

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCV.

1898

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VII.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1898

Fisica-biologica. — *Azione dell'elettricità sopra la germinazione.* Nota I, di GIULIO TOLOMEI, presentata dal Socio BLASERNA.

È un fatto ormai fuori di discussione che l'elettricità esercita un'influenza notevole sopra lo sviluppo delle piante, ma non è stato ancora determinato su quale delle funzioni della vita vegetale tale influenza si manifesti. La questione, come ben s'intende, è tutt'altro che facile a trattarsi e richiederà una serie di studi e di ricerche molto numerose prima di essere risolta, se pure si giungerà mai a risolverla completamente.

Persuasos che non sarebbe stato possibile di potere arrivare a qualche conclusione sicura se non studiando minuziosamente i fenomeni presentati dai vegetali che si sviluppano, essendo assoggettati all'azione dell'elettricità, ho cercato di procedere nelle mie ricerche in modo da potere studiare separatamente ciascuna fase dello sviluppo, ed avere così dei risultati che, messi a confronto con quelli avuti nelle condizioni ordinarie, possano far vedere chiaramente quali sono le differenze dovute all'influenza dell'agente studiato. In questa Nota riferisco intorno ad alcuni risultati ottenuti studiando i fenomeni fisici che si producono in un seme che germoglia.

In altre esperienze fatte nel 1896 ⁽¹⁾ avevo già notato che i semi posti a germogliare sotto l'azione della corrente elettrica aumentavano di peso più rapidamente degli altri, ma non mi ero occupato di seguire con esattezza tutte le fasi del fenomeno, avendo allora di mira di ricercare solamente se vi erano differenze nel modo di comportarsi dei semi soggetti o no all'azione della corrente. Riprese queste esperienze con un indirizzo diverso, ho cercato prima di tutto di vedere se la diminuzione che si riscontra nella durata del germogliamento dei semi assoggettati all'azione dell'elettricità si possa considerare come una conseguenza delle modificazioni, che può subire l'assorbimento dell'acqua per parte dei semi nelle nuove condizioni nelle quali sono posti.

A tale scopo mi sono servito di un apparecchio molto semplice, per mezzo del quale è possibile registrare graficamente l'andamento del fenomeno. Esso è costituito da un filo di paglia, della lunghezza di circa 20 cm., terminato ad un estremo in punta affilata e fissato, a circa un decimo della lunghezza totale dall'altro estremo, fra due assicelle di legno traversate da un asse metallico attorno al quale può girare liberamente. All'estremo più vicino all'asse di sospensione, cioè a quello non terminato in punta, è attaccato un filo al quale è sospeso un dischetto di vetro pesante un poco più del braccio più lungo della leva così formata, di modo che questa sta in equilibrio con il braccio più corto rivolto in basso.

(1) Malpighia, anno X, vol. X.

Il seme da studiare era fissato con della cera alla faccia inferiore del dischetto di vetro, era posto in un recipiente, costituito da un cilindro di vetro avente il fondo di rame argentato, e tenuto fermo da uno strato di sabbia sottile nel quale si trovava completamente immerso. Messa ogni cosa a posto, la punta del filo di paglia era appoggiata ad un cilindro registratore, facente un giro completo in una settimana circa, e nel recipiente di vetro era versata dell'acqua. Come si capisce facilmente, gonfiandosi il seme, il dischetto di vetro era sollevato ed il braccio più lungo della leva si abbassava tracciando una curva sopra la carta affumicata del cilindro.

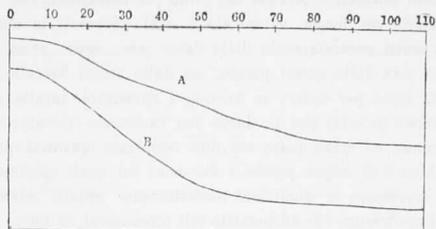
L'esperienza veniva sempre fatta con due semi posti in due recipienti identici, ma dei quali l'uno era assoggettato all'azione dell'elettricità e l'altro no. I due recipienti erano situati ad una certa distanza l'uno dall'altro, separati da uno schermo metallico in comunicazione con la terra perchè non vi potesse essere il caso di fenomeni di induzione, ma le due pagliuzze si appoggiavano sopra lo stesso cilindro. Tagliando convenientemente la carta potevano quindi essere confrontate le due curve ottenute e si poteva giudicare delle differenze se ve ne erano.

