

Le piante che catturano l'azoto atmosferico
La nodulazione delle leguminose mediante *Rhizobium leguminosarum*
Diario di bordo

Docente di scienze: Antonella Alfano
Docente di lingua inglese: Lucia Criscuolo

Il contesto

L'attività è stata realizzata nella classe II A della scuola secondaria di 1° grado "Giovanni XXIII" di Cava de' Tirreni (Salerno), nella sede succursale della frazione Passiano.
 La classe è formata da 21 alunni, 8 ragazze e 13 ragazzi. Il livello è medio-alto; gli alunni - vivaci e disponibili all'apprendimento - partecipano attivamente alle attività scolastiche.

Il lavoro è stato svolto con il supporto della dott.ssa *Beatrice Senatore* (tirocinante SICSI, laureata in chimica biologica con una consolidata esperienza nel settore biologico-molecolare) che ha svolto attività di ricerca, occupandosi tra l'altro della nodulazione di leguminose tramite rizobi geneticamente modificati.

Il percorso è stato sviluppato secondo la metodologia CLIL (Content and language Integrated Learning) conferendo all'esperienza un "valore aggiunto" perché ha consentito agli studenti di avvicinarsi in modo naturale alla lingua inglese, sfruttando la curiosità che in genere manifestano nei confronti degli esperimenti di scienze.

Precedenti esperienze significative

- La classe ha una certa consuetudine alla sperimentazione:
- in prima media i ragazzi hanno partecipato alla sperimentazione sugli organismi modello (piano ISS), allestendo un acquario per la riproduzione di zebrafish.
 - costruiscono e programmano robot (mattoncino RCX di LEGO Mindstorms) .

Prerequisiti

Caratteristiche degli esseri viventi, classificazione e nome scientifico, la riproduzione, struttura e funzione delle radici, fotosintesi clorofilliana.

Test d'ingresso

			punteggio
La cellula vegetale presenta le stesse caratteristiche di quella animale	V	F	1
Il fusto è l'organo di sostegno della pianta e attraverso i vasi conduttori, permette la circolazione della linfa	V	F	1
Durante la fotosintesi viene prodotta anidride carbonica	V	F	1
Come si chiama la scienza che studia gli esseri viventi?			1
Attraverso quale processo biochimico le piante fabbricano il loro nutrimento?			2
Completa le seguenti frasi, ponendo i termini mancanti negli appositi spazi: MORTE – ORGANISMO – ASESSUATA – SPORULAZIONE – EMBRIONE – FECONDAZIONE – GEMMAZIONE - NASCITA La riproduzione.....può avvenire per scissione binaria, per....., per..... Il ciclo vitale va dal momento della.....al momento della.....			2

<p>Completa le seguenti frasi, ponendo i termini mancanti negli appositi spazi: VASO - TERRENO – VENTO - SALI MINERALI – ANCORANO - FUSTO – ARIA</p> <p>Le radici.....saldamente la pianta al..... e impediscono che essa venga portata via dalinoltre assorbono acqua e dal suolo e li convogliano nel.....</p>	2
<p>Ordina i seguenti gruppi di esseri viventi partendo da quello più ristretto a quello più ampio:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ phylum ○ ordine ○ genere ○ famiglia ○ classe ○ specie ○ regno 	2
<p>La fotosintesi clorofilliana richiede:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Energia cinetica ○ Energia luminosa ○ Energia termica 	2
<p>Le radici sono la parte della pianta specializzata per l'assorbimento</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ dell'acqua e dei sali minerali. ○ della sostanza organica ○ dei microrganismi presenti nel suolo 	1

Il punteggio totale ottenuto da ciascun alunno è convertito in valutazione secondo la seguente tabella

Non sufficiente	0 - 9
Sufficiente	10 - 11
Buono	12 - 13
Distinto	14
Ottimo	15

Esiti del test d'ingresso – distribuzione di frequenza

Non sufficiente	xxxxx	5
Sufficiente	xxxxxxx	6
Buono	xxxxxxxxx	8
Distinto	x	1
Ottimo		0

Obiettivi dell'U.A. Ecologia

Definire le componenti di un **ecosistema** e le relazioni tra di esse
Descrivere come le diverse popolazioni possono interagire in una **comunità**
Descrivere i **cicli biogeochimici** nelle loro componenti botiche ed abiotiche
Riconoscere le **interazioni** tra le diverse componenti dei vari livelli

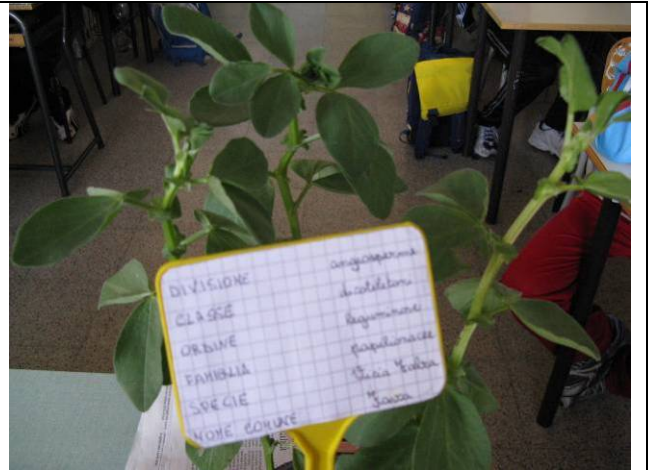
Cronoprogramma

data	Descrizione fase	tempi
Giovedì 10 gennaio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Somministrazione del test d'ingresso ✓ Presentazione del protocollo sperimentale (in inglese). Il lavoro viene svolto in piccoli gruppi. Segue una discussione in intergruppo con verifica della comprensione del testo e preparazione di lista dei materiali occorrenti. ✓ Preparazione di etichette con doppia nomenclatura (italiano e inglese) da apporre sugli oggetti e strumenti da utilizzare. 	2 h
Giovedì 17 gennaio	<p>Osservazione delle piante di fava. Asportazione dei noduli radicali, estrazione dei batteri (<i>Rhizobium leguminosarum</i>) e semina su piastre mediante ansa sterile. Avvio del diario di bordo dei ragazzi. [Struttura e funzione delle radici. Componente biotica e abiotica del suolo.]</p>	2 h
Lunedì 21 gennaio	<p>Coltura dei semi di pisello nelle buste precedentemente preparate. Ogni gruppo prepara 2 buste, una di queste sarà infettata con i batteri appena spunta la radichetta, l'altra sarà utilizzata come controllo.¹ Visione del filmato del dr. Defez (Istituto Internaz. di genetica di Napoli) .</p>	1 h
Giovedì 24 gennaio	<p>Infezione dei semi con i batteri: ogni gruppo infetta 1 busta. Somministrazione di scheda di lavoro: <i>cosa è accaduto ai batteri? cosa è accaduto ai semi? Cosa ti aspetti che accada?</i> [interazioni negli ecosistemi: la simbiosi]</p>	1 h
Giovedì 31 gennaio	<p><i>Cosa è accaduto dopo 7 giorni dall'infezione?</i> Lettura dei diari di bordo</p>	1 h
Giovedì 7 febbraio	<p><i>Cosa è accaduto dopo 14 giorni dall'infezione?</i> Discussione a partire dai diari di bordo</p>	1 h
Giovedì 14 febbraio	<p><i>Cosa è accaduto dopo 21 giorni dall'infezione?</i> Discussione a partire dai diari di bordo. Conclusioni. Mappa concettuale [Dal modello sperimentale all'ambiente naturale. Ciclo dell'azoto - fertilità del terreno, fertilizzanti di sintesi, agricoltura sostenibile]</p>	1 h
Giovedì 21 febbraio	<p>Test di verifica finale</p>	1 h

Si può anche verificare sperimentalmente come le piante coltivate con aggiunta di concimi azotati non sviluppano i noduli. Infatti, l'eccessivo contenuto nel terreno di azoto minerale inibisce l'attività di fissazione dell'azoto atmosferico dei rizobi che utilizzano quello già presente nel terreno, di più facile assunzione, senza avviare il rapporto di simbiosi con le leguminose (feedback).

¹ L'osservazione da questo momento sarà quotidiana, così come l'aggiunta di acqua alle buste di *coltura*.

Osservazione di piante di fava, coltivazione in vaso e classificazione



Lavaggio delle radici e scoperta dei noduli radicali



I ragazzi sono colpiti dal fatto che le radici sono bianche. La terra che normalmente le ricopre, anche quando si sradica una pianta, impedisce di distinguere il colore.

Un nodulo radicale misura circa 4 mm. Se ne rinvencono anche di più piccoli.

DOMANDE STIMOLO:

A cosa servono i noduli delle leguminose? Cosa contengono?

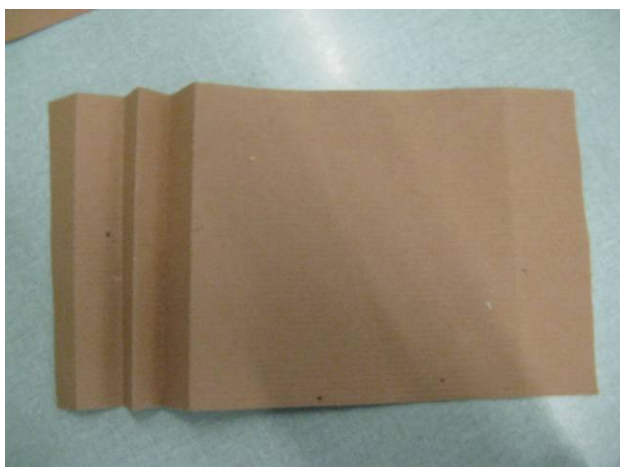
Si propone di estrarne il contenuto e di coltivarlo su piastra.

Preparazione dei materiali

Le buste per le piante



A partire da fogli di carta da imballaggio si ricavano 12 rettangoli aventi le dimensioni di 12,5 cm x 22 cm.



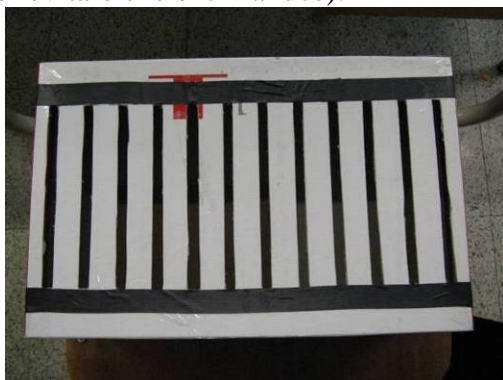
Ogni rettangolo viene ripiegato su se stesso in modo da formare una tasca a fisarmonica nella parte superiore dove saranno alloggiati i semi. In corrispondenza della ripiegatura saranno praticati - con la punta di una matita - dei piccoli fori per consentire alle radici di penetrare.



Preparare nel frattempo i contenitori di plastica. Si possono usare buste a sacco trasparenti di formato A4 tagliate a metà e sigillate in modo da lasciare solo l'apertura superiore.

La scatola

Le bustine saranno collocate in una scatola sulla quale si praticano delle fenditure aventi uno spessore di 0,8 cm (abbastanza ampie da consentire di estrarre agevolmente le bustine, ma non troppo per evitare che entri la luce).



