gray ha pure veduto del movimento nei viticci del genere di *Cucurbitaceae*, *Sicyos*, in 30 secondi. I viticci di alcune altre piante, quando erano leggermente soffregati, si muovevano in alcuni minuti; nella *Dicentra* in mezz'ora, nella *Smilax* in un'ora ed un quarto od in un'ora e mezzo, e nell'*Ampelopsis* ancora più lentamente. Il movimento d'arricciamento susseguente ad un solo tocco continua ad aumentare per un tempo considerevole, poi cessa; dopo alcune ore il viticcio si spiega ed è nuovamente pronto ad agire. Quando i viticci di parecchie specie di piante erano fatti piegare da pesi estremamente leggeri ad essi sospesi, sembravano abituarsi a stimolo sì leggero e si drizzavano, come se i laccetti fossero stati levati. Non fa nessuna differenza quale che sia l'oggetto che tocca un viticcio, colla notevole eccezione d'altri viticci e di gocce d'acqua, come si osservò nei viticci estremamente sensibili di *Passiflora gracilis* e di *Echinocystis*. Ho però veduto dei viticci di *Bryonia*, che avevano afferrato temporaneamente altri viticci, e spesso avviene ciò nella vite. I viticci, le cui estremità sono curvate leggermente e permanentemente, sono sensibili soltanto sulla superficie concava; altri viticci, come quelli della *Cobaea* (benchè forniti d'uncini cornei rivolti da una parte), e quelli del *Cissus discolor*, sono sensibili su tutti i lati. Quindi i viticci di quest'ultima pianta, quando sono stimolati da un tocco di egual forza su lati opposti, non si piegano. Le superficie inferiori e laterali dei viticci di *Mutisia*, sono sensibili, non la superficie superiore. Nei viticci ramificati, i vari rami agiscono egualmente, ma nell'*Hanburya* il ramo laterale a forma di sprone non acquista (per eccellenti ragioni che sono state spiegate) la sua sensibilità propriamente così presto come il ramo principale. Nella maggior parte dei viticci la parte inferiore o basale, o non è punto sensibile, od è sensibile soltanto a contatto prolungato. Così vediamo che la sensibilità dei viticci è una facoltà speciale e localizzata. Essa è affatto indipendente dalla facoltà di girare spontaneamente; giacchè l'arricciamento della porzione terminale in conseguenza d'un tocco non interrompe minimamente il primo movimento. Nella *Bignonia Unguis* e nelle sue strette affini, i pezioli delle foglie, nonchè i viticci, sono sensibili ad un tocco.

Le piante volubili, quando vengono in contatto con un bastone, vi s'arricciano intorno invariabilmente nella direzione del loro movimento di rivoluzione; ma i viticci s'arricciano indifferentemente dall'una o dall'altra parte, secondo la posizione del bastone ed il lato che prima viene toccato. Il movimento d'afferrare della estremità non è evidentemente costante, ma ondulatorio o vermicolare nella sua natura, come si può dedurre dal modo curioso in cui i viticci di *Echinocystis* strisciavano lentamente intorno ad un bastone liscio.

Dacchè, meno alcune eccezioni, i viticci girano spontaneamente, si può domandare - perchè sono essi stati dotati di sensibilità? - perchè, quando vengono in contatto con un bastone, non vi si avviticchiano essi spiralmemente intorno, al pari delle piante volubili? Una ragione può essere che essi sono nella più parte dei casi sì flessibili e sottili, che, portati in contatto con qualche oggetto, cederebbero quasi certamente e sarebbero trascinati avanti dal movimento di rivoluzione. Inoltre le estremità sensibili non hanno facoltà di girare, per quanto io ho osservato, e non potrebbero arricciarsi con questo mezzo intorno ad un sostegno. Nelle piante volubili, d'altro canto, l'estremità si piega spontaneamente più d'ogni altra parte; e ciò è d'alta importanza per l'ascesa della pianta, come si può vedere in un giorno di vento. È, tuttavia possibile che il movimento lento delle parti basali e più rigide di certi viticci, che si avvolgono intorno a bastoni posti sulla loro via, sia analogo a quello delle piante volubili. Ma io non ho badato abbastanza a questo punto, e sarebbe stato difficile distinguere fra un movimento dovuto ad irritabilità estremamente ottusa e la immobilità della parte inferiore, mentre la parte superiore procedeva innanzi.

I viticci che sono sviluppati soltanto per tre quarti, e forse ancora prima, ma non quando sono estremamente giovani, hanno la facoltà di girare e di afferrare qualunque oggetto essi tocchino. Queste due facoltà sono generalmente acquistate circa alla stessa epoca, ed ambedue vanno perdute

quando il viticcio è completamente sviluppato. Ma nella *Cobaea* e nella *Passiflora punctata* i viticci cominciano a girare inutilmente, prima d'essere diventati sensibili. Nell'*Echinocystis* essi serbano la loro sensibilità per qualche tempo dopo aver cessato di girare ed esser caduti all'ingiù; in questa posizione anche se potessero afferrare un oggetto, tale facoltà non sarebbe di nessuna utilità per sostenere lo stelo. È dunque una circostanza rara scoprire alcunchè di superfluo o d'imperfetto nell'azione dei viticci, organi sì eccellentemente adattati alle funzioni che hanno da compiere; ma vediamo ch'essi non sono sempre perfetti, e sarebbe precipitata la supposizione che qualche viticcio esistente abbia raggiunto il massimo limite di perfezione.

Alcuni viticci hanno il loro movimento di rivoluzione accelerato o ritardato, secondo che s'allontanano o s'avvicinano alla luce; altri, come il Pisello, sembrano indifferenti alla sua azione; altri si muovono costantemente dalla luce all'oscurità, e ciò li aiuta in modo importante a trovare un sostegno. Per esempio, i viticci di *Bignonia capreolata* si piegano dalla luce all'oscurità precisamente come una banderuola spinta dal vento. Nell'*Eccecremocarpus*, soltanto le estremità si torcono e girano intorno in modo da portare i loro rami più sottili e i loro uncini in stretto contatto con qualche superficie oscura o in crepacci e cavità.

Breve tempo dopo che un viticcio ha afferrato un sostegno, si contrae, meno rare eccezioni, a spira; ma il modo di contrazione ed i vari vantaggi importanti così ottenuti sono stati discussi si recentemente, che non v'è bisogno di ripetere qui nulla sul soggetto. I viticci subito dopo aver afferrato un sostegno diventano molto più forti e più grossi, e talvolta più durevoli in grado meraviglioso; e ciò mostrano quanto debbano esser cambiati i loro tessuti interni. Talvolta è la parte avviticchiata intorno ad un sostegno, la quale diventa specialmente più grossa e più forte; ho veduto, per esempio, questa parte di un viticcio di *Bignonia aequinoctialis* due volte sì grossa e rigida come la libera parte basale. I viticci che non hanno afferrato nulla si raggrinzano tosto ed appassiscono; ma in alcune specie di *Bignonia* si disarticolano e cadono come le foglie in autunno.

Qualcuno che non avesse osservato da vicino i viticci di molte specie arguirebbe probabilmente che la loro azione è uniforme. Questo è il caso delle specie più semplici, che s'arricciano semplicemente intorno ad un oggetto di grossezza moderata, qualunque ne sia la natura <sup>(xxxvii)</sup>. Ma il genere *Bignonia* ci mostra che vi può essere diversità d'azione fra i viticci di specie strettamente affini. In tutte le nove specie da me osservate, i giovani internodi girano vigorosamente; anche i viticci girano, ma in qualche specie in modo debolissimo; e finalmente i pezioli di quasi tutte girano, benchè con forza ineguale. I pezioli di tre specie ed i viticci di tutte sono sensibili al tatto. Nella prima specie descritta, i viticci somigliano nella forma ad un piede d'uccello, e non sono di nessuna utilità allo stelo nel salire spiralmente per un sottil bastone ritto, ma possono afferrare saldamente una bacchetta od un ramo. Quando lo stesso s'avviticchia ad un bastone alquanto grosso, vien posto in azione un grado leggero di sensibilità posseduta dai pezioli, e l'intera foglia in un col viticcio s'avvolge intorno ad esso. Nella *B. Unguis* i pezioli sono più sensibili ed hanno maggior forza di movimento di quelli dell'ultima specie; essi possono avvolgersi insieme coi viticci inestricabilmente intorno ad un bastone sottile e ritto; ma lo stelo s'avviticchia così bene. La *B. Tweedyanaha* facoltà consimili, ma inoltre emette delle radici aeree che aderiscono al legno. Nella *B. venusta* i viticci sono convertiti in grappini allungati a tre punte, che si muovono spontaneamente in maniera evidente; tuttavia i pezioli hanno perduto la loro sensibilità. Lo stelo di questa specie può avviticchiarsi intorno ad un bastone ritto ed aiutato nella sua salita dai viticci che afferrano il bastone alternativamente alquanto al disopra e poi si contraggono spiralmente. Nella *B. littoralis* i viticci, i pezioli e gl'internodi girano tutti spontaneamente. Però lo stelo non può avviticchiarsi, ma sale per un bastone ritto afferrandolo al disopra con ambo i viticci insieme, che poi si contraggono a spira. Le cime di questi viticci si sviluppano in dischi adesivi. La *B. speciosa* possiede poteri consimili di movimento come l'ultima specie, ma non può avviticchiarsi intorno ad un bastone, benchè possa salire afferrando il bastone orizzontalmente con uno o con tutti e due i suoi viticci non ramificati. Questi viticci introducono continuamente le loro estremità puntute in piccoli crepacci o cavità, ma essendone sempre ritirati dalla contrazione spirale successiva, l'abitudine sembra, nella nostra ignoranza, inutile. Finalmente lo stelo della *B. capreolata* s'avviticchia imperfettamente; i viticci molto ramificati girano in modo capriccioso, e si piegano dalla luce all'oscurità; le loro estremità uncinatè, anche quando sono immature, strisciano in crepacci e quando sono mature, afferrano qualunque punta sottile sporgente; in ambo i casi esse sviluppano dei dischi adesivi e

questi hanno la facoltà d'inviluppare le fibre più sottili,

Nell'affine *Eccremocarpus* gl'internodi, i pezioli ed i viticci molto ramificati girano tutti spontaneamente insieme. I viticci non sfuggono la luce nella loro lunghezza intera; ma le loro estremità uncinata a punta ottusa si dispongono opportunamente su qualunque superficie con cui vengono in contatto, evidentemente per evitare la luce. Essi agiscono nel modo migliore quando ogni ramo afferra alcuni steli sottili, come le stoppie d'erba, ch'essi poi riuniscono in un fascetto solido mediante la contrazione spirale di tutti i rami. Nella *Cobaea* girano soltanto i viticci a rami sottili; i rami terminano in piccoli uncini acuti, duri e doppi, con ambe le punte rivolte alla stessa parte; e questo girano con movimenti ben adatti a qualunque oggetto, con cui vengono in contatto. Le cime dei rami strisciano parimenti in crepacci e cavità oscure. I viticci e gl'internodi d'*Ampelopsis* hanno poco o punto facoltà di girare; i viticci non sono che poco sensibili al contatto; le loro estremità uncinata non possono afferrare oggetti sottili; essi non possono afferrare neppure un bastone, a meno che non siano in estremo bisogno di sostegno; ma girano dalla luce verso l'oscurità e stendendo i loro rami in contatto con una superficie qualunque quasi piatta, sviluppano dei dischi. Essi aderiscono mediante la secrezione di qualche cemento ad un muro od anche ad una superficie liscia e ciò è più di quanto possono fare i dischi di *Bignonia capreolata*.