Uno dei recipienti era posto sopra un sostegno isolante ed era in comunicazione, per mezzo di un filo di rame, con uno dei poli di una macchina di Voess messa in azione da un motorino elettrico. In tal modo il recipiente si poteva caricare a volontà di elettricità positiva o negativa. L'altro recipiente si trovava nelle medesime condizioni del primo: solamente era mantenuto allo stato naturale. Le esperienze furono fatte con semi di fagiolo, di lupino, di fava e di granturco e diedero tutte risultati molto concordanti.

In una prima serie di esperienze il recipiente fu posto in comunicazione col polo negativo della macchina elettrica e fu elettrizzato durante un'ora ad intervalli di circa due ore ogni giorno, a cominciare dalle 7 fino alle 20, di modo che era complessivamente soggetto all'azione dell'elettricità durante cinque ore al giorno. In questo modo furono eseguite 18 esperienze, ed in 15, durante le quali il tempo si mantenne costantemente sereno, si ebbe una anticipazione notevole nella durata dell'assorbimento: in una non si gonfiò il seme mantenuto nelle condizioni normali, e quindi mancò il termine di confronto, ed in due, pure avendosi una diminuzione nella durata dell'assorbimento, questa non fu così rilevante come nelle altre. Durante queste due esperienze il cielo fu quasi sempre coperto e in una si ebbero due giornate di pioggia su cinque nelle quali si compì l'assorbimento.

Confrontando fra loro le curve ottenute sopra la carta affumicata del cilindro registratore, risultò che l'assorbimento dell'acqua per parte dei semi assoggettati all'azione dell'elettricità cominciò in 15 esperienze da 3 a 5 ore prima che in quelli mantenuti nelle condizioni normali, ed in due solamente 2 ore prima: per una non si può dir nulla non essendosi gonfiato il seme testimonio. Nella figura qui unita sono riportate, ridotte, le curve ottenute

in una delle esperienze fatte con dei semi di fava. La curva A rappresenta il modo col quale è proceduto l'assorbimento di un seme mantenuto nelle condizioni ordinarie e la B quello di un seme elettrizzato negativamente durante 5 ore del giorno, come è stato detto sopra. Come si vede l'aumento



di volume del seme mantenuto nelle condizioni ordinarie non si è cominciato a manifestare in modo sensibile che in capo a 12 ore, mentre per l'altro l'aumento di volume si è reso evidente solo dopo 8 ore. Dopo l'aumento di volume ha seguito rapidamente per 57 ore per il seme mantenuto nelle condizioni ordinarie e per 51 per quello elettrizzato, e poi è andato diminuendo fino alla saturazione. I risultati ottenuti nelle altre esperienze fatte col cielo sereno furono analoghi a quelli avuti nell'esperienza cui si riferiscono le curve riportate sopra. Nelle due esperienze fatte col cielo annuvolato e con la pioggia le curve presentano differenze meno notevoli.

Le variazioni osservate nella durata dell'assorbimento non furono le stesse per tutte le specie studiate, ma presentarono delle differenze abbastanza rilevanti fra una specie e l'altra. Così mentre per i fagioli elettrizzati negativamente si ebbe la durata dell'assorbimento ridotta quasi della metà, per i lupini e per le fave la diminuzione fu molto minore. Probabilmente tale diminuzione dipende ancora dal valore della differenza di potenziale fra i semi e l'aria e dalla durata dell'elettrizzazione; e forse esistono dell'una e dell'altra grandezza, e per ciascuna specie di semi, valori tali per i quali si ha la massima diminuzione nella durata dell'assorbimento; ma io non mi sono occupato affatto di tali determinazioni essendomi prefisso, in queste prime ricerche, di determinare solamente sopra quali funzioni della vita vegetale l'elettricità esercita una influenza ed in che cosa tale influenza consista.