Problema: Se si vogliono praticare 12 feritoie, aventi ciascuna la larghezza di 8 mm su una scatola lunga 34 cm, a quale distanza dovranno essere poste?

Coltivazione delle leguminose. Abitudini locali

La stragrande maggioranza degli alunni ha i **nonni** o degli zii che coltivano la terra. Si chiede agli alunni di **intervistare** uno di loro per ricavare informazioni relative ad abitudini locali.

- Quali sono le piante leguminose?
- Quando si seminano?
- Qual è il trattamento durante la coltivazione? (tempi di crescita, periodo di raccolta, uso di concimi/pesticidi)
- “Che fine fanno” le piante dopo la raccolta?

Emerge che tutti i ragazzi conoscono le piante leguminose e citano ad esempio fave, piselli, fagioli, lenticchie, ceci, qualcuno cita le cicerchie (in dialetto chiamate “chichierchie”, legumi che all’aspetto sembrano un incrocio fra le fave e i ceci). Durante la discussione i ragazzi citano altri termini dialettali che in alcuni casi non hanno il corrispettivo nella lingua italiana. Con l’insegnante di lettere si definiscono i significati.

Termini dialettali

cigliare	germogliare
scoppa	sboccia (riferito alle gemme)
scoccoliare	Sgranare, estrarre i semi dal baccello
streppe	ciò che rimane della pianta dopo il raccolto

Giovedì 17 gennaio

Estrazione dei batteri e semina su piastra

L’attività si svolge in aula; si formano i gruppi (4), si distribuisce una scheda di lavoro nella quale è spiegato – in inglese – il procedimento da seguire per la semina in piastra.



I ragazzi nel tempo di 20’ leggono il testo, lo traducono - aiutati nella comprensione dalle figure e con l’ausilio del vocabolario – e desumono uno schema delle varie fasi.

Nel frattempo su un banco vuoto vengono preparati i materiali occorrenti: piante di fava, anse e guanti monouso, acqua minerale naturale, capsule Petri precedentemente preparate con il terreno di coltura (TYR: Triptone - Yeast extract - Rizhobium), piccolo mortaio con pestello. Vengono utilizzate le piante di fava messe in vaso nel mese di dicembre. Si osserva che ora prevalgono noduli di piccole dimensioni (mediamente 1 mm). Alcuni più grandi sono senescenti e quindi non adatti allo scopo.



Dopo aver lavato le radici, si staccano delicatamente alcuni noduli...



...e si mettono in un piccolo mortaio con un po' d'acqua, schiacciandoli con il pestello.



In condizioni di sterilità, quindi con i guanti e con un'ansa monouso...



...ogni gruppo preleva una goccia di sospensione ed esegue lo striscio su piastra.
 Il terreno di coltura è selettivo per Rhizobium.



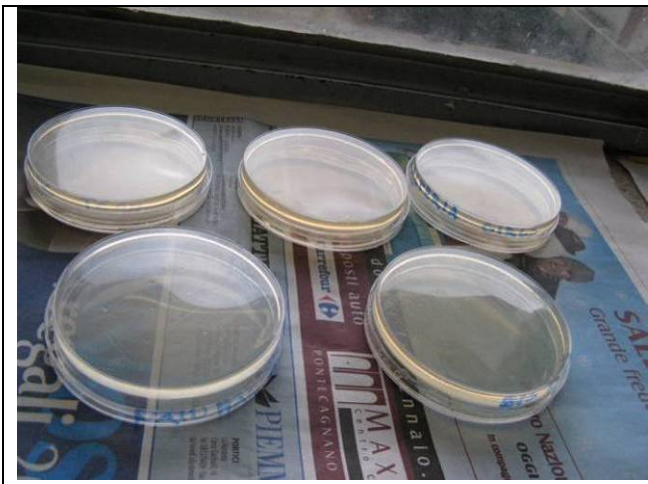
A rotazione tutti i gruppi fanno l'inoculo.
 I ragazzi osservano la consistenza "gelatinosa" del terreno di coltura... simile a un budino. Quindi la semina va eseguita con mano leggera, tenendo l'ansa inclinata a meno di 45° e muovendo solo il polso.



Ogni gruppo si sceglie un nome (in inglese) e con pennarello indelebile lo scrive sul bordo della piastra:

1. *Bacteria girls*
2. *Scientific Team*
3. *Big pea*
4. *Natural experiment*

Anche noi docenti – *Teacher Team* - prepariamo le nostre piastre.



Infine le piastre vengono poste – capovolte – sul davanzale e coperte con un foglio di giornale.

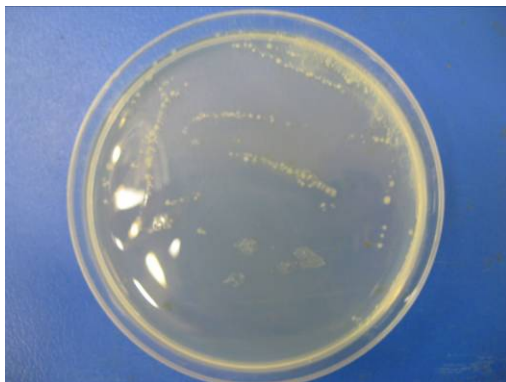
CONSEGNA: scrivere il diario di bordo dell'attività svolta. Nella prossima lezione di inglese individuare le parole-chiave e i termini scientifici del testo proposto e riportarle su cartoncini.

Dai diari di bordo dei ragazzi:

Circa un mese fa abbiamo cominciato il nostro viaggio nel mondo delle piante. Prima di Natale abbiamo preparato tutto quello che ci avrebbe permesso di dare il via a questa magnifica esperienza. Luca ha portato delle belle piante di fava che durante le vacanze di Natale abbiamo affidato ad Imma, Ilenia e Mirko. Ciò che più c'interessa non è tanto la pianta in sé, ma ciò che ha sulle radici: i noduli. (Alessia)

Ad ogni squadra è stato dato un protocollo, che ognuno ha tradotto, dato che era scritto in inglese; quando abbiamo capito cosa fare, ci siamo messi all'opera. (Marianna)

Sabato 19 gennaio



Dopo 48 h dalla semina su piastra, le colonie sono già visibili. Si decide di anticipare la semina dei piselli nelle buste, prevista per lunedì 21 gennaio. Nell'ora precedente l'insegnante di inglese ha fatto una verifica della comprensione del testo ed ha aiutato i ragazzi nella ricerca delle parole chiave e nella traduzione dei termini più difficili. Si preparano quindi tutti i materiali occorrenti: acqua ossigenata al 3%, alcool etilico denaturato, acqua minerale naturale, pipette, guanti monouso, semi di pisello, scatola con 12 buste.



Alcuni piselli che Antonio coltiva e conserva essiccati anche per la semina dell'anno successivo, sono ancora racchiusi nel baccello. Si osserva il peduncolo e il numero di semi in ciascun baccello. Poi vengono sgranati e messi in un barattolo di vetro.



Si aggiunge acqua ossigenata per sterilizzarli. I ragazzi si passano il barattolino che va agitato per una decina di minuti ...



...e osservano l'effervescenza.



Dopo aver eliminato l'acqua ossigenata ...



...si aggiunge acqua minerale naturale per eliminare completamente l'acqua ossigenata.



I piselli ora galleggiano!

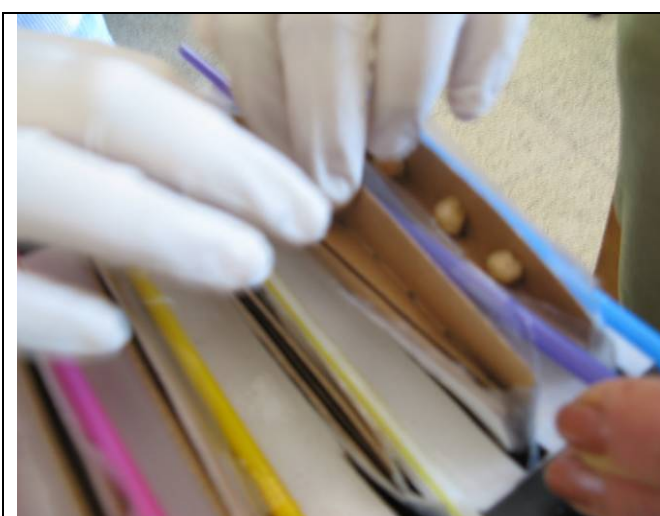
DOMANDA STIMOLO?

Perché i piselli galleggiano nell'acqua dopo il trattamento con acqua ossigenata?

I gruppi si alternano per procedere alla sistemazione dei semi di pisello nelle buste precedentemente preparate. Il tutto deve avvenire in condizioni di assoluta **sterilità**: occorre mettere i guanti oppure...



...immergere le dita in alcool etilico, farlo evaporare (agitando le mani o soffiando). Poi prendere i semi e depositarli nella tasca della busca in corrispondenza dei fori.



Ciascun gruppo ha precedentemente contrassegnato con la propria sigla due buste: una sar  inoculata con *rhizobium*, (INOCULATED) l'altra sar  utilizzata come controllo (CONTROL). Le cannuce consentono di controllare le buste senza toccare i semi.

Con una busta di prova i ragazzi osservano come l'acqua depositata sul fondo della busta sale per capillarit . In questo modo viene anche controllata la tenuta della sigillatura delle buste.

DOMANDE STIMOLO

Di cosa hanno bisogno i semi per germinare?

Perch  non si pu  inaffiare versando l'acqua direttamente sui semi?

Se l'acqua va sul fondo della busta come fa ad arrivare ai semi?

Dove dovremo collocare la scatola? Oltre l'acqua, di cosa ha bisogno una pianta?

Perch  i semi devono stare al buio?





Per innaffiare occorre imparare a “pipettare”. Si utilizzano pipette con filtro....che puntualmente i ragazzi bagnano! Nella fase di aspirazione non è facile fermarsi al punto giusto...



Quando tutti i gruppi hanno deposto i semi di pisello e innaffiato, si pone la scatola sul davanzale dell’aula, coperta con un telo nero.

GLOSSARIO

INGLESE	ITALIANO
denatured alcohol	alcool denaturato
natural still mineral water	acqua minerale naturale distillata
nodule	nodulo
bag	busta
box	scatola
glass	bicchiere
broadbean	fava
hidrogen peroxide	acqua ossigenata
loop	ansa sterile
bacteria	batteri
inoculated	inoculato

contamination	contaminazione
pipette	pipetta
colony	colonia
root	radice
plant	pianta
plate	piastra



Lunedì 21 gennaio

L'allestimento di un germinatoio in parallelo alla preparazione delle buste si rivela molto utile per seguire la crescita delle radichette; infatti quando esse avranno raggiunto la lunghezza di 2 – 3 cm si dovrà procedere all'infezione con le colonie di *Rhizobium*. [Possono essere anche utilizzati per rimpiazzare dei piselli della scatola che eventualmente ammuffissero o che non germinano.]