Lo sviluppo rapido di questi dischi aderenti è una delle particolarità più notevoli possedute dai viticci. Abbiamo veduto che tali dischi sono formati da due specie di *Bignonia*, dall'*Ampelopsis* e, secondo Naudin <sup>(xxxviii)</sup>, dal genere delle *Cucurbitaceae*, *Peponopsis aelhaerens*. Nell'*Anguria* la superficie inferiore del viticcio, dopo ch'esso s'è avviticchiato ad un bastone, forma uno strato grossolanamente cellulare, che s'adatta strettamente al legno, ma non è aderente; mentre nella *Hanburya* uno strato consimile è aderente. Lo sviluppo di queste escrescenze cellulari dipende (tranne nel caso dell'*Haplolopliasm* e l'una specie di *Ampelopsis*) dallo stimolo prodotto dal contatto. È un fatto singolare che tre famiglie tanto distinte, come le *Bignoniaceae*, le *Vitaceae* e le *Cucurbitaceae* possedano delle specie con viticci dotati di questa facoltà notevole.

Sachs attribuisce tutti i movimenti dei viticci a rapido sviluppo sul lato opposto a quello che diventa concavo. Questi movimenti consistono in una nutazione girante, o curvamento verso la luce o l'oscurità, e in opposizione alla gravità; effetti prodotti da un tocco, e dalla contrazione spirale. È temerario dissentire da un'autorità sì grande, ma non posso credere che uno almeno di questi movimenti - il curvamento per un tocco - sia così prodotto <sup>(xxxix)</sup>. In primo luogo si può osservare che il movimento di nutazione differisce da quello dovuto ad un tocco, in quanto che in alcuni casi le due facoltà sono acquistate dallo stesso viticcio ad epoche di sviluppo differenti; e la parte sensibile del viticcio non sembra capace di nutazioni. Una delle mie ragioni principali per dubitare se l'incurvamento prodotto da un tocco è il risultato dello aggrandimento, è la rapidità straordinaria del movimento. Ho veduto l'estremità d'un viticcio di *Passiflora gracilis*, dopo essere stato toccato, piegarsi distintamente in 25 secondi e spesso in 30; e così è del viticcio più grosso di *Sicyos*. Pare appena credibile che le loro superficie esterne possano in tempo sì breve essere effettivamente cresciute in lunghezza, la qual cosa implica una modificazione permanente di struttura. Inoltre secondo quest'opinione lo sviluppo deve essere considerevole, giacchè se il tocco è stato affatto rozzo, l'estremità si ripiega in due o tre minuti in una spira di vari giri.

Quando la punta estrema del viticcio d'*Echinocystis* aveva afferrato un bastone liscio, si ripiegava in alcune ore (com'è stato descritto a pag. 82), due o tre volte intorno al bastone, evidentemente con un movimento ondulatorio. Dapprima attribuii questo movimento all'aggrandimento della parte esterna; furono fatti perciò dei segni neri e misurati gl'interstizi, ma non potei scoprire così alcun aumento in lunghezza. Quindi sembra probabile in questo caso ed in altri che l'incurvamento del viticcio per un tocco dipenda dalla contrazione delle cellule lungo il lato concavo. Sachs stesso ammette <sup>(xl)</sup> che «se l'aggrandimento che ha luogo nell'intero viticcio al tempo del contatto con un sostegno è piccolo, avviene un acceleramento considerevole sulla superficie convessa, ma in generale non v'è allungamento sulla superficie concava, o vi può essere anche una *contrazione*; nel caso d'un viticcio di *Cucurbita* questa contrazione raggiunse quasi un terzo della lunghezza originale». In un passaggio successivo Sachs sembra provare difficoltà a render conto di questa specie di contrazione. Non si deve però supporre dalle osservazioni precedenti che io nutra alcun dubbio, dopo aver letto le osservazioni di De Vries, che le superficie esterne e distese dei viticci attaccati non aumentino di poi in lunghezza per l'aggrandimento. Tale incremento mi sembra

affatto compatibile col primo movimento, che è indipendente dall'aggrandimento. Come noi ignoriamo perchè un tocco delicato faccia contrarre una parte d'un viticcio, altrettanto non sappiamo perchè, secondo l'opinione di Sachs, produca uno sviluppo straordinariamente rapido sul lato opposto. La ragione unica o principale per credere che l'incurvamento d'un viticcio, quando è toccato, dipenda da rapido aggrandimento, sembra essere che i viticci perdono la loro sensibilità e facoltà di movimento, dopo aver raggiunta la loro lunghezza completa; ma questo fatto si comprende, se noi pensiamo che tutte le funzioni d'un viticcio sono adatte a tirar su verso la luce il germoglio terminale che cresce. Di quale utilità sarebbe, che un viticcio vecchio e completamente sviluppato, situato sulla parte inferiore d'un germoglio, ritenesse la sua facoltà d'abbracciare un sostegno? Ciò non sarebbe di nessuna utilità, ed abbiamo veduto nei viticci tanti esempi di stretta disposizione e d'economia di mezzi, che possiamo esser sicuri che acquisterebbero irritabilità e facoltà d'abbracciare un sostegno all'età conveniente - cioè, in gioventù - ed al di là dell'età conveniente non conserverebbero inutilmente tale facoltà.

## CAPITOLO V.

### PIANTE ARRAMPICANTI MEDIANTE UNCINI E RADICI - OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI

Piante arrampicanti mediante uncini o semplicemente strisciando su altre piante. - Piante arrampicanti mediante radici: materia adesiva secreta dalle radichette. - Conclusioni generali rispetto alle piante rampicanti ed agli stadii del loro sviluppo.

PIANTE ARRAMPICANTI MEDIANTE UNCINI. - Nelle mie Osservazioni preliminari io riferii che oltre alle due grandi classi di piante rampicanti, cioè quelle che s'avviticchiano intorno un sostegno, e quelle dotate d'irritabilità, la quale le abilita ad afferrare degli oggetti mediante i loro pezioli o viticci, vi sono altre due classi, le rampicanti mediante uncini e mediante radici. Inoltre, molte piante, come ha osservato Fritz Müller <sup>(xli)</sup>, s'arrampicano o strisciano su per siepi in modo ancora più semplice, senza alcun aiuto speciale, tranne che i loro germogli principali sono generalmente lunghi e flessibili. Si può tuttavia sospettare da che provenga che questi germogli tendano in alcuni casi ad evitare la luce. Le poche piante arrampicanti mediante uncini che io ho osservato, cioè il *Galium Aparine*, il *Rubus australis* ed alcune Rose rampicanti, non presentano alcun movimento spontaneo di rivoluzione. Se avessero posseduto questa facoltà e fossero state capaci d'avviticchiarsi, sarebbero state poste nella classe delle Volubili; giacchè alcune Volubili sono provvedute di spine od uncini, che le aiutano nella loro salita. Per esempio, il luppolo, che è una pianta Volubile, ha uncini ripiegati grandi quanto quelli del *Galium*; alcune altre piante rampicanti hanno peli ripiegati e rigidi; e la *Dipladenia* ha un circolo di spine a punta ottusa alla base delle sue foglie. Ho veduto soltanto una pianta a viticci, cioè la *Smilax aspera*, che sia fornita di spine ripiegate; ma questo è il caso di molte piante rampicanti mediante rami nel Sud del Brasile e a Ceylan, ed i loro rami si graduano in veri viticci. Alcune poche piante dipendono evidentemente soltanto dai loro uncini per arrampicarsi e tuttavia lo fanno sì efficacemente, come certe piante del Vecchio e del Nuovo Mondo. Anche delle Rose rampicanti saliranno per i muri d'una casa alta, se questa è coperta di graticci. Non so come ciò avviene; giacchè i giovani germogli d'una tal Rosa, quand'era posta in un vaso sopra una finestra, si piegavano irregolarmente verso la luce di giorno e verso l'oscurità di notte, come i germogli di qualunque pianta comune; sicchè non è facile comprendere come si siano introdotte sotto una graticciata vicino ad un muro <sup>(xlii)</sup>.

PIANTE RAMPICANTI MEDIANTE RADICI. - Grande quantità di piante sono comprese in questa classe e sono eccellenti rampicanti. Una delle più notevoli è la *Marcgravia umbellata*, il cui stelo nelle foreste tropiche dell'America Meridionale, come apprendo dal sig. Spruce, cresce in modo curiosamente appiattito contro i tronchi degli alberi; qua e là emette dei rampini (radici), che aderiscono al tronco, e, se questo è sottile, lo abbracciano completamente. Quando questa pianta s'è arrampicata fino alla luce, produce dei rami liberi con steli rotondi, coperti da foglie a punte acute, sorprendentemente differenti nell'aspetto da quelle portate dallo stelo finchè resta aderente. Questa sorprendente differenza nelle foglie ho osservata anche in una pianta di *Marcgravia dubia* nella mia serra calda. Le piante arrampicantisi mediante radici, per quanto ho veduto, cioè l'Edera (*Hedera Elix*), il *Ficus repens* e il *F. barbatus* non hanno facoltà di movimento, neppure passando dalla luce all'oscurità. Come fu riferito precedentemente, la *Hoya carnosa* (*Asclepiadaceae*) è una pianta volubile spirale e parimenti aderisce mediante radichette anche ad un muro spianato. La pianta a viticci *Bignonia Tweedyana* emette delle radici, che si curvano per metà intorno e aderiscono a bastoni sottili. La *Tecoma radicans* (*Bignoniaceae*), che è strettamente affine a molte specie giranti spontaneamente, si arrampica mediante radichette; non di meno i suoi giovani germogli si muovono evidentemente all'intorno più di quanto si può attribuire all'azione variabile della luce.

Io non ho osservato da vicino molte rampicanti a radici, ma posso riferire un fatto curioso. Il *Ficus repens* s'arrampica per un muro precisamente come l'Edera; e quando si fanno premere le giovani radichette leggermente su pezzi di vetro, emettono dopo un intervallo di circa una settimana, come osservai varie volte, delle minute gocce di fluido chiaro, affatto non latteo, come



quello essudato da una piaga. Questo fluido è leggermente viscoso, ma non si può tirare in fili. Esso ha la proprietà notevole di non seccarsi subito; una goccia, circa della grandezza di mezza testa di spillo, fu distesa leggermente su vetro ed io vi sparsi sopra dei granelli di sabbia. Il vetro fu lasciato esposto in una cassetta durante tempo caldo e secco, e se il fluido fosse stato acqua, si sarebbe certamente seccato in alcuni minuti; ma esso rimase fluido, circondando strettamente ogni grano di sabbia, per 128 giorni; noti posso dire quanto più a lungo sarebbe restato così. Alcune altre radichette furono lasciate in contatto col vetro per circa dieci o quindici giorni, e le gocce del fluido secreto erano ora un po' più grandi e sì viscide da poter essere tirate in fili. Alcune altre radichette furono lasciate in contatto per ventitre giorni, e queste si attaccarono saldamente al vetro. Quindi possiamo concludere che le radichette secernono dapprima un fluido leggermente viscoso, dipoi assorbono le parti acquee (giacchè abbiamo veduto che il fluido non si secca da sè), e da ultimo lasciano un cemento. Quando le radichette erano strappate dal vetro, vi restavano sopra degli atomi di materia giallastra, che erano disciolti in parte da una goccia di bisolfuro di carbonio; e questo fluido estremamente volatile fu reso assai meno volatile da ciò che aveva disciolto.