Le stesse esperienze furono ripetute ponendo uno dei recipienti in comunicazione col polo positivo della macchina elettrica ed elettrizzandolo durante 5 ore al giorno come era stato fatto nelle esperienze precedenti. Anche in questo caso le esperienze eseguite furono 18: in 14, con un cielo permanentemente sereno, si ebbe un ritardo notevole nella durata dell'assorbimento per parte dei semi elettrizzati; in due, col cielo quasi sempre coperto, non

si riscontrarono differenze apprezzabili, ed in altre due non si ebbero le curve perchè non si gonfiarono i semi.

Le curve ottenute dimostrano che l'assorbimento cominciò nei semi elettrizzati positivamente sempre dopo che era cominciato in quelli mantenuti nelle condizioni normali, e procedè nei primi più lentamente che nei secondi.

È necessario che faccia notare che i semi adoperati in ciascuna esperienza erano scelti accuratamente dello stesso peso; erano presi, quando era possibile, non solo dalla stessa pianta, ma dallo stesso baccello; erano esaminati con la lente per vedere se avevano l'epidermide intatta, giacchè una scalfittura, anche piccola, può produrre una variazione rilevante nella durata dell'assorbimento, ed erano poste nei due recipienti quantità perfettamente eguali di sabbia e di acqua, perchè i due semi sui quali sperimentavo volta per volta si trovassero in condizioni perfettamente eguali. Alcune ricerche preliminari dimostrarono che adoperando tali precauzioni, le curve che si ottenevano sopra il cilindro registratore, erano presso a poco identiche. È quindi fuor di dubbio che le differenze notate devono ascriversi esclusivamente all'azione dell'elettricità.

I risultati ottenuti dimostrano che *elettrizzando i semi negativamente si ha una diminuzione nella durata dell'assorbimento quando il cielo è sereno, ossia quando il potenziale dell'atmosfera è positivo, mentre elettrizzando i semi positivamente ha luogo il fenomeno contrario.*

Rimaneva da vedere se oltre che sopra il tempo durante il quale ha luogo l'assorbimento, l'essere i semi elettrizzati o nelle condizioni ordinarie influisce anche sopra la quantità d'acqua assorbita, o in altre parole se varia il potere assorbente dei semi, che è, come è noto, il peso d'acqua assorbito riferito a 100 parti di semenza secca.

In queste esperienze, per attenuare più che fosse possibile la causa di errore proveniente dall'osmosi dei prodotti solubili, adoperai una quantità d'acqua poco superiore a quella che una ricerca preliminare aveva indicato potere essere assorbita dai semi della specie su cui sperimentavo. L'immersione fu prolungata fino a saturazione completa, e per impedire la germinazione e lo sviluppo di organismi estranei fu adoperata acqua cloroformizzata.

I semi erano scelti con le precauzioni alle quali ho accennato sopra ed erano posti nello stesso numero in due recipienti di vetro col fondo di rame argentato. Naturalmente avendo adoperato in ogni esperienza da 10 a 15 semi non li potevo prendere dallo stesso baccello.

Ponendo uno dei due recipienti in comunicazione col polo negativo di una macchina elettrica di Voss, messa in azione, come nelle esperienze precedenti, durante un'ora per 5 volte al giorno, ottenni i risultati raccolti nella seguente tabella nella quale con la lettera *a*) sono indicati i semi elettrizzati e con la *b*) quelli mantenuti nelle condizioni ordinarie.