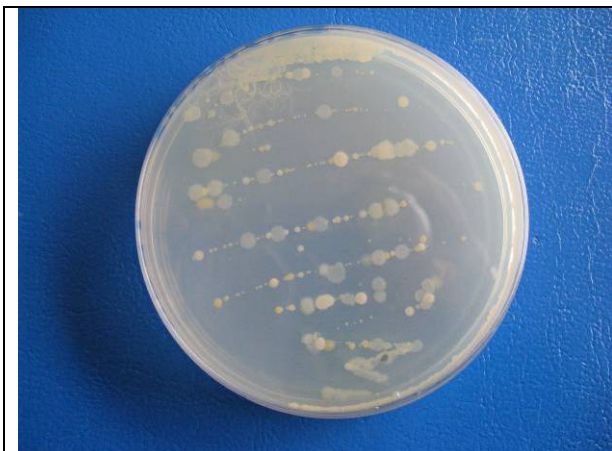
La scatola coperta dove sono poste le buste con i semi a germinare



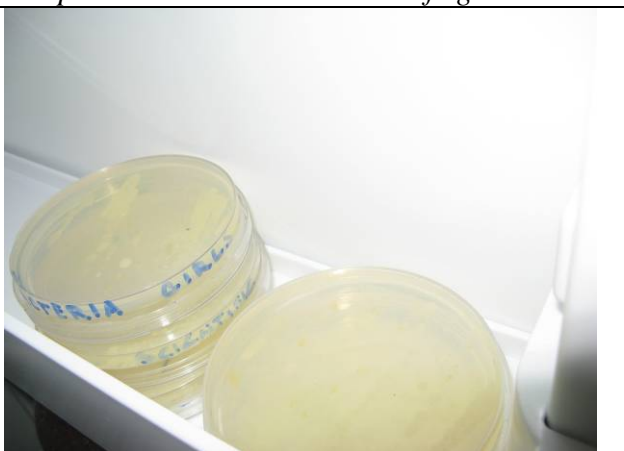
Germinatoio in ovatta

I ragazzi controllano le buste e aggiungono acqua in quelle che si presentano più asciutte.

Le piastre vengono conservate in frigorifero per evitare la proliferazione di muffe o di altri batteri. si discute sulla funzione **batteriostatica** del freddo ...”*perciò conserviamo i cibi in frigo!!!*”



Piastra dopo 96 h dalla semina



Le piastre vengono conservate in frigo

Dai diari di bordo dei ragazzi:

*Il nostro esperimento ci vuol far vedere cosa succede ad una pianta leguminosa quando è infettata dai *Rhizobium* (batteri) e senza.*

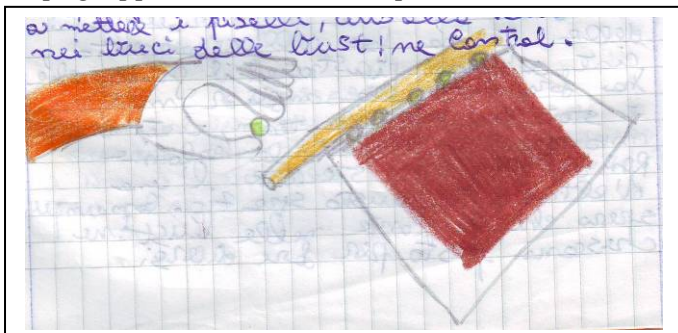
Per prima cosa abbiamo tradotto il foglio delle istruzioni da inglese ad italiano e questa cosa già mi è stata simpatica perché ognuno sapeva una parola e così abbiamo tradotto tutte le istruzioni (Ilenia)

Ogni gruppo si prende cura delle proprie piante e le fa crescere al meglio... inaspettatamente all'inizio della 4° ora di lezione la prof. e la sua tirocinante ci hanno fatto mettere in pratica quello che avevamo tradotto dal foglio protocollo tradotto dall'inglese. (Simone)

Abbiamo preso una scatola con delle fessure sopra in modo da infilare le bustine, poi abbiamo messo le bustine dentro la scatola facendole passare dentro le fessure e mettendo un'etichetta con scritto il nome del gruppo e “inoculated” sulla prima busta e “control” sulla seconda (Fabrizio)

Quando abbiamo tirato fuori le bustine abbiamo visto che l'acqua era salita nelle bustine grazie alla capillarità (Marianna)

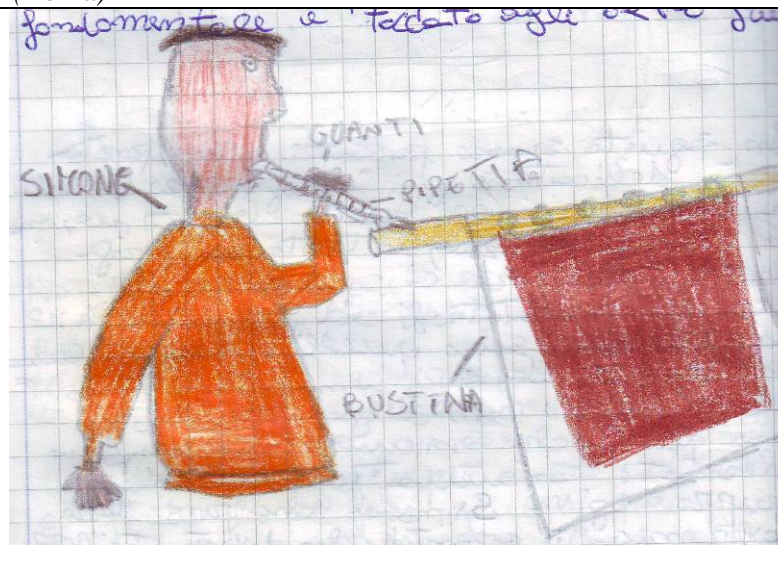
Il sabato dopo l'esperimento abbiamo compiuto la 2° fase, quella più manuale e interessante. Come prima cosa abbiamo messo l'acqua ossigenata e abbiamo cominciato a scuotere, passandoci il barattolo tra i banchi. Mano a mano che finiva il giro, abbiamo notato che i piselli salivano verso l'alto; la nostra prima conclusione è stata di pensare che dopo l'effervescenza le pellicine esterne si tolgono e il pisello si è alleggerito. In seguito siamo passati alla fase più delicata: ogni capogruppo doveva mettere i piselli nelle bustine. Nel mio gruppo agiva Simone che però dopo aver



messo i guanti ha dovuto sterilizzare almeno tre dita delle mani in alcool. Dopo aver fatto questo ha incominciato a mettere i piselli uno alla volta nei buchi delle buste. (Mario)

Dopo l'acqua ossigenata si deve introdurre per tre volte acqua minerale naturale nel contenitore dei piselli. Abbiamo targato questi oggetti con i nomi propri, ma scritti in inglese (Giovanni)

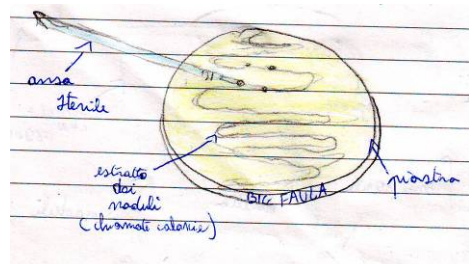
Usare guanti per non sporcare i batteri! (Ilenia)



Per innaffiare i semi, serve una pipetta. Per non far scendere l'acqua dopo aver succhiato, si tappa il buco con un dito. Attenzione, l'acqua non deve andare direttamente sulla carta, ma deve passare accanto! (Mara)

Quando si innaffia con la pipetta bisogna fare sempre molta attenzione a non contaminare con altri batteri! (Valeria)

Per coltivare i batteri si usa un barattolino paragonabile a quello dei formaggini con una gelatina trasparente che sarebbe il nutrimento dei batteri.



La sospensione si deve mettere con molta delicatezza e con movimento di polso, altrimenti verrà un pastrocchio (Ilenia)

Dopo aver schiacciato i noduli, ci sono state distribuite delle anse pulite per ogni gruppo; così abbiamo immerso l'ansa dalla parte rotonda ad anello nell'acqua mischiata con il Rhizobium e con quella stessa parte l'abbiamo strisciata su una piastra, facendo tante linee che in un primo momento non si vedevano. Il nostro scopo era di far formare le colonie da

ognuno di questi batteri che poi vedremo tra qualche giorno (Mario)

Oggi 21 gennaio abbiamo deciso di mettere le capsule in frigo...ma non muoiono in frigo? No, ma smettono di moltiplicarsi (si addormentano). Infatti noi la carne la mettiamo in frigo così non si perde (Mara)

Tenere a 25° -30 °; più alta è la temperatura e in meno tempo cresce.(Fabrizio)

Martedì 22 gennaio

Una busta viene sostituita perché non sigillata perfettamente. Subito dopo i ragazzi innaffiano le buste, cercando di non contaminare i semi.



Sabato 26 gennaio

Osserviamo che molti semi di pisello tardano a germinare. Nel frattempo le piastre seppure conservate in frigorifero si stanno inquinando con muffe e colonie batteriche indesiderate. Si decide di ripetere le fasi realizzate dal 17 gennaio in poi, applicando alcuni correttivi:

- Sostituzione dei piselli con altri che vengono acquistati presso un consorzio agrario. Si discute con i ragazzi sul potere germinativo dei semi raccolti nell'orto e si decide di confrontare questo valore con quello dei semi acquistati (selezionati). Si osserva anche che i semi "commerciali" sono tutti della stessa grandezza e che sono stati trattati con un antimuffa e per questo appaiono colorati in rosa.
- I piselli vengono tenuti in acqua ossigenata per un tempo più lungo (30 minuti).
- Piuttosto che inserire direttamente i semi nelle bustine, si mettono a germinare in ovatta inumidita.
- Per valutare se il fatto che i semi galleggiano dopo trattamento con acqua ossigenata faciliti la germinazione, si allestiscono due germinatoi:
 1. *Semi up* (i semi che dopo trattamento con H_2O_2 galleggiano in essa e in acqua naturale)
 2. *Semi down* (i semi che dopo trattamento con H_2O_2 non galleggiano in essa e in acqua naturale)
- Si sostituiscono le buste sigillate artigianalmente in classe con bustine confezionate - di formato 16 cm x 21 cm - acquistate in cartoleria (0,10 €cad.).
- Si utilizza per l'interno delle bustine sia carta da filtro che la carta dei sacchetti normalmente usati per la frutta.



Trattamento con $H_2 O_2$

Effervescenza

Semi in acqua (*up e down*)



Mercoledì 30 gennaio

I ragazzi sostituiscono le buste, inseriscono di nuovo i semi che presentano una radichetta di circa 1 cm e preparano nuovamente le piastre.

Tutti questi passaggi vengono svolti dai vari gruppi con maggiore celerità, disinvoltura e in piena autonomia (1 h).

Simone scrive: *i semi non sono cresciuti (forse perché non erano adatti per la semina) e così abbiamo rifatto tutto daccapo. Abbiamo usato misure più drastiche per impedire la contaminazione ed abbiamo cambiato le bustine con altre più robuste...e anche i piselli. I piselli nuovi li abbiamo ben tenuti d'occhio e pensate, dopo 24 ore avevano già la radichetta.*

Nell'ora che abbiamo avuto abbiamo fatto tutto!