Avendo il bisolfuro di carbonio in alto grado facoltà di ammolire il *caoutchouc* indurito, immersi in esso per breve tempo parecchie radichette di una pianta che era cresciuta su per un muro intonacato di gesso, e trovai allora molti fili estremamente sottili di materia trasparente non viscida, eccessivamente elastica, precisamente come il *caoutchouc*, attaccati a due file di radichette sullo stesso ramo. Questi fili provenivano dalla corteccia della radichetta ad una estremità, ed all'altra estremità erano solidamente attaccati a particelle di selce o di gesso del muro. Non si potrebbe ingannarsi in questa osservazione, avendo io giuocato coi fili per lungo tempo sotto il microscopio tirandoli coi miei aghi da dissezione e lasciandoli saltare di bel nuovo indietro. Pure osservai ripetutamente altre radichette trattate in modo eguale e non potei mai scoprire di nuovo questi fili elastici. Ne deduco perciò che il ramo in questione dev'essere stato leggermente mosso dal muro in un'epoca critica, mentre la secrezione era sul punto di disseccarsi per l'assorbimento delle sue parti acquee. Il genere *Ficus* abbonda di *caoutchouc*, e possiamo concludere dai fatti testè riferiti che questa sostanza, dapprima in soluzione e da ultimo modificata in cemento non elastico <sup>(xliii)</sup> è adoperata dal *Ficus repens* a cementare le sue radichette a qualunque superficie, su cui salga. Io non so se altre piante, che si rampicano mediante le loro radichette, emettano qualche cemento; ma le radichette dell'Edera, poste contro il vetro, vi aderivano appena, eppure secernevano un po' di materia giallastra. Posso aggiungere che le radichette della *Marcgravia dubia* possono aderire saldamente a legno liscio e dipinto.

La *Vanilla aromatica* emette delle radici aeree lunghe un piede, che guardano diritte verso il suolo. Secondo Mohl (pag. 49), queste strisciano nei crepacci, e quando incontrano un sostegno sottile, vi si avviticchiano intorno, come fanno i viticci. Una pianta, ch'io possedevo, era giovane e non formava radici lunghe, ma ponendo dei bastoni sottili in contatto con esse, si piegavano certamente un poco da quella parte, nel corso all'incirca di una giornata, e aderivano colle loro radichette al legno; ma esse non si piegavano interamente intorno ai bastoni, e dipoi ripigliavano il loro corso all'ingiù. È probabile che questi leggieri movimenti delle radici dipendano dall'aggrandimento più rapido della parte esposta alla luce, in confronto dell'altra parte, e non dall'essere le radici sensibili al contatto nel modo stesso di veri viticci. Secondo Mohl, le radichette di certe specie di *Lycopodium* agiscono come viticci <sup>(xliv)</sup>.

## OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI SULLE PIANTE RAMPICANTI

Le piante diventano rampicanti, come si può presumere, per arrivare alla luce ed esporre una grande superficie delle loro foglie alla sua azione ed a quella dell'aria libera. Ciò è effettuato dalle piante rampicanti con un consumo meravigliosamente piccolo di materia organizzata, in confronto degli alberi, che hanno da sostenere un carico di rami pesanti mediante un tronco massiccio. Quindi gli è senza dubbio per ciò che vi sono in tutte le regioni del mondo tante piante rampicanti, appartenenti a tanti ordini differenti. Queste piante si possono disporre in quattro classi, senza guardar quelle che strisciano semplicemente sopra cespugli senza alcun aiuto speciale. Le piante rampicanti mediante uncini sono le meno attive di tutte, almeno nei nostri paesi temperati, e possono arrampicarsi soltanto nel mezzo d'una massa intricata di vegetazione. Le piante rampicanti

mediante radici sono eccellentemente adatte a salire per faccie nude di roccie o tronchi di alberi; quando però s'arrampicano pei tronchi sono costrette a tenersi molto all'ombra; non possono passare da ramo a ramo e coprire così l'intera sommità di un albero, giacchè le loro radichette richiedono contatto stretto e continuato a lungo con una superficie solida per attaccarsi. Le due grandi classi di piante volubili e di piante con organi sensibili, cioè le piante rampicanti mediante foglie e le piante a viticci prese insieme, avanzano di gran lunga in numero ed in perfezione del loro meccanismo le rampicanti delle due prime classi. Quelle che hanno la facoltà di girare spontaneamente e di afferrare oggetti con cui vengono in contatto, passano facilmente da ramo a ramo e riescono a rampicarsi sopra una superficie larga, rischiarata dal sole.

Le divisioni contenenti piante volubili, rampicanti mediante foglie, e piante a viticci fanno passaggio fino ad un certo punto l'una nell'altra, e quasi tutte hanno la stessa facoltà notevole di girare spontaneamente. Questa gradazione, si può domandare, indica essa che le piante appartenenti ad una suddivisione sono effettivamente passate o possono passare, nello scorrere dei tempi, da uno stato all'altro? Per esempio, ha qualche pianta a viticci assunto la sua struttura presente senz'essere stata precedentemente una rampicante a foglie od una pianta a volubile? Se consideriamo le rampicanti a foglie soltanto, l'idea che fossero, nei loro primordi, volubili ci è suggerita forzatamente. Gli internodi di tutte, senza eccezione, girano precisamente nello stesso modo delle volubili; alcune poche possono ancora avviticchiarsi bene e molte altre in modo imperfetto. Parecchi generi rampicanti mediante foglie sono strettamente affini ad altri generi, che sono semplici piante volubili. Si dovrebbe anche osservare, che il possesso di foglie con pezioli sensibili e con la conseguente facoltà di afferrare un oggetto, sarebbe d'utilità comparativamente piccola ad una pianta, a meno che non sia unita con internodi giranti, da cui le foglie sono portate in contatto con un sostegno; quantunque senza dubbio una pianta rampicante sarebbe atta, come ha osservato il prof. Jaeger, a riposarsi su altre piante mediante le sue foglie. D'altro canto gli internodi giranti senza alcun altro aiuto bastano a dare la facoltà d'arrampicarsi; sicchè sembra probabile che le rampicanti a foglie fossero nel maggior numero dei casi prima volubili e diventassero dipoi capaci d'afferrare un sostegno; e ciò, come or ora vedremo, è un grande vantaggio addizionale.

Per ragioni analoghe è probabile che tutte le piante a viticci fossero primordialmente volubili, cioè fossero discendenti da piante che avevano questa facoltà e questa abitudine. Giacchè gli internodi della maggior parte girano; ed in alcune specie lo stelo flessibile conserva ancora la facoltà di avviticchiarsi spiralmemente intorno ad un bastone ritto. Le piante a viticci hanno subito modificazione molto maggiore delle rampicanti a foglie; quindi non è sorprendente che le loro supposte abitudini primordiali di girare ed avviticchiarsi siano state più frequentemente perdute o modificate che nel caso delle rampicanti a foglie. Le tre grandi famiglie di piante a viticci in cui questa perdita è avvenuta nella maniera più marcata, sono le *Cucurbitaceae*, le *Passifloraceae* e le *Vitaceae*. Nelle prime gli internodi girano; ma io non ho udito parlare di alcuna forma volubile, tranne (secondo Palm, pag. 29, 52) la *Momordica Balsamina*, e questa non è che una volubile imperfetta. Nelle altre due famiglie non conosco piante volubili; e gli internodi hanno di rado la facoltà di girare, essendo questa limitata a viticci. Tuttavia gli internodi di *Passiflora gracilis* hanno questa facoltà in modo perfetto e quelli della vite comune in grado imperfetto; sicchè almeno una traccia della supposta abitudine primordiale è stata conservata da alcuni membri di tutti i maggiori gruppi di piante a viticci.

Stando all'opinione più avanzata, si può domandare: perchè le specie che erano in origine volubili sono state convertite, in tanti gruppi, in piante rampicanti mediante foglie o piante a viticci? Di qual vantaggio è stato ciò per esse? Perchè non rimasero semplici piante volubili? Noi possiamo vedere parecchie ragioni. Può essere un vantaggio ad una pianta acquistare uno stelo più grosso con corti internodi forniti di foglie numerose o grandi; e tali steli sono male adatti per avviticchiarsi. Chiunque guarderà, quando il vento soffia fortemente, piante volubili, vedrà che vengono facilmente staccate dal loro sostegno; non è così colle piante a viticci o le rampicanti a foglie, giacchè esse afferrano presto e saldamente il loro sostegno con una specie di movimento molto più efficace. In quelle piante che ancora s'avviticchiano, ma possiedono nel tempo stesso viticci o pezioli sensitivi, come alcune specie di *Bignonia*, di *Clematis* e di *Tropaeolum*, si può prontamente osservare, quanto incomparabilmente meglio esse afferrano un bastone ritto che non le semplici piante volubili. I viticci, possedendo questa facoltà di afferrare un oggetto, possono esser fatti lunghi

e sottili; sicchè poca materia organica viene consumata nel loro sviluppo e tuttavia descrivono un largo circolo in cerca di un sostegno. Le piante a viticci, possono, dal loro primo sviluppo, salire lungo i rami esterni di qualche cespuglio vicino, e sono così sempre completamente esposte alla luce; le piante volubili al contrario sono le meglio organizzate per salire per isteli nudi, e generalmente devono alzarsi nell'ombra. Entro le alte e dense foreste tropicali, le piante volubili riuscirebbero probabilmente meglio della maggior parte delle specie di piante a viticci; ma la maggioranza delle piante volubili, almeno nelle nostre regioni temperate, per la natura del loro movimento di rivoluzione, non possono salire per tronchi grossi, laddove ciò può esser fatto da piante a viticci se i tronchi sono ramificati o portano bacchette, e da alcune specie se la corteccia è ruvida.

Il vantaggio ottenuto arrampicandosi è d'arrivare alla luce e all'aria libera col minor consumo possibile di materia organica; ora nelle piante volubili lo stelo è molto più lungo di quanto è assolutamente necessario; per esempio, misurai lo stelo di un fagiolo, che era salito esattamente all'altezza di due piedi, ed era lungo tre piedi; lo stelo d'un pisello, d'altro canto, ch'era salito alla stessa altezza mediante i suoi viticci, non era che poco più lungo dell'altezza raggiunta. Che questo risparmio dello stelo sia realmente un vantaggio delle piante rampicanti, lo deduco dalle specie che ancora si avviticchiano, ma sono aiutate da pezioli afferranti o da viticci, facendo generalmente spire più aperte di quelle fatte da semplici piante volubili. Inoltre, le piante così aiutate, dopo aver fatto uno o due giri in una direzione, salgono generalmente per un tratto diritte, e poi invertono la direzione della loro spira. Con questo mezzo esse salgono, colla stessa lunghezza di stelo, ad una altezza considerevolmente maggiore di quello che altrimenti sarebbe stato possibile, ed esse fanno ciò con sicurezza, assicurandosi esse ad intervalli coi loro pezioli afferranti o coi viticci.