	Peso iniziale in gr.	Peso massimo in gr.	Peso dell'acqua assorbita in gr.	Potere assorbente
1 a) 15 semi di lupino bianco	6,10	12,64	6,54	107,21
b) " " "	6,13	12,66	6,53	106,52
2 a) 15 semi di lupino bianco	6,78	13,65	7,17	105,76
b) " " "	6,66	13,78	7,12	106,90
3 a) 15 semi di fagiolo bianco	11,47	20,55	9,08	79,16
b) " " "	11,35	20,42	9,07	79,90
4 a) 15 semi di fagiolo bianco	11,78	21,02	9,24	78,43
b) " " "	11,86	21,07	9,21	77,65
5 a) 15 semi di granturco	4,56	6,97	2,41	52,85
b) " " "	4,58	7,00	2,42	52,81
6 a) 15 semi di granturco	4,72	7,12	2,40	50,84
b) " " "	6,68	7,21	2,52	52,35
7 a) 10 semi di fava	14,00	28,81	14,81	105,78
b) " " "	14,07	29,22	15,15	107,67
8 a) 10 semi di fava	13,82	28,13	14,31	103,47
b) " " "	13,77	27,92	14,15	102,75

Risultati analoghi furono ottenuti elettrizzando i semi positivamente, e quindi credo inutile riportarli. Come si vede *non vi sono differenze apprezzabili fra il potere assorbente dei semi elettrizzati e quello dei semi mantenuti nelle condizioni ordinarie.*

Le esperienze relative alla determinazione del tempo impiegato dai semi ad assorbire la massima quantità d'acqua che possono assorbire, furono ripetute assoggettando i semi all'azione della corrente indotta. Già fino dal 1867 il Blondeau, facendo agire la corrente indotta sopra i semi prima di porli nel terreno, aveva trovato che quelli elettrizzati nascevano sempre prima di quelli non elettrizzati: tali risultati furono confermati dallo Spechnew e da me (1).

Giova per altro notare, che in tali esperienze i semi prima erano fatti rigonfiare tenendoli immersi nell'acqua e poi erano assoggettati all'azione della corrente indotta e quindi seminati; per conseguenza l'azione della corrente si manifestava dopo che il rigonfiamento era già avvenuto, mentre in quelle che formano soggetto di questa Nota si trattava di determinare l'influenza che la corrente esercita sopra la rapidità dell'assorbimento.

L'apparecchio di cui mi servii fu lo stesso di quello adoperato nelle precedenti esperienze, con la sola differenza che al dischetto di vetro ne fu

(1) Malpighia, anno X, vol. X.

sostituito uno di rame argentato. Disposte le cose come nelle prime esperienze, ogni due ore erano posti il fondo del recipiente ed il dischetto in comunicazione coi due poli di un piccolo rocchetto di Ruhmkorff, capace di dare una scintilla di 1 mm., ed era fatta passare la corrente per 5 minuti. Le curve ottenute dimostrarono in modo evidente che il tempo in capo al quale comincia l'assorbimento e quello durante il quale si compie, diminuiscono per l'azione della corrente indotta, e tale diminuzione è molto più rilevante di quella ottenuta elettrizzando i semi per mezzo della macchina elettrica.

Aumentando il numero delle volte che la corrente era fatta passare ogni giorno e la durata del passaggio, le differenze si fecero sempre maggiori e divennero ancora più grandi adoperando un rocchetto capace di dare una scintilla di circa 1 cm. e poi uno capace di darne una di 3 cm. Anche in questo caso fu notata una differenza rilevante fra il modo di comportarsi delle diverse specie di semi. Così mentre coi fagioli e coi piselli si hanno già delle differenze notevoli adoperando un rocchetto capace di dare una scintilla di circa 1 mm., ed elettrizzando i semi per 5 minuti ogni due ore, non si hanno differenze apprezzabili con le fave e con i lupini. Invece tali differenze si manifestano se si fa passare più spesso la corrente, o si aumenta la durata di ciascun passaggio, e specialmente se si adoperano rocchetti più potenti.