Viene anche preparata la soluzione Jensen che contiene tutti i sali minerali di cui la pianta ha bisogno, tranne l'azoto.

IL POTERE GERMINATIVO

Problema

Determina il potere germinativo dei semi di piselli acquistati al consorzio agrario calcolando il rapporto tra i semi germinati G e il totale dei semi T rispettivamente nella vaschetta contrassegnata "up" (galleggianti in H_2O_2) e "down".

Confronta poi il valore ottenuto con il potere germinativo dei semi raccolti nell'orto di Antonio.

	n. totale semi	n. piselli germinati	G/T	%
Semi acquistati al Consorzio agrario	256	235	235/256	91,7%
Semi up	196	182	182/196	92,8%
Semi down	60	53	53/60	88,3 %
Semi dell'orto di Antonio	40	10	10/40	25,0%

Si può concludere che ...

sicuramente i semi del consorzio sono selezionati ed hanno quindi un potere germinativo superiore, ma anche che un trattamento più drastico con H₂O₂ aumenta il potere germinativo ed accelera i tempi di germinazione.

Alessia scrive: *come si può notare dalla tabella quasi tutti i semi presi al Consorzio agrario sono germinati, mentre solo ¼ di quelli raccolti da Antonio nel suo orto sono germinati . Si può fare anche una distinzione tra UP e DOWN, vale a dire tra i semi che nell'acqua ossigenata sono saliti a galla e quelli che sono rimasti sul fondo. Quelli che arrivano a galleggiare nell'acqua ossigenata si sono meglio impregnati di acqua e quindi hanno un maggiore potere germinativo.*

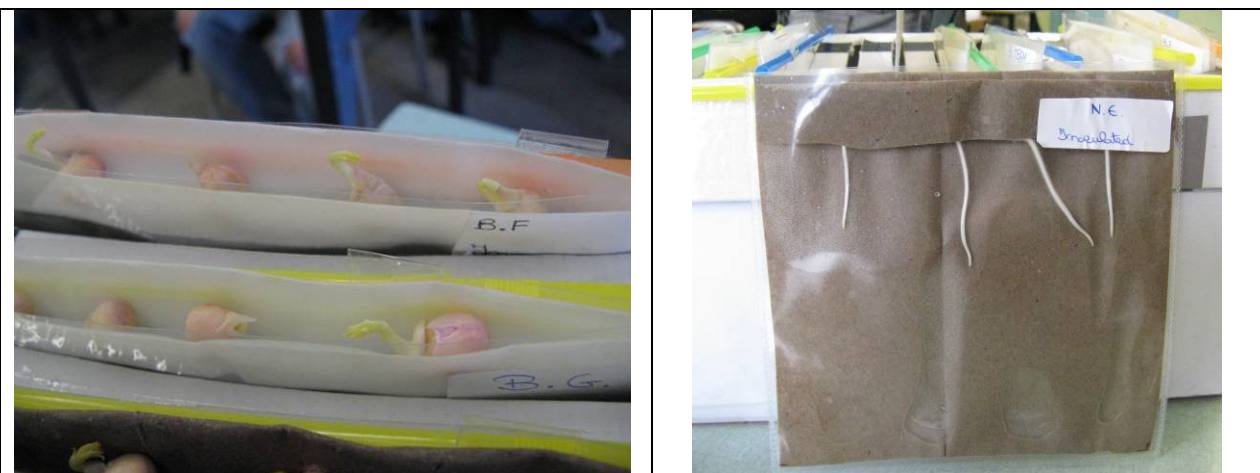
Quindi posso concludere che conviene lasciare i semi nell'acqua ossigenata per un tempo lungo.

Simone scrive: *oggi abbiamo affrontato un argomento difficile; abbiamo parlato del potere germinativo perché i semi non sono cresciuti. Il potere germinativo si calcola dividendo il n. dei piselli germinati per il n. di piselli totali e si ottiene la percentuale di quanti hanno la capacità di germogliare. ...si può concludere che la capacità di germogliare dei semi del Consorzio è più del triplo di quella dei semi dell'orto di Antonio!*

TEMATICHE CORRELATE: Probabilità, frequenza statistica, selezione naturale.

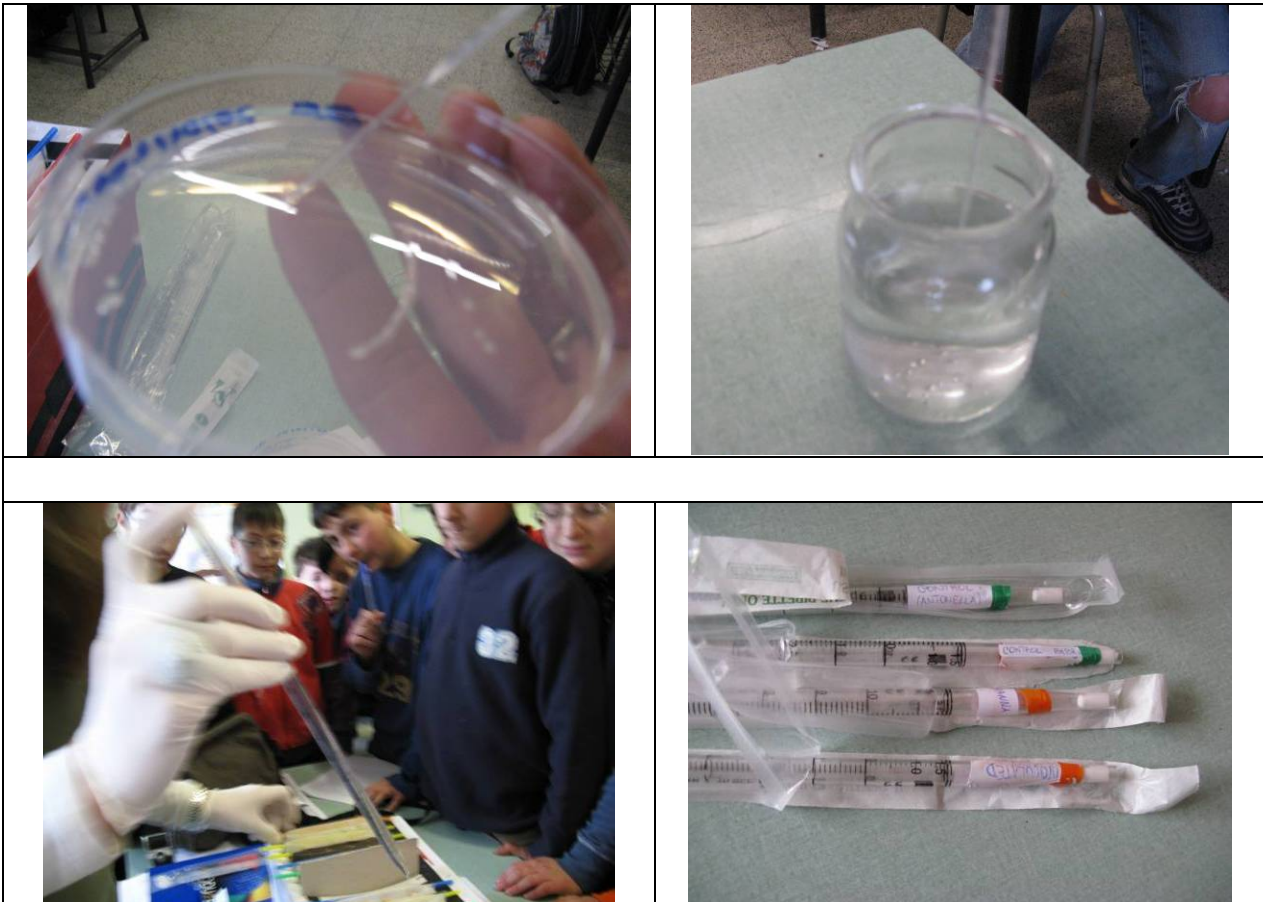
Sabato 2 febbraio

I semi presentano una radichetta di 2-3 cm, quindi si decide di procedere con l'infezione.



Si preleva una colonia con l'ansa sterile e si risospende in acqua minerale naturale. Per rendere l'infezione omogenea per tutte le buste si è preferito preparare un'unica soluzione di 80 ml di acqua contenente 8 colonie di batteri. Poi con la soluzione batterica così preparata, si bagnano direttamente le radici dei piselli contenuti nelle buste contrassegnate "inoculated".

Ilenia scrive: *abbiamo preso 80 ml di acqua e 8 colonie di rhizobium utilizzando l'ansa. Abbiamo miscelato il tutto per bene. Ottanta ml perché ci vogliono 10 ml in ogni bustina; le bustine sono 6, però per sicurezza ne abbiamo preparato una dose per 8, così che se c'è qualche inconveniente (per esempio cade un po' d'acqua) non dobbiamo rifare tutto.*



Subito dopo i ragazzi innaffiano tutte le buste. Da questo momento occorrerà controllare che nelle buste ci siano sempre circa 2 cm d'acqua. Inoltre una volta la settimana si aggiungeranno 10 ml di soluzione Jensen a ciascuna busta.

La riuscita dell'esperimento è legata alla capacità di non contaminare i piselli di controllo con i Rhizobium contenuti nelle buste inoculate. A questo scopo si useranno pipette distinte per i due gruppi di buste.

Vengono poste le seguenti domande, tratte dal protocollo Pascucci-Forni:

Cosa è successo ai batteri e ai semi dopo 4 giorni?

- ✓ I batteri
- ✓ I semi.....
- ✓ Quando la radichetta ha raggiunto la lunghezza di 3-4 cm abbiamo infettato i semi con i batteri. Cosa ti aspetti che accada?.....