Abbiamo veduto che i viticci consistono di vari organi allo stato modificato, cioè foglie, peduncoli fiorali, rami e forse stipule. Quanto alle foglie, l'evidenza della loro modificazione è grande. Nelle piante giovani di *Bignonia* le foglie inferiori restano spesso del tutto inalterate, mentre le superiori hanno le loro foglioline convertite in viticci perfetti; nell'*Eccremocarpus* ho veduto un solo ramo laterale di un viticcio sostituito da una fogliolina perfetta; nella *Vicia sativa*, d'altro canto, le foglioline sono talvolta sostituite da rami di viticcio; e molti casi analoghi si potrebbero riferire. Ma chi crede nella lenta modificazione della specie non sarà contento di determinare semplicemente la natura omologa di differenti specie di viticci; egli desidererà di apprendere, per quanto è possibile, per quali gradi effettivi le foglie, i peduncoli fiorali, ecc., hanno avuto le loro funzioni interamente cangiate e sono giunti a servire semplicemente da organi prensili <sup>(xlv)</sup>.

Nell'intero gruppo delle rampicanti a foglie si sono date abbondanti prove che un organo, sempre conservando le funzioni d'una foglia, può divenire sensibile ad un tocco ed afferrare così un oggetto vicino. In parecchie rampicanti a foglie le vere foglie si girano spontaneamente, ed i loro pezioli, dopo aver afferrato un sostegno, diventano più grossi e più forti. Così vediamo che le foglie possono acquistare tutte le qualità principali e caratteristiche dei viticci, cioè sensibilità, movimento spontaneo e successivamente forza aumentata. Se i loro dischi e le loro lamine dovessero abortire, formerebbero dei veri viticci. E noi possiamo seguire ogni passo di questo processo di aborto, finchè non resti traccia della natura originale del viticcio. Nella *Mutisia Clematis*, il viticcio somiglia strettamente nella forma e nel colore al peziolo di una foglia ordinaria, nonchè alle coste mediane delle foglioline ma talvolta sono conservati ancora dei vestigi delle lamine. In quattro generi delle *Fumariaceae* possiamo seguire l'intero processo di trasformazione. Le foglioline terminali della pianta rampicante a foglie *Fumaria officinalis* sono minori delle altre foglioline; quelle della rampicante a foglie *Adlumia cirrhosa* sono ridotte di molto; quelle della *Corydalis claviculata* (pianta che si può chiamare indifferentemente rampicante a foglie o pianta a viticci) o sono ridotte a dimensioni microscopiche, od hanno le loro lamine interamente abortite, sicchè questa pianta è presentemente in uno stato di transizione; e finalmente nella *Dicentra* i viticci sono perfettamente caratteristici. Se perciò potessimo osservare contemporaneamente tutti i progenitori della *Dicentra*, vedremmo quasi di certo una serie pari a quella presentata ora dai tre generi sopra accennati. Nel *Tropaeolum tricolor* abbiamo veduto un'altra specie di passaggio; giacchè le prime foglie formate sui giovani steli sono interamente mancanti di lamine e si devono chiamare viticci, mentre le ultime foglie formate hanno lamine bene sviluppate. In tutti i casi l'acquisto di sensibilità fatto dalle coste medie delle foglie sembra stare in relazione stretta coll'aborto delle loro lamine o

dei loro dischi.

Stando all'opinione più avanzata, le rampicanti a foglie erano primordialmente volubili, e le piante a viticci (quando sono formate di foglie modificate) erano primordialmente rampicanti a foglie. Le ultime perciò sono intermedie nella loro natura fra le piante volubili e quelle a viticci, e dovrebbero essere affini ad ambedue. Questo è il caso; così le varie specie rampicantisi mediante foglie di *Antirrhineae*, di *Solanum*, di *Cocculus* e di *Gloriosa*, hanno nella stessa famiglia e persino nello stesso genere delle affini che sono volubili. Nel genere *Mikania* vi sono delle specie rampicanti a foglie e di quelle volubili. Le specie rampicantisi mediante foglie di *Clematis* sono molto strettamente affini alla specie a viticci *Naravelia*. Le *Fumariaceae* racchiudono generi strettamente affini, che sono rampicanti a foglie e piante a viticci. Finalmente, una specie di *Bignonia* è contemporaneamente e rampicante a foglie e pianta a viticci; ed altre specie strettamente affini sono volubili.

I viticci di un'altra specie consistono di peduncoli di fiori modificati. In questo caso abbiamo parimenti molti stati transitori interessanti. La Vite comune (per non parlare del *Cardiospermum*) ci dà ogni gradazione possibile fra un viticcio perfettamente sviluppato ed un peduncolo florale coperto di fiori, tuttavia fornito di un ramo, formante un vero viticcio. Quando anche questo porta alcuni fiori, come sappiamo essere talvolta il caso, e conserva ancora la facoltà di afferrare un sostegno, vediamo una condizione primitiva di tutti quei viticci che sono stati formati dalla modificazione di peduncoli forali.

Secondo Mohl ed altri, alcuni viticci consistono di rami modificati: io non ho osservato nessun caso simile e non so nulla delle loro condizioni transitorie, ma queste sono state completamente descritte da Fritz Müller. Il genere *Lophospermum* ci mostra pure come tale transizione è possibile; giacchè i suoi rami girano spontaneamente e sono sensibili al contatto. Quindi se le foglie di alcuni rami del *Lophospermum* dovessero abortire, questi rami sarebbero i veri viticci. Nè è punto improbabile che soltanto certi rami siano così modificati, mentre altri restano inalterati, giacchè abbiamo veduto in certe varietà di *Phaseolus*, che alcuni rami sono sottili, flessibili e si avviticchiano, mentre altri rami della stessa pianta sono rigidi e non hanno tale facoltà.

Se ricerchiamo come un peziolo, un ramo od un peduncolo florale siano divenuti dapprima sensibili ad un tocco ed abbiano acquistata la facoltà di piegarsi verso la parte toccata, non otteniamo una risposta certa. Nondimeno merita attenzione un'osservazione di Hofmeister<sup>(xlvii)</sup>, cioè che i germogli e le foglie di tutte le piante, quando sono giovani, si muovono dopo essere state scosse. Anche Kerner trova, come abbiamo veduto, che i peduncoli florali di un gran numero di piante, se vengono scosse o delicatamente soffregate, si piegano da questa parte. E sono i giovani pezioli e viticci, qualunque sia la loro natura omologa, che si muovono essendo toccati. Sembra così che le piante rampicanti abbiano utilizzato e perfezionato una capacità incipiente e largamente distribuita, la quale, per quanto possiamo vedere, non è di nessuna utilità a piante ordinarie. Se ricerchiamo inoltre come gli steli, i pezioli, i viticci ed i peduncoli di fiore delle piante rampicanti abbiano dapprima acquistato la loro facoltà di girare spontaneamente, o, per parlare con maggior precisione, di piegarsi successivamente a tutti i punti della circonferenza, troviamo di nuovo il silenzio e possiamo tutt'al più osservare solamente, che la facoltà di muoversi, tanto spontaneamente che per vari stimolanti, è assai più comune nelle piante di quanto suppongono generalmente coloro che non si sono occupati del soggetto. Ho riportato un esempio notevole cioè quello della *Maurandia semperflorens*, i cui giovani peduncoli di fiore girano spontaneamente in piccolissimi circoli, e si piegano quando sono delicatamente soffregati, dalla parte toccata; pure questa pianta non approfitta certamente di queste due facoltà debolmente sviluppate. Un esame rigoroso di altre giovani piante mostrerebbe probabilmente dei leggeri movimenti spontanei nei loro steli, pezioli o peduncoli, come pure sensibilità ad un tocco<sup>(xlviii)</sup>. Vediamo almeno che la *Maurandia* potrebbe, con un piccolo aumento delle facoltà che già possiede, venir prima ad afferrare un sostegno mediante i suoi peduncoli di fiori, e poi, per l'aborto di alcuni dei suoi fiori (come nella *Vitis* o nel *Cardiospermum*) acquistare viticci perfetti.

V'è un altro punto interessante che merita nota. Abbiamo veduto che alcuni viticci devono la loro origine a foglie modificate, ed altri a peduncoli modificati di fiore, sicchè alcune sono fogliari ed altre assili nella loro natura. Si poteva perciò aspettarsi che presentassero qualche differenza nelle funzioni. Ma ciò non è. Al contrario esse presentano la più completa identità nelle loro varie facoltà

caratteristiche. I viticci d'ambidue le specie girano spontaneamente, circa colla medesima velocità. Ambedue, quando sono toccati, si piegano presto dalla parte toccata e dipoi si ristabiliscono e possono agire di nuovo. In ambedue la sensibilità è, o confinata ad un lato, o si stende tutto intorno al viticcio. Tutte e due sono o attratte o respinte dalla luce. L'ultima proprietà si vede nei viticci fogliari di *Bignonia capreolata* e nei viticci assili d'*Ampelopsis*. Le punte dei viticci in queste due piante s'ingrandiscono dopo il contatto in dischi, che sono dapprima adesivi per la secrezione di qualche cemento. I viticci d'ambe le specie, subito dopo aver afferrato un sostegno, si contraggono spiralmemente; essi poi aumentano assai in grossezza e forza. Quando aggiungiamo a questi vari punti d'identità il fatto che il peziolo di *Solanum jasminoides*, dopo aver afferrato un sostegno, assume una delle forme più caratteristiche dell'asse, cioè, un anello chiuso di vasi legnosi, possiamo difficilmente tralasciar di domandare, se la differenza fra gli organi fogliari e gli assili è di natura sì fondamentale come generalmente si suppone <sup>(xlviii)</sup>.

Abbiamo tentato di tracciare alcuni degli stadii nella genesi delle piante rampicanti. Ma durante le infinite fluttuazioni delle condizioni di vita in cui sono stati esposti tutti gli esseri organici, si può aspettarsi che alcune piante rampicanti abbiano perduto l'abitudine di rampicarsi. Abbiamo un esempio in proposito nei casi riferiti di certe piante dell'Africa Meridionale, appartenenti a grandi famiglie volubili, che nel loro paese nativo non s'avviticchiano mai, ma riprendono questa abitudine quando sono coltivate in Inghilterra. Nella pianta rampicante mediante foglie, *Clematis Flammula*, e nella pianta a viticci della Vite, non vediamo alcuna perdita nella facoltà d'arrampicarsi, ma soltanto un residuo della facoltà di girare che è indispensabile a tutte le piante volubili, ed è sì comune come pure utile alla più parte delle rampicanti. Nella *Tecoma radicans*, una *Bignoniacea*, vediamo un'ultima ed incerta traccia della facoltà di girare.

Quanto all'aborto dei viticci, certe varietà coltivate di *Cucurbita Pepo* hanno, secondo Naudin <sup>(xlix)</sup>, perduto affatto questi organi, o ne portano dei rappresentanti semi-mostruosi. Nella mia esperienza limitata, ho trovato soltanto un esempio evidente della loro soppressione naturale, cioè nel fagiuolo comune. Tutte le altre specie di *Vicia* credo portino viticci; ma il fagiuolo è abbastanza rigido per sostenere il suo proprio stelo, ed in questa specie all'estremità del peziolo, dove, secondo l'analogia, dovrebbe aver esistito un viticcio, sporge un piccolo filamento a punta, lungo circa un terzo di pollice e che è probabilmente il rudimento d'un viticcio. Ciò si può tanto più sicuramente arguire, potendosi talvolta osservare tali rudimenti in campioni giovani e non sani d'altre piante a viticci. Nel fagiuolo questi filamenti sono variabili nella forma, ove avviene frequentemente d'organi rudimentali; essi sono o cilindrici o fogliacei, e sono profondamente solcati sulla superficie superiore. Essi non hanno serbato alcuna traccia della facoltà di girare. È un fatto curioso, che molti di questi filamenti, quando sono fogliacei, hanno sulla loro superficie inferiore delle glandule di color carico, come quelle sulle stipule, che secernono un fluido dolce; sicchè questi rudimenti sono stati debolmente utilizzati.