Per altro, nonostante tali differenze nel modo di comportarsi dei semi delle diverse specie di piante, resta dimostrato che *anche la corrente indotta determina una diminuzione nel tempo necessario per raggiungere lo stato di saturazione.*

Anche per il caso della corrente indotta, determinai il potere assorbente delle diverse specie di semi, ma come nel caso precedente non trovai differenze apprezzabili, e quindi se ne può concludere che *la quantità d'acqua assorbita dai semi assoggettati all'azione della corrente indotta, è eguale a quella assorbita dai semi nelle condizioni ordinarie.*

Dopo l'azione della corrente indotta, studiai quella della corrente continua servendomi dello stesso apparecchio, ma adoperando invece del recipiente a fondo metallico, un recipiente di vetro, ed immergendo nella sabbia che serviva a tenere a posto il seme, due laminette di platino che potevano essere collegate coi due reofori di una pila. La corrente di cui mi servii fu quella fornita da un piccolo elemento Daniell e fu fatta passare durante tutto il tempo nel quale i semi seguitarono a gonfiare, cioè fino a tanto che non ebbero raggiunto lo stato di saturazione.

Anche in questo caso si ebbe una notevole diminuzione nella durata dell'assorbimento, e fu pure notato che tale diminuzione varia con le diverse specie di semi. Così è molto maggiore per i fagioli e per i piselli che per le fave ed i lupini. Molto probabilmente varierà anche con le costanti della

corrente adoperata, ma per ora non mi sono occupato di tale ricerca per le ragioni che ho detto sopra.

Determinata infine la quantità d'acqua assorbita dai semi mantenuti nelle condizioni ordinarie ed assoggettati all'azione della corrente, non trovai differenze apprezzabili neppure facendo variare le costanti della corrente adoperata fra limiti abbastanza lontani; e quindi se ne deve concludere che *la corrente elettrica non esercita alcuna influenza sopra il potere assorbente dei semi.*

Dalle ricerche che formano oggetto di questa Nota, risultò un fatto che mi sembra di non lieve importanza ed al quale credo utile di accennare.

Come è noto la penetrazione dell'acqua nell'interno dei semi avviene in modo molto variabile, non solo per le diverse specie di piante, ma ancora per i semi di una medesima specie e qualche volta per quelli di una stessa pianta. Di qui la ragione di tutte le precauzioni prese nella scelta dei semi che servirono per le esperienze descritte. Di più qualche volta si trovano dei semi che non si incespano affatto, cioè non assorbono la più piccola quantità di acqua.

Il Detmer escluse che il fenomeno fosse dovuto ad uno strato di cera involupante questi semi refrattari ed ammise che potesse dipendere da certe particolarità dell'integumento. Il Coupin (1), fatte delle sezioni nei semi di una stessa specie, dei quali taluni si erano gonfiati ed altri no, non poté riscontrare fra di essi nessuna differenza di struttura; solo notò che mentre nei semi gonfiati si vedono sempre fra le cellule dell'epidermide delle piccolissime fenditure disseminate a caso, nei semi non gonfiati neppure dopo una settimana d'immersione, tali fenditure non esistono affatto o sono in numero molto minore; e quindi emise la ipotesi che l'acqua potesse penetrare nell'interno dei semi per tali fenditure, pur ammettendo di non avere in tal modo risolta la questione. Ciò posto il fatto al quale alludevo sopra è il seguente. Se si prendono dei semi che non si sono incespati anche dopo un'immersione molto prolungata, si pongono nell'acqua e si fa passare in questa una corrente indotta, od una corrente continua, l'assorbimento comincia e se guita poi regolarmente come per tutti gli altri semi. Questo fatto si verifica non solo per quelle piante che non presentano che raramente dei semi refrattari all'assorbimento, come per es. il lupino bianco, ma ancora per quelle che li presentano comunemente, come il lupino giallo, e per quelle nelle quali sembra che i semi refrattari siano la regola come nel *Cytinus Laburnum*. L'intensità della corrente necessaria per raggiungere lo scopo, non è la stessa per tutte le specie, nè per tutti i semi di una medesima specie. In certi casi l'assorbimento si produce anche con la semplice elettrizzazione per mezzo della macchina elettrica.

(1) Ann. des Scien. Naturelles, VIII serie, vol. II, pag. 144.