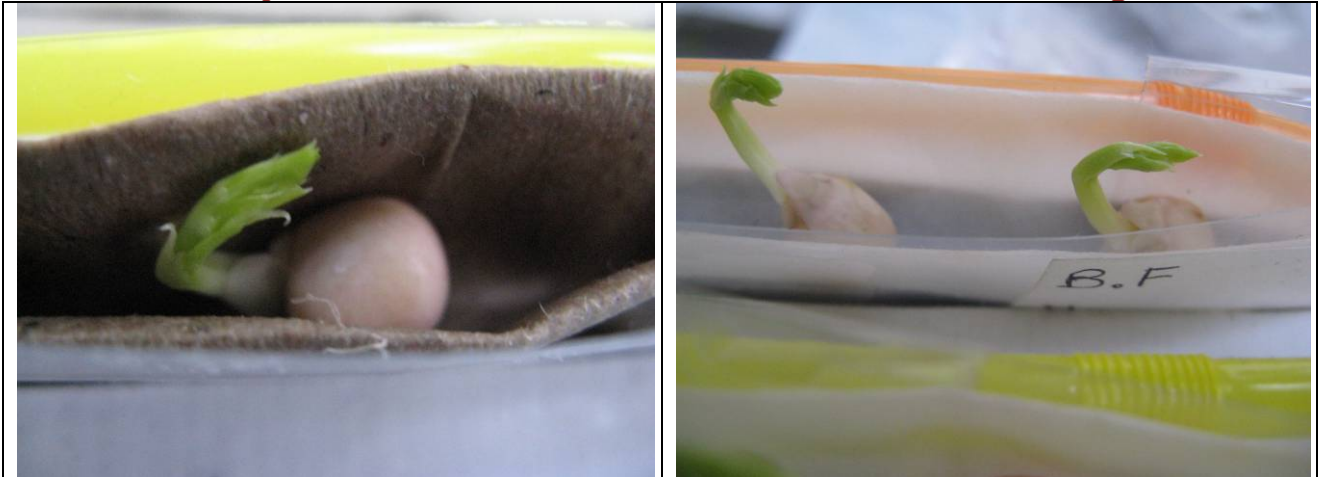
Alcune risposte:

- ✓ *I batteri dopo 4 giorni hanno formato delle colonie poiché essi si sono riprodotti in maniera asessuata. (Alessia)*
- ✓ *I batteri che abbiamo messo in piastra dopo 4 giorni si sono moltiplicati formando delle colonie visibili ad occhio nudo. Se si pensa che con il microscopio che abbiamo a scuola - che ingrandisce 40 volte - un batterio non si vede per niente, questo può rendere l'idea di quanto si sono moltiplicati! (Ilenia)*
- ✓ *I semi hanno germinato facendo crescere delle radichette e alcune anche un piccolo fusto.*
- ✓ *Mi aspetto di vedere il formarsi dei noduli sulle radici delle piante nelle bustine inoculate, vale a dire quelle infettate, e che sulle radici delle piante di controllo non si formino i noduli perché non le abbiamo infettate con Rhizobium.*
- ✓ *Io mi aspetto che i semi infettati crescono più velocemente e diventano più belli. (Fabrizio)*

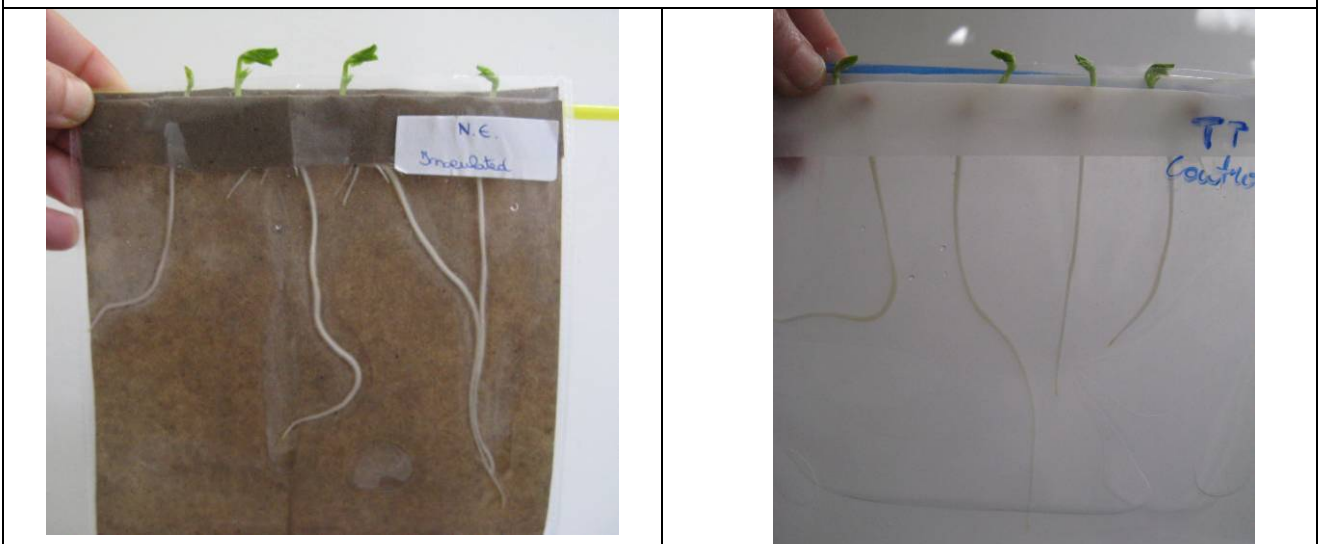
La maggior parte degli alunni ritiene che le piante infettate con *Rhizobium* crescano più velocemente, qualcuno dice che saranno più verdi e rigogliose. Nessuno fa previsioni su un'eventuale differenza nello sviluppo dei fiori (apparato riproduttivo della pianta).

In classe sulla base delle risposte date, si continua a ragionare, guidando la discussione con alcune domande: *Con infezione/senza: Cresce prima/dopo? Cresce meglio /peggio?*

La crescita delle piantine : osservazione delle radici, del fusticino e delle foglie



Lunedì 4 febbraio



martedì 5 febbraio

Giovedì 7 febbraio

I ragazzi osservano lo sviluppo radicale cercando di individuare - con l'aiuto di una lente d'ingrandimento - eventuali noduli già presenti. Si propone di apporre con un pennarello un numeretto (1) in corrispondenza dei probabili noduli individuati in modo da seguirne l'evoluzione nei giorni seguenti. Nelle successive osservazioni gli eventuali nuovi noduli saranno numerati in modo progressivo per avere anche una datazione della loro comparsa.

DOMANDE STIMOLO

Qual è la funzione dei noduli?

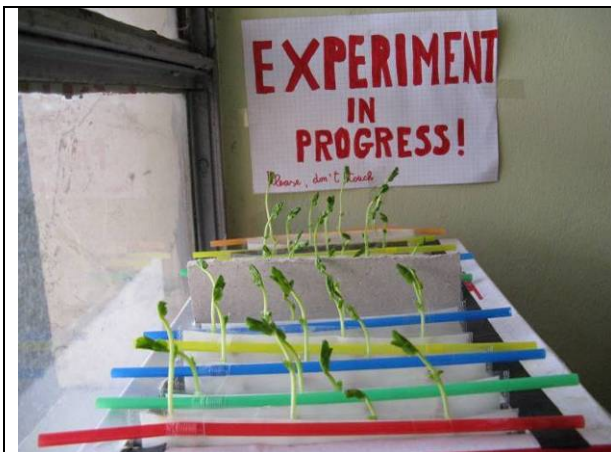
Perché i noduli si sviluppano in tempi diversi?

Da cosa dipende un maggiore o minore numero di noduli?

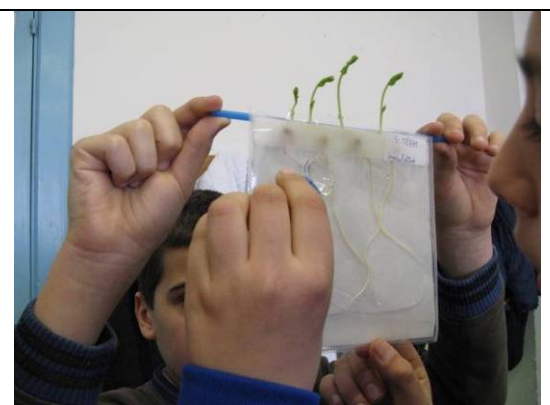
In quali casi la pianta "ha bisogno" di un maggior numero di noduli?

*Quali benefici apporta *rhizobium* alla pianta?*

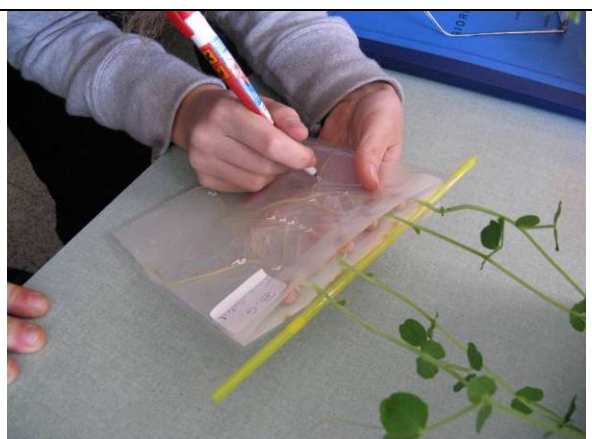
Quale azoto utilizzano i batteri azoto-fissatori?



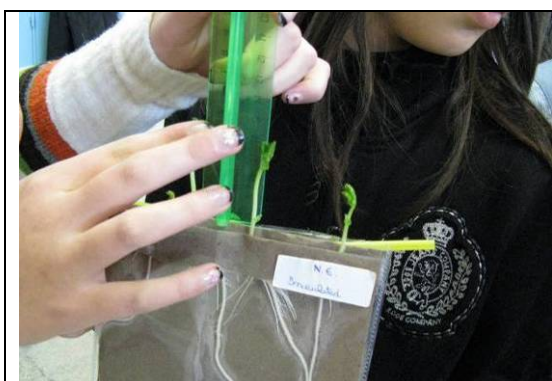
Osservazione delle radici dopo 5 giorni dall'infezione.



I ragazzi esaminano attentamente le radici alla ricerca di noduli.



I probabili noduli vengono contrassegnati con un numero.



Dopo i ragazzi misurano l'altezza del fusticino e calcolano il valore medio.

Nessun pisello risulta ammuffito e tutti i semi sono germinati.
Si predispone una scheda che viene consegnata a ciascun gruppo.

SCHEDA DI OSSERVAZIONE		
DATA <u>7 febbraio 2008</u>		
	<i>control</i>	<i>inoculated</i>
Lunghezza fusto (media)	3,875 cm	4,622 cm
Aspetto fusto		
Lunghezza radici (media)	8,622 cm	9,625 cm
Presenza di radici laterali	3 su 4	3 su 4
Presenza noduli	no	11 noduli segnati

Alessia scrive: *Calcolando la media delle varie lunghezze delle radici e dei fusti delle bustine del mio gruppo, ho notato che radici e fusto delle piantine inoculated sono maggiori di quasi 1 cm.*

Mario scrive: *Il giorno GIOVEDI' 7 FEBBRAIO io lo scriverei con la lettera maiuscola perché dopo tanto tempo e attesa abbiamo visto le piante cresciute! La differenza tra le CONTROL e INOCULATED non era enorme come molti di noi supponevano. Ogni gruppo ha preso le proprie bustine e con molta calma le ha misurate, senza far toccare il righello vicino ai fusti; poi abbiamo cercato di notare gli sviluppi dei noduli sulle radici facendo un segno sulla bustina con il pennarello. Per compiere questa operazione dovevamo essere attenti a non farci ingannare dai peli radicali che si trovano lungo la radice o da radici secondarie che quando sono ancora di piccole dimensioni possono sembrare noduli in fase di sviluppo. Comunque le piantine crescono a vista d'occhio e vedremo cosa accadrà nei prossimi giorni.*



I ragazzi aggiungono la dose settimanale di soluzione Jensen.

Sabato 9 febbraio

Cosa è successo 7 giorni dopo l'infezione?

Si osserva lo sviluppo radicale e della parte aerea delle piantine.
Poi si aggiunge acqua in tutte le buste (control e inoculated).