Un altro caso analogo, benchè ipotetico, merita d'essere riferito. Quasi tutte le specie di *Lathyrus* possiedono viticci; ma il *Lathyrus Nissolia* ne è privo. Questa pianta ha foglie, che devono aver sorpreso chiunque le abbia osservate, giacchè sono affatto dissimili da quelle di tutte le piante *Papilionaceae* comuni, e rassomigliano a quelle di una gramigna. In un'altra specie, *Lathyrus Aphaca*, il viticcio, che non è molto sviluppato (giacchè non è ramificato e non ha facoltà spontanea di girare) sostituisce le foglie, mentre queste sono rimpiazzate nelle funzioni da grandi stipule. Ora se supponiamo che i viticci del *Lathyrus Aphaca* diventino appiattiti e fogliacei, come i piccoli viticci rudimentali del fagiuolo, e che le grandi stipule diventino contemporaneamente ridotte in grandezza, non essendo più necessarie, noi avremo la esatta copia del *L. Nissolia*, e le sue foglie curiose ci sono rese subito comprensibili.

Si può aggiungere, per riassumere le opinioni precedenti sull'origine delle piante a viticci, che il *L. Nissolia* è probabilmente disceso da una pianta, che era primordialmente volubile; questa divenne poi una rampicante a foglie, le foglie essendo poi gradatamente convertite in viticci, colle stipule molto aumentate in grandezza per la legge di compensazione <sup>(l)</sup>. Dopo un certo tempo i viticci perdettero i loro rami e divennero semplici; essi poi perdettero la loro facoltà di girare (nella quale condizione avrebbero somigliato ai viticci dell'esistente *L. Aphaca*) e dipoi perdendo il loro potere prensile diventando fogliacei non potevano essere più così designati. Nell'ultimo stadio (quello dell'esistente *L. Nissolia*) i viticci d'un tempo riassumono le loro funzioni originali di foglie, e le

stipule che non essendo più necessarie erano recentemente molto sviluppate, diminuiscono in grandezza. Se le specie si modificano nel corso dei tempi, come ora ammettono quasi tutti i naturalisti, possiamo concludere che il *Lathyrus Nissolia* è passato per una serie di cambiamenti, fino ad un certo grado, simili a quelli qui indicati.

Il punto più interessante nella storia naturale delle piante rampicanti è la varia specie di movimento che esse spiegano in relazione manifesta ai loro bisogni. Gli organi più differenti - steli, rami, peduncoli florali, pezioli, coste medie della foglia e delle foglioline e radici evidentemente aeree - possiedono tutti questa facoltà.

La prima azione di un viticcio è di porsi in posizione conveniente. Per esempio, il viticcio di *Cobaea* s'alza prima verticalmente, coi suoi rami divergenti e cogli uncini terminali rivolti in fuori; il giovane germoglio alla estremità dello stelo e nel tempo stesso curvato da una parte in modo da essere fuori della strada. Le giovani foglie di *Clematis* d'altro canto si preparano per l'azione curvandosi temporaneamente all'ingiù, servendo da grappini.

In secondo luogo, se una pianta volubile od un viticcio assume per qualche accidente una posizione inclinata, si piega tosto all'insù, benchè gli sia intercettata la luce. Lo stimolo dirigente è senza dubbio l'attrazione della gravità, come Andrea Knight dimostrò essere di piante germoglianti. Se un germoglio di qualche pianta ordinaria è posto in posizione inclinata in un bicchiere di acqua all'oscuro, l'estremità si piegherà in alcune ore all'insù; e se la posizione del germoglio è poi invertita, il germoglio curvato in giù inverte il suo curvamento; ma se lo stolone d'una fragola, che non ha veruna tendenza a crescere in su, è trattato così, si curverà in giù nella direzione della forza della gravità invece che in opposizione ad essa. Come della fragola, così è generalmente dei germogli volubili della *Hibbertia dentata*, che s'arrampica lateralmente da un cespuglio all'altro; giacchè questi germogli, se sono posti in posizione inclinati all'ingiù, manifestano poca, e talvolta nessuna inclinazione a curvarsi in su.

In terzo luogo, le piante rampicanti, al pari d'altre piante, si piegano verso la luce con un movimento assai analogo all'incurvamento che le fa girare, sicchè il loro movimento di rivoluzione è spesso accelerato o ritardato avvicinandosi alla luce od allontanandosene. D'altro canto, in alcuni casi, i viticci si piegano verso l'oscurità.

In quarto luogo, abbiamo il movimento spontaneo di rivoluzione, che è indipendente da qualunque stimolo esterno, ma è dipendente dalla giovinezza della parte e dalla salute vigorosa; e ciò dipende inoltre di certo da una temperatura conveniente e da altre condizioni favorevoli di vita.

In quinto luogo, i viticci, qualunque sia la loro natura omologa, ed i pezioli a punte delle foglie delle piante rampicanti, ed evidentemente certe radici, hanno tutte le facoltà di movimento quando sono toccate, e si piegano presto verso la parte toccata. Basta spesso una pressione estremamente leggiera. Se la pressione non è permanente, la parte in questione si drizza ed è di nuovo pronta a piegarsi se viene toccata.

In sesto ed ultimo luogo, i viticci, subito dopo aver afferrato un sostegno, ma non dopo una semplice curvatura temporanea, si contraggono spiralmemente. Se non sono venuti in contatto con nessun oggetto, si contraggono da ultimo spiralmemente dopo aver cessato di girare; ma in questo caso il movimento è inutile, ed avviene solo dopo un tratto di tempo considerevole.

Quanto ai mezzi con cui questi vari movimenti sono effettuati, non si può dubitare, dalle ricerche di Sachs e di H. de Vries, che non siano dovuti a sviluppo disuguale; ma per le ragioni già accennate, non posso credere che questa spiegazione sia applicabile ai movimenti rapidi per un tocco leggiero.

Finalmente, le piante rampicanti sono abbastanza numerose per formare una classe cospicua nel regno vegetale, principalmente nelle foreste tropicali. L'America, che abbonda tanto d'animali viventi sugli alberi, come osserva il signor Bates, abbonda pure, secondo Mohl e Palm, di piante rampicanti; e delle piante a viticci da me esaminate, le specie più altamente sviluppate sono native di questo grande continente, cioè: le varie specie di *Bignonia*, l'*Eccremocarpus*, la *Cobaea* e l'*Ampelopsis*. Ma anche nelle siepi delle nostre regioni temperate il numero delle specie e degli individui rampicanti è considerevole, come si troverà annoverandole. Esse appartengono ad ordini numerosi ed assai diversi. Per avere un'idea grossolana della loro distribuzione nelle serie vegetali, osservai, dalle liste date da Mohl e da Palm (aggiungendone alcune io stesso, ed un botanico competente ne avrebbe senza dubbio aggiunte molte più), tutte quelle famiglie nel *Regno Vegetale*

di Lindley, che racchiudono piante volubili, rampicanti, o a viticci. Lindley divide le piante *Fanerogame* in cinquantanove alleanze; di queste non meno di trentacinque racchiudono piante rampicanti delle specie suddette, essendo escluse le rampicanti ad aculei e a radici. A queste si devono aggiungere alcune piante *Crittogame*. Quando riflettiamo alla grande distanza di queste piante nelle serie, e conosciamo che in alcuni degli ordini maggiori e ben definiti, come le *Compositae*, le *Rubiaceae*, le *Scrophulariaceae*, le *Liliaceae*, ecc., soltanto alcune specie in due o tre generi hanno la facoltà d'arrampicarsi, siamo costretti a concludere nella nostra mente che la facoltà di girare propria alla maggior parte delle piante rampicanti, è inerente, benchè non sviluppata, a quasi ogni pianta del regno vegetale.

È stato spesso vagamente asserito che le piante sono distinte dagli animali per non avere facoltà di movimento. Si dovrebbe piuttosto dire che le piante acquistano e dispiegano questa facoltà soltanto quando essa è loro vantaggiosa; avvenendo ciò relativamente di rado, poichè sono attaccate al suolo ed il nutrimento è loro portato dall'aria e dalla pioggia <sup>(li)</sup>. Vediamo a quale altezza nella scala dell'organizzazione può salire una pianta, quando guardiamo una delle più perfette piante a viticci. Essa emette prima i suoi viticci pronti all'azione, come un polipo pone i suoi tentacoli. Se il viticcio viene spostato, subisce l'influenza della forza di gravità e si dirige. Esso subisce l'influenza della luce e si curva verso essa o se ne allontana, o non la cura, secondo che gli sia più utile. Per parecchi giorni i viticci o gl'internodi, o tutti e due, girano spontaneamente con moto costante. Il viticcio percuote qualche oggetto, e presto vi s'arriccia intorno e l'afferra saldamente. Nel corso d'alcune ore si contrae a spira, trascinando lo stelo e formando una molla eccellente. Ogni movimento cessa ora. Collo sviluppo (e coll'uso) i tessuti diventano tosto maravigliosamente forti e durevoli. Il viticcio ha compiuto il suo lavoro, e l'ha compiuto in modo ammirabile.

## INDICE DELLE MATERIE

### Capitolo I. PIANTE VOLUBILI

Osservazioni preliminari. - Descrizione dell'attorcersi del luppolo. - Torsione degli steli. - Natura del movimento di rivoluzione e modo di ascensione. - Steli non irritabili. - Velocità di rivoluzione in varie piante. - Grossezza del sostegno intorno al quale possono attorcersi le piante. - Specie che s'attaccano in modo irregolare.

### Capitolo II. PIANTE ARRAMPICANTISI MEDIANTE FOGLIE

Piante che s'arrampicano per mezzo di rivoluzione spontanea e di pezioli sensitivi.- Clematis. - Tropaeolum. - Maurandia, peduncoli dei fiori moventisi spontaneamente o sensibili ad un tocco.- Rhodochiton. - Lophospermum, internodi sensibili. - Solanum, ingrossamento dei pezioli abbracciati.- Fumaria.- Adlumia.- Piante che s'arrampicano per mezzo delle loro coste mediane prolungate.- Gloriosa. - Flagellaria. - Nepenthes.- Sommario sulle piante arrampicantisi mediante foglie.

### Capitolo III. PIANTE A VITICCI

Natura dei viticci. - Varie specie di *Bignoniaceae* e loro differenti modi d'arrampicarsi. - Viticci che sfuggono la luce e si ficcano nei crepacci. - Sviluppo di dischi adesivi. - Disposizioni eccellenti per afferrare differenti specie di sostegni. - *Polemoniaceae*. - *Cobaea scandens*, viticci molto ramificati ed uncinati, loro modo d'azione. - *Leguminosae*. - *Compositae*. - *Smilacae*. - *Smilax aspera*, suoi viticci inefficaci. - *Fumariaceae*. - *Corydalis claviculata*, suo stato intermedio fra quello d'una pianta arrampicantesi mediante foglie e quello d'una a viticci.

### Capitolo IV. PIANTE A VITICCI (*Contin.*).

*Cucurbitaceae*. - Natura omologa dei viticci. - *Echinocystis lobata*, movimenti notevoli dei viticci per evitare d'afferrare il germoglio terminale. - Viticci non eccitati dal contatto con un altro viticcio o da gocce d'acqua. - Movimento ondulatorio dell'estremità del viticcio. - *Hanburya*, dischi aderenti. - *Vitaceae*. - Gradazione fra i peduncoli dei fiori ed i viticci della vite. - I viticci della vite vergine girano allontanandosi dalla luce, e dopo il contatto sviluppano dischi adesivi. - *Sapindaceae*. - *Passifloraceae*. - *Passiflora gracilis*. - Rapido movimento di rivoluzione e sensitività dei viticci. - Insensibili al contatto d'altri viticci o di gocce d'acqua. - Contrazione spirale dei viticci. - Sommario sulla natura ed azione dei viticci.

### Capitolo V. PIANTE ARRAMPICANTI MEDIANTE UNCINI E RADICI - OSSERVAZIONI CONCLUSIONALI

Piante arrampicanti mediante uncini o semplicemente strisciando su altre piante. - Piante arrampicanti mediante radici: materia adesiva secreta dalle radichette. - Conclusioni generali rispetto alle piante rampicanti ed agli stadii del loro sviluppo.



i<sup>0</sup> Una traduzione inglese del *Lehrbuch der Botanik*, del prof. SACHS, è stata recentemente (1875) pubblicata sotto il titolo di *Text-Book of Botany*, e questo è stato un gran dono per tutti gli amatori delle scienze naturali in Inghilterra.

ii<sup>0</sup> I traduttori italiani ringraziano pubblicamente l'egregio prof. LIMENTANI per l'aiuto linguistico da lui prestato nel lavoro di questa traduzione delle *Piante Rampicanti*.

iii<sup>0</sup> *Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences*, vol. IV, 12 agosto 1838, p. 98.

iv<sup>0</sup> LUDWIG H. PALM. *Ueber das Winden der Pflanzen*; HUGO VON MOHL, *Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen*, 1827. Il trattato di PALM fu pubblicato soltanto alcune settimane prima di quello di MOHL. Vedi anche *The Vegetable Cell* (tradotto da HENFREY) di H. VON MOHL, p.147 alla fine.

v<sup>0</sup> *Des Mouvements révolutifs spontanés*, ecc., *Comptes Rendus*, tom. XVII, 1843, pag. 989; *Recherches sur la Volubilité des tiges*, ecc., tom. XIX, 1844, p. 295.

vi<sup>0</sup> *Bull. Bot. Soc. de France*, tom.V, 1858, p. 353.

vii<sup>0</sup> L'intero argomento è stato abilmente discusso e spiegato da H. DE VRIES, *Arbeiten des Bot. Instituts in Würzburg*, Heft. III, pag. 331, 336. Vedi anche SACHS (*Manuale di Botanica*, traduzione inglese, 1875, pag. 770), il quale conclude che la torsione è la conseguenza dell'aggrandimento che continua negli strati esterni quando à già cessato od ha cominciato a cessare negli interni.

viii<sup>0</sup> Il prof. ASA GRAY m'ha dimostrato in una lettera che *nella Thuja Occidentalis* la torsione della corteccia è assai evidente. La torsione è in generale alla destra dell'osservatore; ma esaminando circa cento tronchi, se ne osservano quattro o cinque attorti in direzione opposta. Il castagno comune è spesso molto attorto: v'è un articolo interessante su questo soggetto nella *Scottish Farmer*, 1865, pag. 833.

ix<sup>0</sup> Si sa bene che gli steli di molte piante s'attorciano talora spiralmemente in modo irregolare; e dopo la lettura del mio scritto innanzi la Società Linneana, il dott. MAXWELL MASTERS mi fece noto in una lettera che «alcuni di questi casi, se non tutti, dipendono da qualche ostacolo o resistenza al loro crescere all'insù». Questa conclusione con ciò che ho detto sulla torsione degli steli, che si sono avviticchiati a ruvidi sostegni, non esclude l'influenza benefica della torsione sulla pianta col dare maggior rigidità allo stelo.

x<sup>0</sup> L'opinione che il movimento di rivoluzione o nutazione degli steli delle piante volubili sia la conseguenza dell'accrescimento è quella avanzata da SACHS e da H. DE VRIES; e la verità di questa opinione è provata dalle loro eccellenti osservazioni.

xi<sup>0</sup> Il meccanismo mediante il quale l'estremità del germoglio resta uncinata sembra essere un problema difficile e complesso, discusso dal dott. H. DE VRIES (*ibid.*, pag. 337); egli conclude che “esso dipende dal rapporto fra la rapidità di torsione e quella di nutazione».

xii<sup>0</sup> Il dott. H. DE VRIES ha pure mostrato (*ibid.*, pag. 321 e 325) con un metodo migliore di quello da me impiegato, che gli steli delle piante volubili non sono irritabili e che la causa del loro avvolgersi ad un sostegno è precisamente quello che ho descritto.

xiii<sup>0</sup> Il dott. H. DE VRIES riferisce che lo stelo della *Cuscuta* è irritabile come un viticcio (*ibid.*, p. 322).

xiv<sup>0</sup> Vedi il dott. H. DE VRIES (*ibid.*, p. 324) su questo soggetto.

xv<sup>0</sup> *Comptes Rendus*, 1844, tom. XIX, pag. 295, ed *Annales de Sc. Nat.*, serie 3<sup>a</sup>, Bot., tom. II, p. 163.

xvi<sup>0</sup> Sono molto obbligato al dott. HOOKER per avermi mandato molte piante da Kew, ed al signor VEITCH, del R. Semaizio esotico, per avermi dato generosamente una collezione di bei campioni di piante arrampicanti. Il professor ASA GRAY, il professor OLIVER ed il dott. HOOKER m'hanno fornito, come in molte altre occasioni precedenti, molte informazioni ed indicazioni.

xvii<sup>0</sup> *Journal of the Linn. Soc. (Bot)*, vol. IX, p.314. Avrò spesso occasione di citare questo scritto interessante, ove egli corregge e conferma varie osservazioni da me fatte.

xviii<sup>0</sup> Coltivai nove piante dell'ibrida *Loasa Herbertii*, ed anche sei di queste invertirono la loro spira ascendendo un sostegno.

xix<sup>0</sup> In un altro genere, cioè *Devilla*, appartenente all'istessa famiglia dell'*Hibbertia*, FRITZ MÜLLER dice (*ibid.*, p. 349) che “lo stelo s'attortiglia indifferentemente da sinistra a destra o da destra a sinistra; ed io una volta vidi un germoglio, che salì per un albero del diametro di circa 5 pollici, invertire il suo corso nel modo stesso sì frequente nella *Loasa*”.

xx<sup>0</sup> FRITZ MÜLLER riferisce (*ibid.*, p. 349) ch'egli vide una volta nelle foreste del Sud del Brasile un tronco di circa cinque piedi di circonferenza ascenso spiralmemente da una pianta appartenente evidentemente alle *Menispermaceae*. Egli aggiunge nella sua lettera a me che la più parte delle piante rampicanti che ascendono colà alberi grossi, si arrampicano mediante radici; alcune sono a viticci.

xxi<sup>0</sup> FRITZ MÜLLER ha pubblicato alcuni fatti ed opinioni interessanti sulla struttura del legno delle piante rampicanti nella *Bot. Zeitung*, 1866, p. 57, 65.

xxii<sup>0</sup> Appare da osservazioni interessanti di A. KERNER, che i peduncoli di fiori d'un gran numero di piante sono invariabili, e si piegano quando sono soffregati o scossi: *Die Schutzmittel des Pollens*, 1873, p. 34.

xxiii<sup>0</sup> Ho già ricordato il caso dello stelo volubile di *Cuscuta*, che, secondo H. DE VRIES (*ibid.*, p. 322), è sensibile ad un tocco, come un viticcio.

xxiv<sup>0</sup> Il dott. MAXWELL MASTERS mi fa noto che in quasi tutti i pezioli che sono cilindrici, come quelli che portano foglie peltate, i vasi legnosi formano un anello chiuso; le fascie semilunari dei vasi sono limitate ai pezioli che hanno delle scanalature lungo la loro superficie superiore. Secondo tal rapporto si può osservare che il peziolo aggrandito ed

abbracciato del *Solanum*, col suo anello chiuso di vasi legnosi è diventato più cilindrico di quando non era ancora abbracciato.

xxv<sup>0</sup> Non avendo mai avuto l'occasione d'esaminare dei viticci prodotti dalla modificazione dei rami, ne parlai vagamente in questo trattato, quando fu pubblicato la prima volta. Ma da allora FRITZ MÜLLER ha descritto (*Journal of Linn. Soc.*, vol. IX, p. 341) molti casi sorprendenti nel Sud del Brasile. Parlando di piante che s'arrampicano per mezzo dei loro rami, più o alcun modificati, egli dice che si possono stabilire i seguenti stadii di sviluppo: 1) Piante che si sostengono semplicemente coi loro rami distesi ad angolo retto — per esempio: *Chiococca*. 2) Piante che afferrano un sostegno coi loro rami non modificati come nella *Securidaca*. 3) Piante che s'arrampicano colle estremità dei loro rami, che sembrano simili a viticci, come secondo ENDLICHER avviene nell'*Helinus*. 4) Piante coi loro rami molto modificati e temporaneamente convertiti in viticci, ma che si possono di bel nuovo trasformare in rami, come in certe piante Papilionacee. 5) Piante coi loro rami formanti dei veri viticci e adoperati esclusivamente per arrampicarsi — come nello *Strychnos* e nel *Caulotretus*. Anche i rami non modificati s'ingrossano molto quando s'avvicinano ad un sostegno. Posso aggiungere che il sig. THWAITES mi mandò da Ceylan un campione di un'Acacia, che s'era rampicata su per il tronco d'un albero piuttosto grande, mediante ramoscelli simili a viticci, curvati, o convoluti, fermati nel loro ingrandimento e provvisti d'acuti uncini ricurvi.

xxvi<sup>0</sup> A quanto pare, la storia delle nostre cognizioni riguardo ai viticci è la seguente: — Abbiamo veduto che PALM e VON MOHL osservarono circa nello stesso tempo il fenomeno singolare dello spontaneo movimento di rivoluzione delle piante volubili. Suppongo che PALM (pag. 58) abbia osservato anche il movimento di rivoluzione dei viticci; ma non son sicuro di ciò, poichè egli dice pochissimo in proposito. DUTROCHET descrisse completamente questo movimento del viticcio nel pisello comune. MOHL scoprì per primo che i viticci sono sensibili al contatto; ma per qualche causa, probabilmente per aver osservato viticci troppo vecchi, non s'accorse quanto erano sensibili, e credette fosse necessaria una pressione prolungata per eccitare il loro movimento. Il prof. ASA GRAY, in uno scritto già citato, rese nota l'estrema sensibilità e rapidità dei movimenti dei viticci di certe piante Cucurbitacee.

xxvii<sup>0</sup> FRITZ MÜLLER riferisce (*ibid.*, p. 348) che nel Sud del Brasile i viticci trifidi di *Haplolophium* (una delle *Bignoniaceae*) senz'essere posti in contatto con nessun oggetto, terminano in dischi lisci risplendenti. Questi però dopo essere stati attaccati a qualche oggetto, si ingrandiscono considerevolmente.

xxviii<sup>0</sup> *Comptes Rendus*, tom. XVII, 1843, p. 989.

xxix<sup>0</sup> *Leçons de Botanique*, ecc., 1841, p. 170.

xxx<sup>0</sup> Sono molto obbligato al prof. OLIVER per informazioni su questo punto. Nel *Bulletin de la Société Botanique de France*, 1857, vi sono discussioni numerose sulla natura dei viticci in questa famiglia.