Dai diari di bordo:

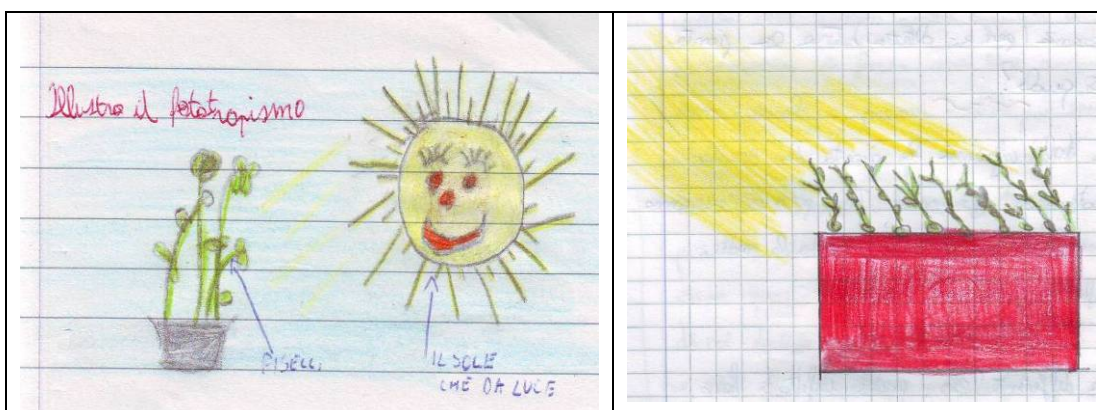
Oggi ho notato che ad una piantina del gruppo control si è spezzato il fusticino. Una pianta della bustina inoculated è la più lunga di tutte in assoluto, con ben 11,5 cm di fusto!

Oggi abbiamo eliminato 3 piselli che si stavano ammuffendo.

Dalla radice principale sono cresciute delle radichette secondarie o laterali.

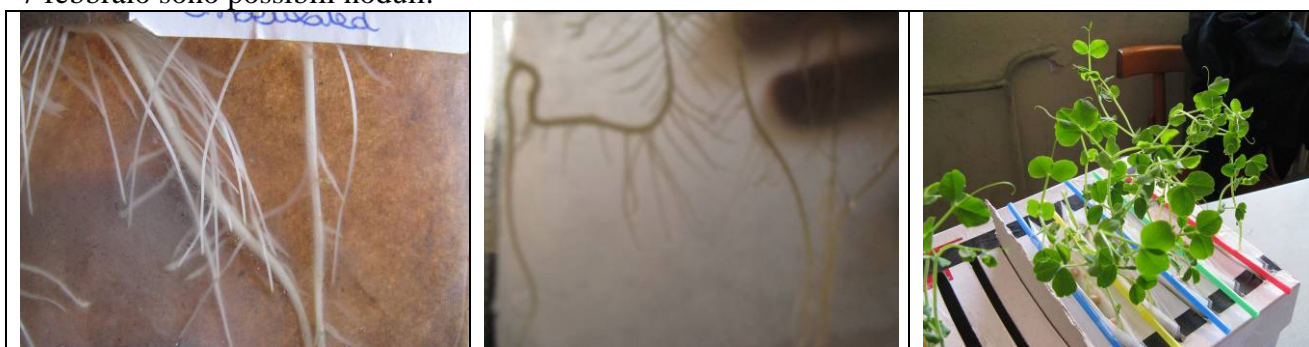
Martedì 12 febbraio

Osservazione del fototropismo (“le piantine si spostano e si inclinano verso la luce del sole”) e della crescita delle piantine (sviluppo fogliare, peli radicali, radici secondarie...).



Giovedì 14 febbraio

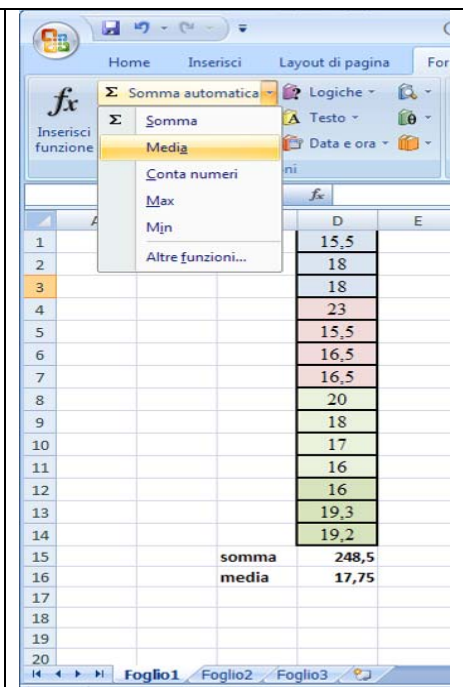
Tutte le piantine hanno radici laterali e peli radicali ben visibili. Si verifica quali dei punti segnati il 7 febbraio sono possibili noduli.



I ragazzi dei vari gruppi misurano nuovamente l'altezza dei fusticini e delle radici e compilano la scheda di osservazione.



gruppo	Lunghezza fusto	
	INOCULATED	CONTROL
Natural experiment	15,5	16
	18	15
	18	16,5
	Pianta eliminata	Pianta eliminata
Bacteria girl	23	10
	15,5	12
	16,5	17
	16,5	Pianta eliminata
Big pea	20	15
	18	15
	17	8
	16	15
Scientific Team	16	18,5
	19,3	20,8
	19,2	17,5
	Pianta eliminata	Pianta eliminata



VARIABILITA' e DISTRIBUZIONE DI FREQUENZA

Osserviamo la variabilità tra i due gruppi di piante : inoculated e control.

Si conferma che l'altezza delle piantine inoculated (calcolata sulla media) è maggiore di quella delle piantine utilizzate come controllo. Il calcolo della media viene eseguito dopo aver riportato i valori in un foglio excel, utilizzando la funzione di somma automatica.

INOCULATED - ALTEZZA MEDIA: 17,75 cm

CONTROL - ALTEZZA MEDIA: 15,1 cm

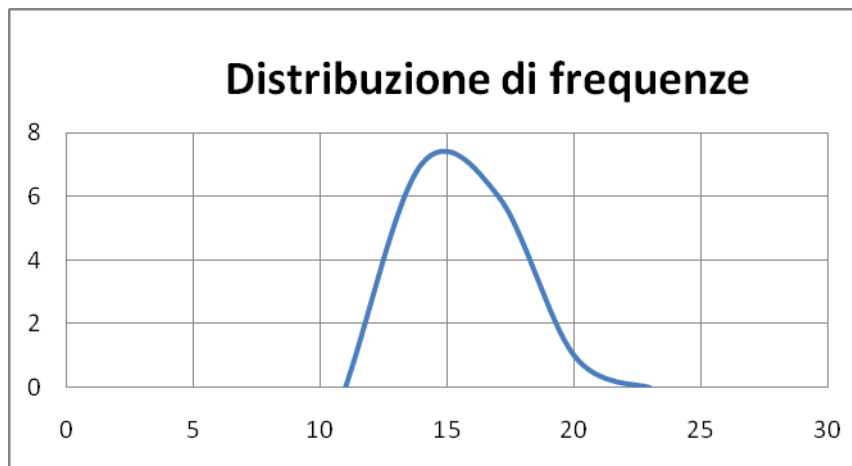
In un secondo momento si focalizza l'attenzione dei ragazzi sul fatto che anche nell'ambito dello stesso gruppo c'è una discreta variabilità: la *variabilità biologica individuale nell'ambito della stessa specie*. I ragazzi vengono stimolati a pensare ad altri esempi, come la diversa altezza delle persone.

Poi si ricava l'istogramma delle frequenze:

Dopo aver inserito i valori delle altezze in un foglio di calcolo, esegui i seguenti passaggi:

1. Ordina i valori delle altezze delle piante dello stesso gruppo (per es INOCULATED) in senso crescente
2. Crea dei raggruppamenti con un intervallo di 3 cm e conta quante piante appartengono a ciascun gruppo (= classe)
3. Crea un grafico utilizzando l'apposita funzione [INSERISCI >>>GRAFICO A DISPERSIONE CON LINEE SMUSSATE]

classe	frequenza
8,0 - 11,0	0
11,1 - 14,0	0
14,1 - 17,0	7
17,1 - 20,0	6
20,1 - 23,0	1
23,1 - 26,0	0



Sull'asse delle ascisse sono riportate le classi di frequenza (ad ampiezza costante) e sull'asse delle ordinate la loro frequenza. Si osserva la tipica curva di distribuzione a campana (Gaussiana).

Disponendo di un maggior numero di dati, si può ottenere una forma più precisa e simmetrica.

- Far capire attraverso un'attività sperimentale il concetto di variabilità biologica negli individui di una stessa specie, facilita la comprensione della teoria Darwiniana dell'evoluzione.
- Nella scuola secondaria di 2° grado oltre alla media, si possono calcolare anche la moda, la mediana e la deviazione standard.

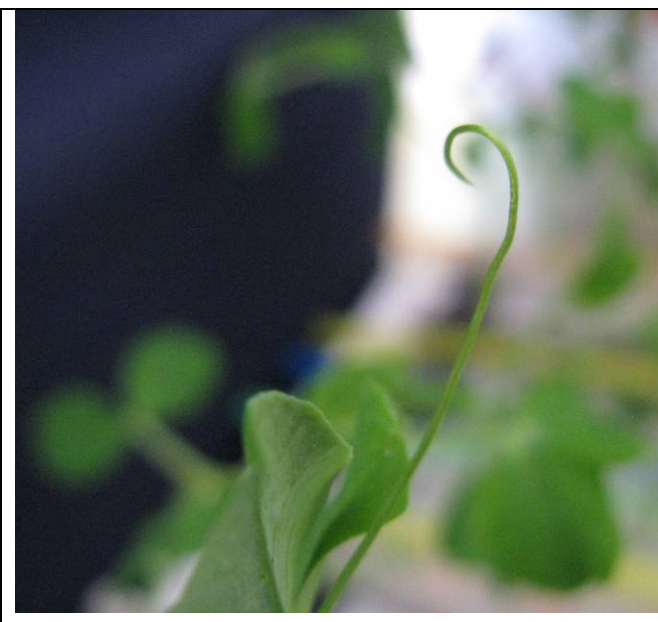
Sabato 16 febbraio

I fusti cominciano a piegarsi e ad attorcigliarsi rischiando di spezzarsi e rendendo sempre più difficoltosa l'estrazione delle buste dalla scatola. Si discute su come risolvere il problema: ispirandosi ai sistemi usati in campagna, si crea una leggera struttura di sostegno con cannucce e retine.