xxxi<sup>0</sup> *Gardener's Chronicle*, 1764, p. 721. Dall'affinità delle *Cucurbitaceae* colle *Passifloraceae*, si potrebbe arguire che i viticci delle prime sono peduncoli di fiori modificati, come è certamente il caso in quelli delle passiflore. Il sig. R. HOLLAND (*Hardwicke's Science-Gossip*, 1865, p. 105) riferisce che «un Cetriuolo cresceva, alcuni anni fa, nel proprio giardino, ove una delle brevi punte sopra il frutto era diventata un viticcio lungo ed arricciato».

xxxii<sup>0</sup> *Trans. Phil. Soc.*, 1812, p. 314.

xxxiii<sup>0</sup> Il dott. M'NAB osserva (*Trans. Bot. Soc. Edinburgh*, vol. XI, p. 292) che i viticci di *Ampelopsis Veitchii*, portano piccoli dischi globulari prima che siano venuti in contatto con alcun oggetto; ed io ho dipoi osservato lo stesso fatto. Questi dischi però aumentano assai in dimensione, se premono contro una superficie e vi aderiscono. I viticci d'una specie d'*Ampelopsis* richiedono perciò lo stimolo del contatto per il primo sviluppo dei loro dischi, mentre quelli di un'altra specie non hanno bisogno di tale stimolo. Abbiamo veduto un caso esattamente eguale a questo in due specie di *Bignoniaceae*.

xxxiv<sup>0</sup> FRITZ MÜLLER osserva (*ibid.*, p. 318) che un genere affine, *Serjania*, differisce dal *Cardiospermum* nell'essere fornito d'un solo viticcio, e che il peduncolo comune si contrae spiralmente, quando, come accade frequentemente, il viticcio ha afferrato lo stelo stesso della pianta.

xxxv<sup>0</sup> Il prof. ASA GRAY mi rende noto che i viticci di *P. sicyoides* girano ancora più rapidamente di quelli di *P. gracilis*; quattro rivoluzioni furono compiute (variando la temperatura da 88°-92° Fahr.) nei tratti seguenti: 40 min., 15 min., 38 1/2 min., e 46 min. Mezza rivoluzione fu compiuta in 15 minuti

xxxvi<sup>0</sup> Vedi M. ISID LÉON nel *Bull. Soc. Bot. de France*, tom. V, 1858, p. 680. Il dott. H. de Vries nota (p. 306), ciò che io ho ommesso, nella prima edizione di questo trattato, le seguenti parole di MOHL: «Dopo che un viticcio ha afferrato un sostegno, comincia in alcuni giorni ad avvolgersi a spira, la quale, essendo il viticcio saldato ad ambo le estremità, deve esser necessariamente in alcuni punti a destra, in altri a sinistra». Ma non mi meraviglio che queste poche parole, senza ulteriore spiegazione, non abbiano attirato la mia attenzione.

xxxvii<sup>0</sup> SACHS ha tuttavia dimostrato (*Manuale di Botanica*, traduzione inglese, 1875, p. 280 e trad. franc., p. 1099) ciò che a me era sfuggito, cioè, che i viticci di diverse specie sono adatti ad afferrare sostegni di grossezza differente. Egli dimostra inoltre che un viticcio, dopo aver afferrato un sostegno, lo stringe poi più fortemente.

xxxviii<sup>0</sup> *Annales de Sc. Nat. Bot.*, 4<sup>a</sup> serie, tom. XII, p. 89.

xxxix<sup>0</sup> Mi venne l'idea che il movimento di nutazione e quello per un tocco possano essere attaccati diversamente da anestetici, come PAUL BERT ha mostrato essere dei movimenti del sonno della mimosa e quelli per un tocco. Provai il Pisello comune e la *Passiflora gracilis*, ma mi riuscì d'osservare solamente che ambo i movimenti non erano attaccati dalla esposizione per un'ora e mezzo ad una dose piuttosto grande d'etere solforico. Da questo lato presentano un contrasto maraviglioso colla *Drosera*, senza dubbio in conseguenza della presenza di glandule assorbenti nell'ultima pianta.

xi<sup>0</sup> *Manuale di Botanica*, 1875, p. 779.

xli<sup>0</sup> *Journal of Linn. Soc.*, vol. ix, p. 318. Il prof. G. JAEGER ha ben osservato (*in Sachen Darwin's, insbesondere contra Wigand*, 1874, p.106) che è altamente caratteristico nelle punte rampicanti il produrre steli sottili, allungati e flessibili. Egli osserva inoltre che le piante che crescono sotto altre specie più alte od alberi, sono naturalmente quelle che si sviluppano a piante rampicanti, e tali piante stendendosi verso la luce e non essendo molto agitate dal vento, tendono a produrre germogli lunghi, sottili e flessibili.

xlii<sup>0</sup> Il prof. ASA GRAY ha spiegato, come sembrerebbe, questa difficoltà nella sua rivista (*American Journal of Science*, vol. xi, sett. 1865, p. 282) di quest'opera. Egli ha osservato che i forti germogli d'estate della rosa del Michigan (*Rosa setigera*) hanno grande disposizione a spingersi nei crepacci oscuri e a sfuggire la luce, sicchè potrebbero porsi quasi di sicuro sotto una graticciata. Egli aggiunge che i germogli laterali emessi la seguente primavera emergevano dalla graticciata cercando la luce.

xliii<sup>0</sup> Il sig. SPILLER ha dimostrato recentemente (*Chemical Society*, 16 febb. 1865) in uno scritto sull'ossidazione della gomma elastica o *caotchouc*, che questa sostanza quando è esposta in condizione di divisione molto fina all'aria, si converte gradatamente in materia fragile resinosa, molto simile a gomma lacca.

xliv<sup>0</sup> FRITZ MÜLLER m'informa d'aver veduto nelle foreste del Sud del Brasile numerosi cordoni neri, del diametro da alcune linee a quasi un pollice, avviticchiarsi spiralmente intorno ai tronchi d'alberi giganteschi. A prima vista credette fossero gli steli di piante volubili che salissero così per gli alberi, ma dipoi trovò che erano le radici aeree d'un *Philodendron* che cresceva sui rami al di sopra. Queste radici sembrano essere perciò delle vere piante volubili, benchè usino le loro facoltà a discendere, invece che a salire come le piante volubili. Le radici aeree di qualche altra specie di *Philodendron* pendono verticalmente in giù, talvolta per un tratto di più di cinquanta piedi.

xliv<sup>0</sup> A questo punto è opportuno ricordare un fatto osservato dai signori FAURE e MARTINS in località diverse della Francia. Riconstrarono due piante di *Antirrhinum majus*, il primo sopra un muro vecchio, l'altro in un suolo ubertoso, le quali erano fornite di ramoscelli lunghi e microfilli, ben diversi dai normali che pur non vi mancavano. Questi ramoscelli anormali s'avvolgevano spiralmente intorno agli oggetti vicini, come fanno le piante volubili. Sarebbe stato l'*Antirrhinum* un tempo pianta volubile, e il fatto attuale sarebbe un caso d'atavismo? (*Traduttori italiani*).

xlvi<sup>0</sup> Citato da COHN nella sua memoria notevole, *Contractile Gewebe im Pflanzenreiche, Abhandl. der Schlesischen Gesell.*, 1861, Heft 1, pag. 35.

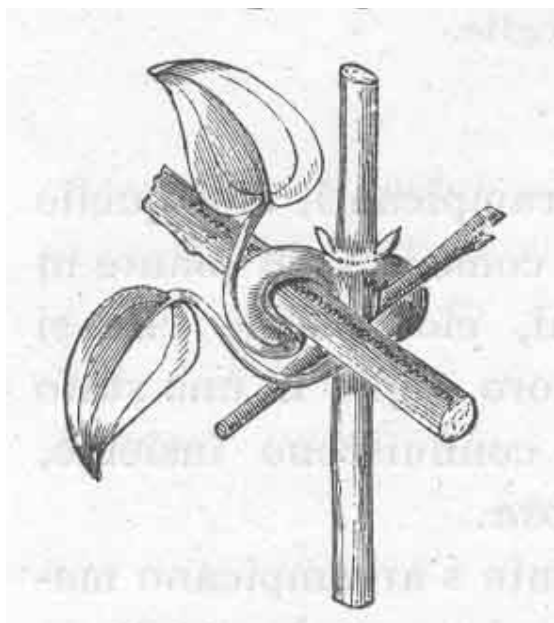
xlvi<sup>0</sup> Ora trovo che per qualche tempo s'è saputo che questi leggieri movimenti spontanei accadono per esempio negli steli fiorali di *Brassica Napus* e nelle foglie di molte piante (Vedi SACHS, *Manuale di botanica*, 1875, pag. 766, 785). FRITZ MÜLLER ha pure dimostrato relativamente al nostro presente soggetto (*Jenaische Zeitschrift*, Bd. v, Heft 2, p. 133) che gli steli, quando sono giovani, di un'*Alisma* e di un *Linum* fanno continuamente dei leggieri movimenti verso tutti i punti della circonferenza, come quelli delle piante rampicanti.

xlvi<sup>0</sup> Il Sig. HERBERT SPENCER ha di recente dimostrato (*Principii di Biologia*, 1865, pag. 37 e seg.) con argomenti molto forti che non v'è alcuna distinzione fondamentale fra gli organi fogliari ed assili delle piante.

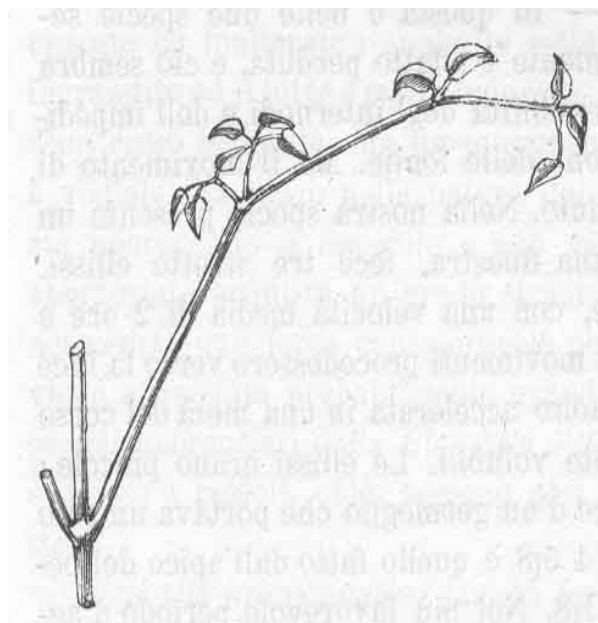
xliv<sup>0</sup> *Annales des Sc. Nat.*, 4<sup>a</sup> serie, *Bot.*, tom. vi, 1866, p. 31.

i<sup>0</sup> MOQUIN-TANDON (*Eléments de Tératologie*, 1841, p. 156) riferisce l'esempio d'un fagiuolo mostruoso, in cui fu improvvisamente effettuato un caso di compensazione; giacchè le foglie sparvero completamente e le stipule crebbero a dimensioni enormi.

li<sup>0</sup> È pure ovvio osservare che della facoltà di sostenersi col mezzo dei fusti volubili o dei viticci o delle foglie prensili, sono necessariamente fornite le piante dagli steli lunghi, gracili e cadenti, le quali, senza quei mezzi, rimarrebbero accasciate a terra in condizioni tristissime di vita. (*Traduttori italiani*).



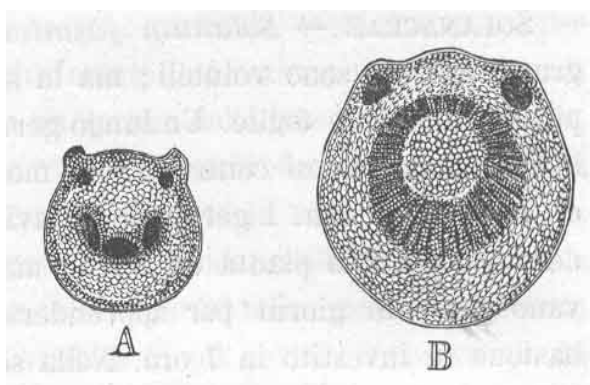
*fig. 01*



*fig. 02*



*fig. 03*



*fig. 04*

fig. 05

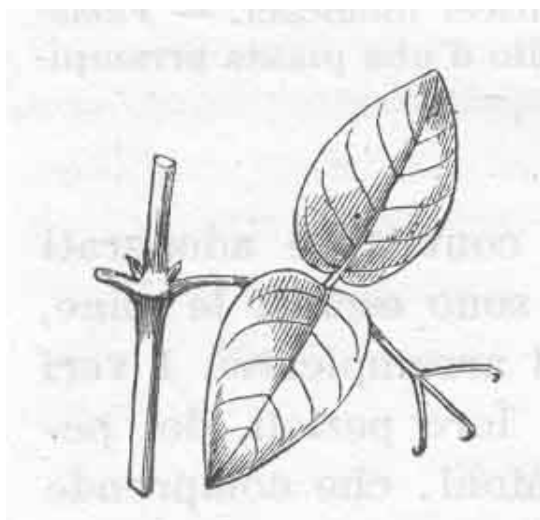


fig. 06

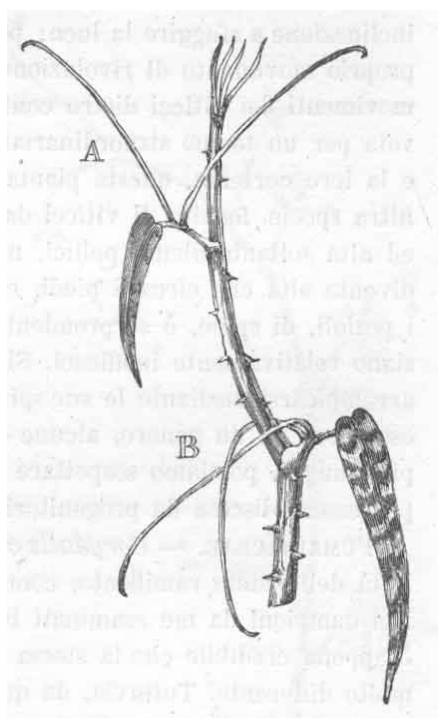
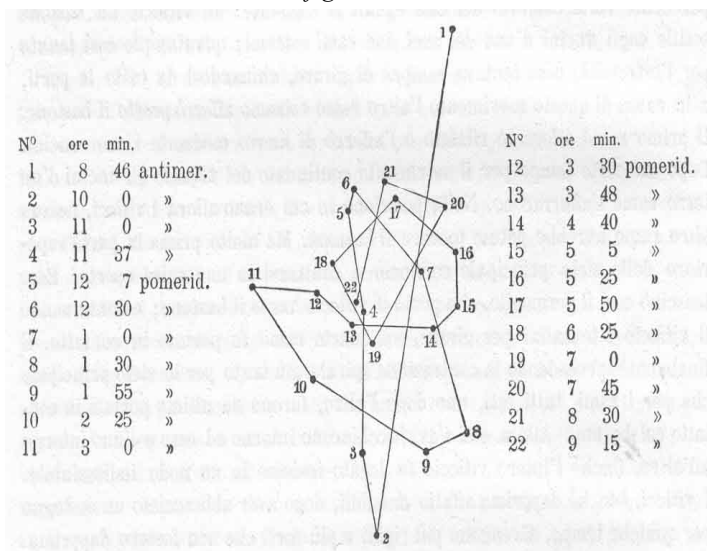


fig. 07

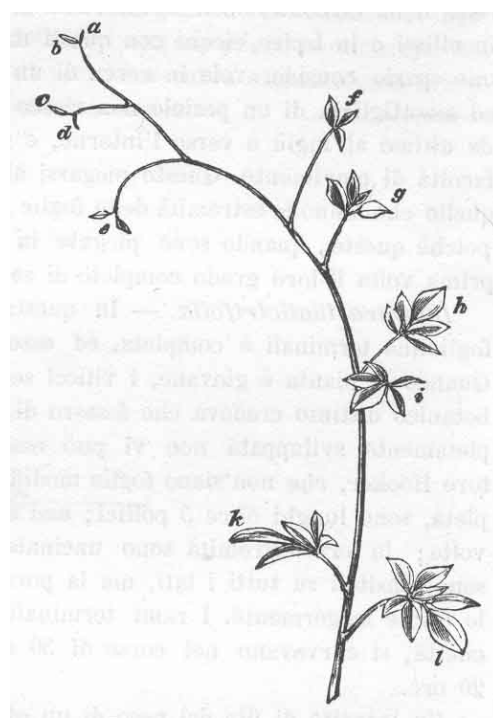
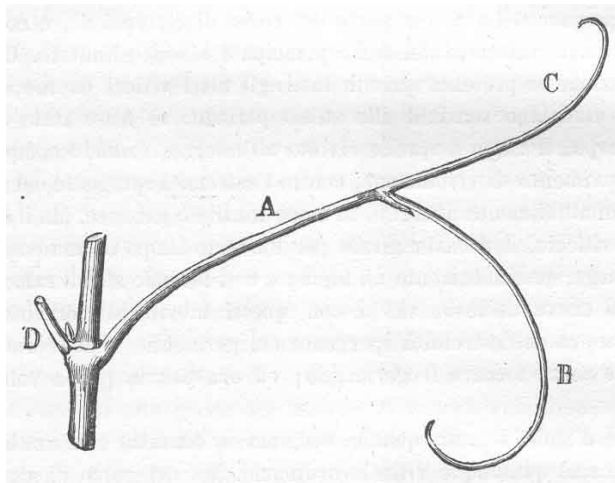
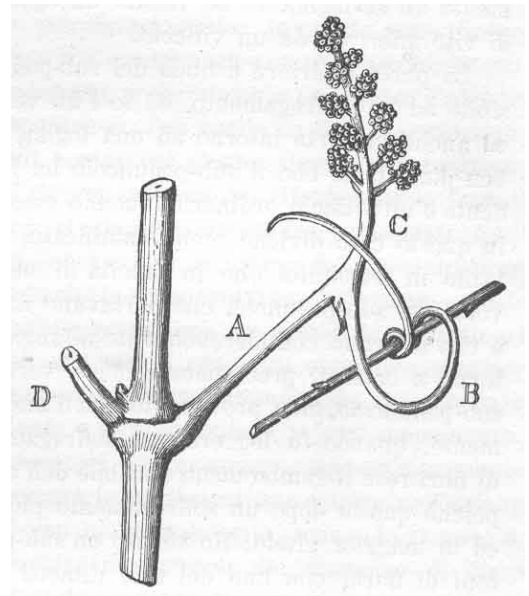


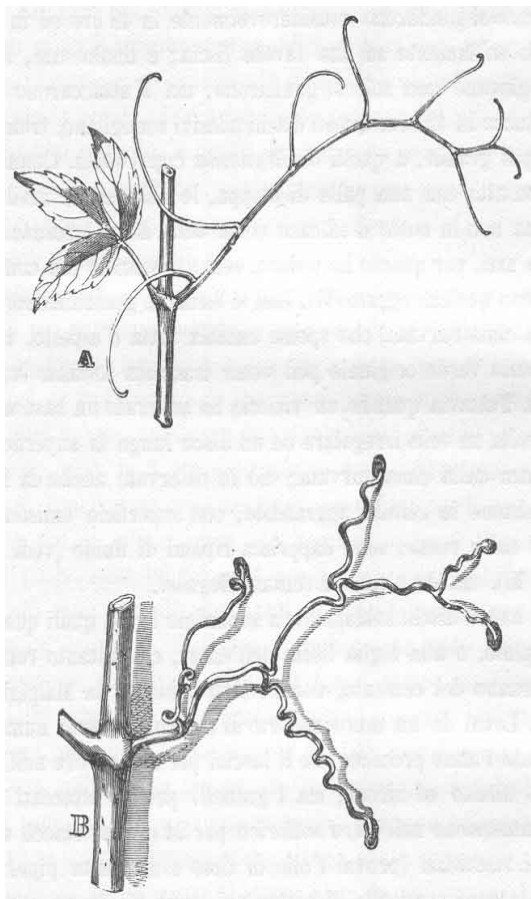
fig. 08



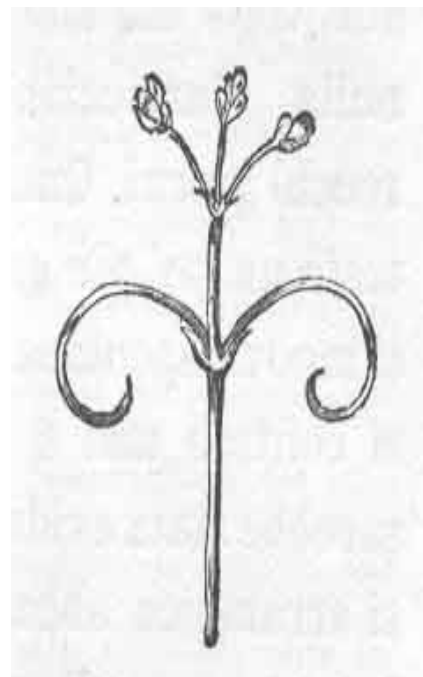
*fig. 09*



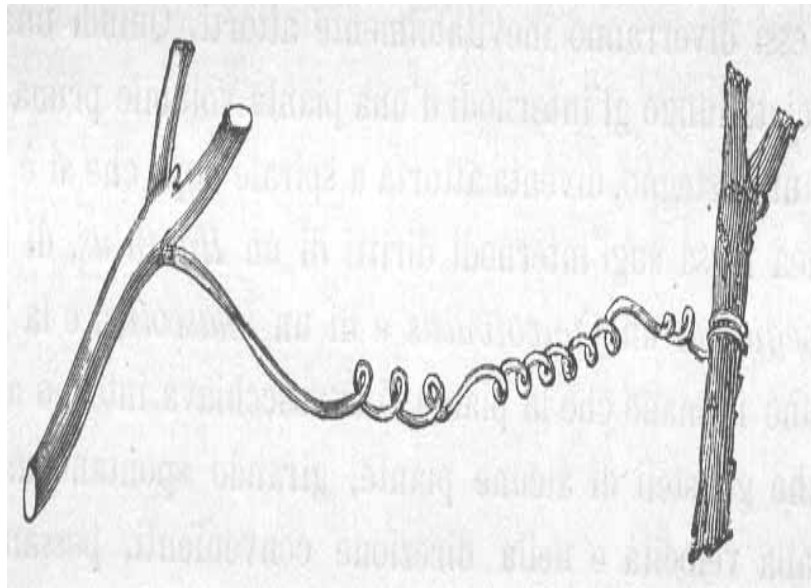
*fig. 10*



*fig. 11*



*fig. 12*



*fig. 13*