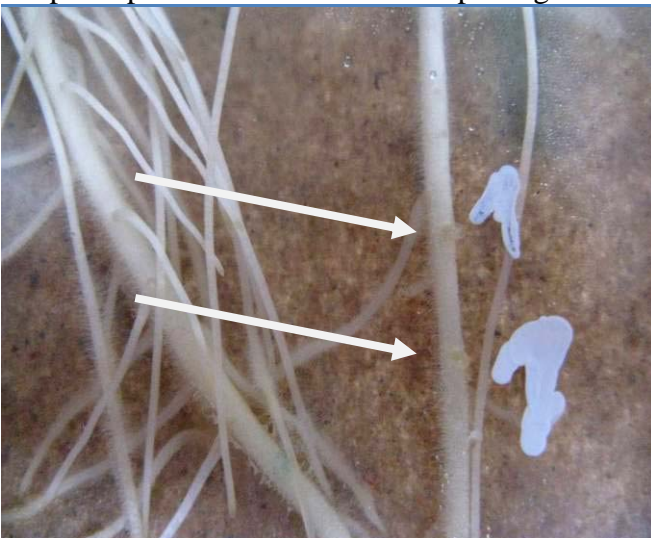
I piselli, come altre piante rampicanti, emettono sottili filamenti flessibili in grado di assumere forma a spirale, denominati cirri.



Le piante rampicanti mettono in atto alcuni geniali stratagemmi per appoggiarsi a sostegni esterni. Si distinguono due grandi tipi di piante **rampicanti**: piante **volubili** e piante rampicanti propriamente dette.

Le piante volubili hanno fusti erbacei e flessibili, che si avvolgono a sostegni adatti. I sostegni devono essere vicini, sottili, verticali e piuttosto rugosi, intorno ad un bastone molto liscio la pianta non si avvolgerebbe. Il fusto si avvolge con un movimento circolare in senso antiorario. Dopo vari avvolgimenti essi diventano a spirale e più aderenti al sostegno, perché il fusto ha la tendenza a raddrizzarsi. Le piante rampicanti propriamente dette hanno fusto legnoso e robusto; esse si sostengono su corpi estranei, senza preferenze per dimensioni e per orientamento, per mezzo di organi laterali di attacco aventi forma di cirri o viticci. [info tratte dal sito www.labsienze.org]

Si passa poi ad osservare le buste per seguire l'andamento dello sviluppo di noduli.



Nei punti contrassegnati nei giorni precedenti si conferma la **presenza di piccoli noduli**.

Cosa è successo 14 giorni dopo l'infezione?....

È successo che le radici e le piante si sono allungate e le foglie si sono aperte.

Le radici sono lunghissime e sono comparse molte radici secondarie. Ho notato anche che un fusto che sembrava spezzato si è rimarginato.

Nelle piante infettate il fusto è più robusto, lungo e abbastanza diritto, mentre nel control è sottile e più fragile. (Valeria)

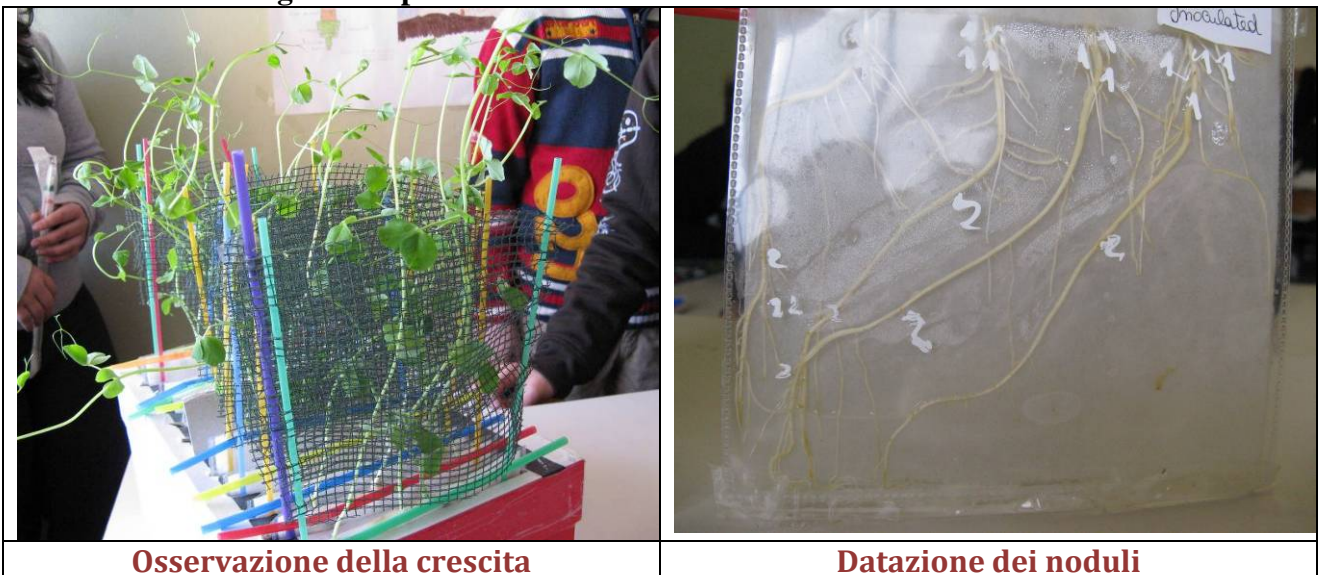
Sabato 23 febbraio

Cosa è successo 21 giorni dopo l'infezione?....

SCHEDA DI OSSERVAZIONE		
DATA <u>23 febbraio 2008</u>		
	<i>control</i>	<i>inoculated</i>
Lunghezza fusto	19,8 cm	26,5 cm
Aspetto fusto	sottile, fragile e molto inclinato	robusto, lungo e abbastanza dritto
Presenza di radici laterali	sì	sì
Presenza noduli	no	sì (leggermente aumentati di volume)

Sabato 1 marzo

Cosa è successo 28 giorni dopo l'infezione?....



Osservazione della crescita

Datazione dei noduli



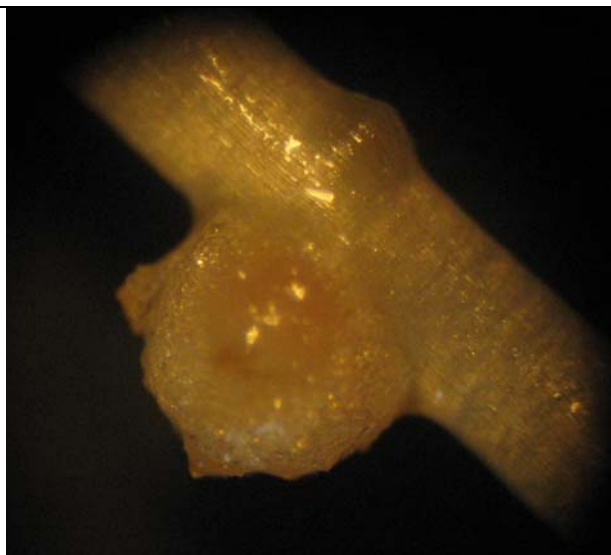
Noduli

Le ragazze del gruppo *Bacteria girl* confrontano la lunghezza del fusto della pianta più lunga della busta *inoculated* (50 cm)...

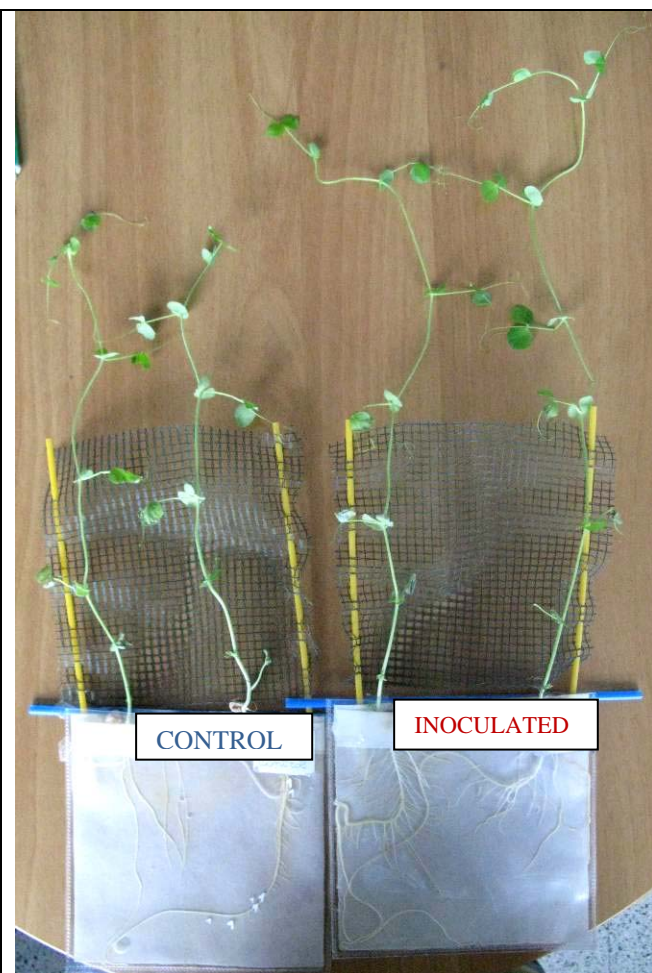
...con la lunghezza del fusto della pianta più lunga della busta *control* (37 cm). La differenza è molto vistosa!



Osservazione dei noduli con stereomicroscopio



Nodulo radicale (40 X)

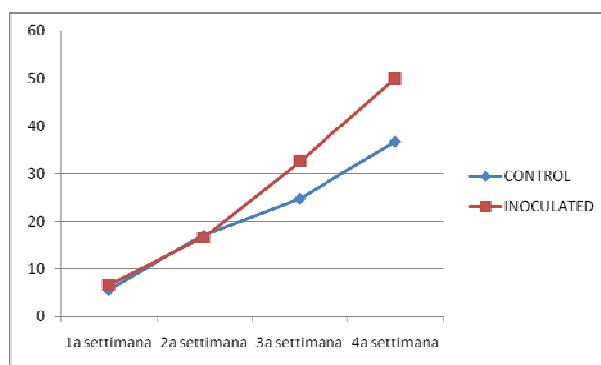


Confronto tra le piante di pisello

Le piante infettate presentano radici molto più ramificate. I fusti sono decisamente più lunghi. Non si rileva una differenza nel colore e nella consistenza delle foglie.

I ragazzi tracciano un grafico delle altezze dei fusti prendendo in considerazione la pianta più alta rispettivamente del gruppo CONTROL e INOCULATED. Si osserva che tra la seconda e la terza settimana si comincia ad apprezzare una differenza nell'altezza dei fusti.

	CONTROL	INOCULATED
1 ^a settimana	5,5 cm	6,5 cm
2 ^a settimana	17 cm	16,5 cm
3 ^a settimana	24,7 cm	32,5 cm
4 ^a settimana	36,6 cm	50 cm



Sabato 8 marzo

35 giorni dopo l'infezione

Circle time - Discussione sugli esiti dell'esperienza

Si inizia con la storicizzazione del percorso.

Come racconteresti l'esperienza vissuta a un compagno di un'altra classe?



Inizialmente i ragazzi sono inibiti dalla presenza del registratore. Poi qualcuno rompe ghiaccio e la discussione si avvia.

A1- Antonio ha portato i semi secchi e li abbiamo messi nelle buste dopo trattamento.

A2- Dopo una settimana abbiamo cominciato daccapo perchè pochi semi germinavano....

A3-Poi abbiamo estratto i batteri dai noduli di piante di fava...

A4-Si sono sviluppati...

I batteri c'erano già' o si sono sviluppati dopo?

A1 - C'erano già' .

A2 - I noduli sono come una casa per i batteri.

Cosa abbiamo fatto a questo punto?

A1- Li abbiamo messi su piastra per farli moltiplicare e poi li abbiamo trasportati nelle buste

A2 - Prima li abbiamo messi in frigorifero

Per quale motivo li abbiamo tenuti per qualche giorno in frigo?

A1-Per fermare la crescita dei batteri.

A2-Perche le piantine non avevano ancora le radici abbastanza lunghe da poter essere infettate.

Questo episodio cosa ci insegna in generale a proposito dell'allestimento di un esperimento?

.....[silenzio]

Prima...dopo... di cosa bisogna tener conto in un esperimento?

Ricordate che anche per la riproduzione dei pesci prima di mettere la vaschetta abbiamo aspettato che l'acquario che doveva accogliere gli avannotti maturasse ?

[Si cerca di attivare nella mente dei ragazzi processi di riflessione e di generalizzazione: l'importanza della tempistica nell'allestimento di un esperimento, le relazioni tra l'esperienza vissuta con altre realizzate precedentemente]

Ma questi batteri per la pianta sono vantaggiosi svantaggiosi?

A1- I batteri hanno sicuramente un vantaggio perché trovano alloggio nelle radici ...

A2- Per la pianta sono un impiccio nelle radici... ma la pianta trae vantaggio perché ricava l'azoto.

A3- La pianta assorbe l'acqua e prende dal terreno tutti i sali tranne l'azoto.

E' importante l'azoto per la pianta?

A-Si

Perche'?

A- La pianta cresce meglio .

In che senso?.....l'azoto molecolare dove si trova?

A - Nell'aria

Poi cosa succede?

A1- Lo assorbono con la fotosintesi.

A2- Con la luce del sole

[i ragazzi tendono a ricondurre ogni fenomeno che riguarda le piante alla fotosintesi clorofilliana, che sembra essere per loro l'unico processo chimico che si svolge nelle piante]

Dunque Rhizobium, batterio azotofissatore, cattura l'azoto atmosferico. Cosa fa? lo dà direttamente alla pianta?

A-Come fa se è gassoso?

L'azoto si scioglie Ti viene in mente un gas disciolto in un liquido?

A- Come l'anidride carbonica nella coca cola.

La molecola viene trasformata in una forma assimilabile dalla pianta. Si chiama azoto fissato.

Ricordate quali molecole contengono azoto?

.....[silenzio]

Gli zuccheri contengono azoto?

A1- Gli zuccheri no...

A2- *Le proteine*

Qualcuno vuole ripetere in forma sintetica cosa succede?

A- *Il rhizobium assorbe l'azoto in forma gassosa, poi lo trasforma...*

La pianta come lo utilizza?

A-*Per produrre proteine*

Torniamo al discorso vantaggio/ svantaggio

A-*I batteri vivono sulle radici della pianta, senza le radici non potrebbero vivere.*

Quindi i batteri rhizobium non potrebbero vivere da soli?

A-*No...*

Questi batteri possono vivere per anni nel terreno, finchè non arriva una pianta leguminosa e allora immediatamente si riproducono.

A- *Se in un terreno non si sono mai piantate leguminose il rhizobium c'è?*

Resistono per moltissimo tempo....sopravvivono anche se si brucia il terreno.....

A-*Partendo dai batteri contenuti nei noduli delle piante inoculated a me piacerebbe vedere se questi batteri sono uguali a quelli delle piante che si trovano nel terreno, vorrei metterli a confronto. Secondo me i nostri - tenuti in condizioni estreme.... senza risorse - sono un po' diversi da quelli cresciuti nel terreno.*

Se volessimo verificare l'ipotesi di Simone, come dovremmo fare?

Se strisciamo su piastra i batteri delle buste inoculated cosa vi aspettate che si sviluppi? solo rhizobium o anche altri batteri ?

[si decide di passare su piastra una sospensione di batteri estratti dai noduli dei piselli in busta per dimostrare che i batteri sono uguali]

Il circle time si chiude con una **valutazione dell'indice di gradimento.**

Ora facciamo un rapido giro nel quale ognuno di voi prende la parola per dire

UNA COSA CHE MI E' PIACIUTA DI QUESTA ESPERIENZA

UNA COSA CHE NON MI E' PIACIUTA.....

A1. *Mi è piaciuto quando abbiamo cominciato a vedere le radici laterali.*

A2-*Mi è piaciuto tutto.*

A3- *Mi è piaciuto quando ho visto i noduli per la prima volta.*

Non mi è piaciuto che all'inizio non c'era gioco di squadra.

A4- *Mi è piaciuto quando dovevamo controllare i noduli.*

Non mi è piaciuto quando dovevamo innaffiare che le piante erano aggrovigliate.

A5- *Mi è piaciuto quando abbiamo messo su piastra i batteri.*

Non mi è piaciuto quando abbiamo ripetuto tutto daccapo.

A6- *È la prima volta che ho visto crescere una pianta giorno per giorno.*

Non mi è piaciuto che le nostre piantine control si sono contaminate.

A7-*Mi è piaciuto come abbiamo infettato le piante. Non lo sapevo che si poteva fare....*

A8- *Mi è piaciuto mettere i batteri sulla piastra con l'ansa sterile. Non mi è piaciuto che le piante control del mio gruppo si sono infettate.*

Prova a vedere "l'incidente di percorso" in positivo. Per es. hai capito come è facile contaminare con i batteri... ti pare niente?

A9- *Mi è piaciuto vedere come una pianta che sembrava spezzata, rimarginava la ferita.*

A10-*Mi è piaciuto quando abbiamo messo i semi di pisello nelle bustine.*

A11-*Mi è piaciuto prima di tutto lavorare nel gruppo Bacteria Girl. E poi quando abbiamo misurato le lunghezze tutte le settimane.*

Terminato il giro, un'alunna chiede: *E voi prof?*

Pur realizzando da molti anni esperimenti in classe, per me ogni volta è un'esperienza nuova . Mi ha soddisfatto molto il modo in cui avete lavorato in gruppo e l'uso della lingua straniera: avete usato i termini in inglese in modo del tutto naturale. Mi è piaciuto anche collaborare con la prof. Senatore .

Prof. Senatore: *le cose che mi sono piaciute di più? prima di tutto stare con voi [applauso] siete ragazzi bravissimi, molto svegli. La cosa più bella è che pur avendoci lavorato per molti anni, mi*

sono appassionata come se fosse stata la prima volta... in qualche occasione ho contattato telefonicamente la prof. Alfano per sapere come stavano le piante!

Dai diari di bordo dei ragazzi:

Oggi abbiamo formato tipo un Senato dove si discutevano i procedimenti, la riuscita, le cose piaciute e non dell'esperimento. [Imma]

Ho imparato

- ✓ che non basta solo seminare, ma le piante hanno bisogno di molta cura*
- ✓ a osservare con attenzione e non con superficialità*
- ✓ a dividermi i compiti con altri compagni [Marianna]*
- ✓ ad ascoltare gli altri per qualche momento, ad organizzarsi e a diventare più indipendenti. [Ilenia]*

Abbiamo imparato a fare i lavori di gruppo e usare lo spirito di squadra anche per riuscire a fare meglio degli altri. Nonostante la competizione tra i gruppi non ci siamo fatti trascinare e per innaffiare, controllare, misurare ci siamo aiutati reciprocamente. Abbiamo imparato ad usare la pipetta, l'ansa sterile, misurare fusti e radici, usare tutti i materiali richiesti nell'esperimento. Abbiamo imparato anche tanti termini come infettare, contaminare, inoculare....[Fabrizio]

Ho imparato che le leguminose servono ad azotare il terreno e che alcuni batteri sono molto utili. [Imma]

Ho capito in modo più specifico che cos'è l'azoto [Alessandro]

Abbiamo imparato ad essere attenti in qualsiasi azione per non contaminare. Abbiamo visto per la prima volta i noduli e le colonie batteriche. [Mara]

Abbiamo imparato ad osservare se c'erano noduli , che è molto difficile perché sono minuscoli. [Giovanni]

Io non pensavo che le piante si facevano così alte, pensavo che al massimo arrivavano a un'altezza di 30 cm. [Alessandro]

Io non mi sarei mai aspettato che le radici sono così lunghe e così chiare! E che quei pallini sulle radici fossero noduli e non qualche residuo di terra! Ci siamo resi conto che la terra per le piante è vita. Mi ha colpito che una pianta senza batteri cresce diversamente da una pianta con i batteri. Poi abbiamo notato che i batteri sono microscopici, ma riescono a diventare milioni in poco tempo. [Simone]

Per me i noduli sono una splendida invenzione della natura; questi si formano solo in presenza di batteri, infatti nelle buste di controllo non ci sono.[Ilenia]

Io da questo esperimento ho imparato quello che non ho mai visto nelle piante [Mirko]

Oggi in classe abbiamo discusso su quello che questa esperienza ha suscitato, sui cambiamenti che ha prodotto in ciascuno di noi: abbiamo imparato a dividerci i compiti secondo le capacità di ciascuno e secondo il tempo a nostra disposizione; a saper stare insieme senza litigare; ad avere pazienza e attenzione infinite; che i batteri si "radunano" in colonie; abbiamo anche acquisito nuovi vocaboli, più scientifici e sofisticati e poi padronanza della lingua inglese, dovendo leggere un protocollo in inglese e dovendoci esprimere alcune volte in questa lingua. [Alessia]

Test di valutazione finale

Questionnaire about classroom experiment "Peas at school"

1. *What kind of materials has the experiment required?*

.....

2. *What's Jensen solution?*

.....

3. *How many pea seeds have you put in the glass whit the oxygenated water?*

.....

4. *How many days after have bacteria grown?*

.....

5. *What have you used for infecting the seeds?*

.....

6. *What kind of actions have you executed to be successful?*

.....

7. *What has happened to the bacterias and the seeds after 4 days?*

The

bacterias.....

The

seeds.....

8. *What's the function of the nodules?*

.....

9. *Which benefits does it bring rhizobium to the plant?*

.....

10. *Collega con una freccia i termini in inglese al relativo significato:*

box	bicchiere
loop	fava
broadbean	ansa
hidrogen peroxide	radice
root	scatola
glass	acqua ossigenata

Conclusioni

I ragazzi hanno verificato sperimentalmente che le piante leguminose, grazie ai batteri azoto-fissatori che vivono in rapporto simbiotico sulle loro radici, sono in grado di fissare l'azoto atmosferico, che entra nella sintesi delle proteine e del DNA.

Infatti facendo crescere due gruppi di piante in ambiente controllato >>

in assenza di batteri

non si ha la formazione dei noduli >> piantine fragili e poco sviluppate, ingiallimento progressivo delle foglie

con inoculo di batteri

formazione dei noduli >> piantine più alte e con fusto più robusto.

L'attività ha avuto una forte connotazione sperimentale: tutti gli elementi "teorici" sono stati ricavati a partire dall'osservazione, dalle misurazioni e dall'elaborazione dei dati raccolti.