

# SIMBIOSIS LEGUMINOSA- RIZOBIO

Biología

## INTEGRANTES:

Nadia Solla, Sergio  
Valladares, Nicolás  
Rodríguez, Nuria  
Otero, Marcos Mera,  
Claudia Vilas, Yeray  
Mesquida y Yago  
Jiménez

**CURSO: 1º BACH - 23/24**



Fundación  
**Casa** de la  
**Virgen**



## INTRODUCCIÓN:

Las plantas, además de luz y agua, necesitan nutrientes para crecer y desarrollarse.

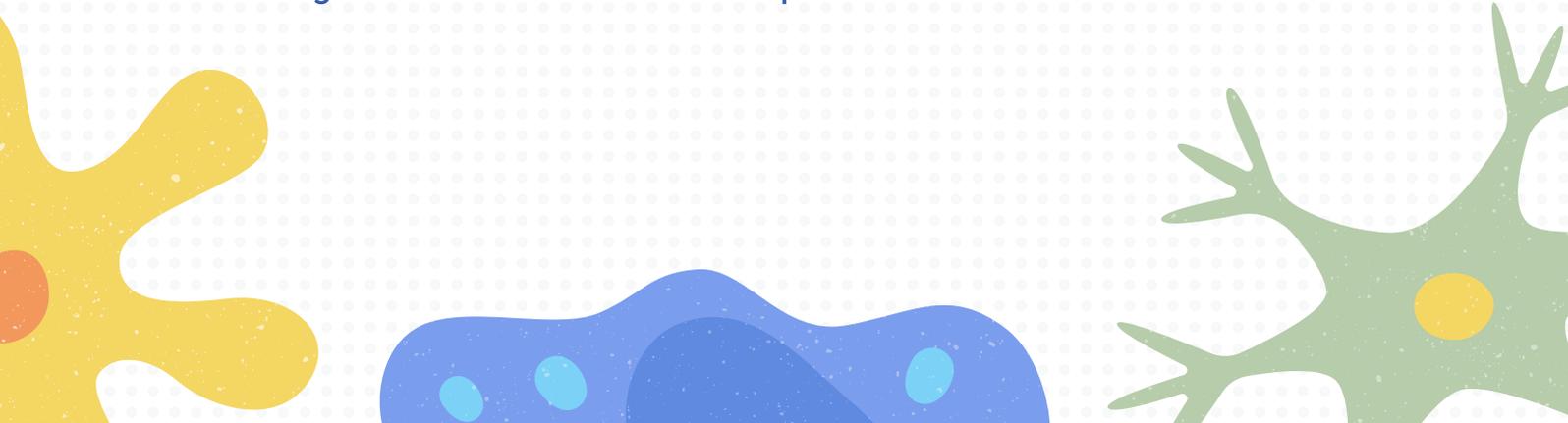
El aire es una fuente inagotable de carbono y oxígeno. Sin embargo, aunque nuestra atmósfera contiene casi un 80% de nitrógeno, las plantas no pueden utilizarlo directamente. Por ello, deben tomarlo del suelo junto con otros elementos. Cuando se quieren cultivar plantas intensivamente lo más frecuente es recurrir a la fertilización nitrogenada. El problema es que un porcentaje alto del nitrógeno que contienen los abonos termina contaminando las aguas superficiales y subterráneas, y afectando a la salud de los animales y las personas.

Existe una alternativa. En todos los suelos del mundo existen bacterias llamadas rizobios que son capaces de transformar el nitrógeno del aire en nitrógeno combinado cuando establecen simbiosis con las leguminosas.





En la simbiosis leguminosa-rizobio, la planta obtiene una fuente inagotable de nitrógeno, mientras que las bacterias se benefician obteniendo azúcares y otros metabolitos necesarios para su vida. Tener una fuente continua de nitrógeno combinado permite a las leguminosas desarrollarse con normalidad en suelos muy pobres, lo que les da una ventaja muy grande sobre otros grupos de plantas. La simbiosis leguminosa-rizobio tiene lugar cuando las bacterias entran a través de los pelos radiculares 'infectando' la raíz. Las plantas identifican a los rizobios y forman un órgano nuevo en sus raíces: el nódulo. Dentro de los nódulos, los rizobios se transforman en bacteroides, un estadio que en el ambiente anaeróbico de la zona infectada es capaz de transformar el nitrógeno molecular del aire en amonio y suministrar a la planta.





## OBJETIVO:

Comprender la importancia del nitrógeno en la nutrición vegetal y comprobar que hay una alternativa a la fertilización nitrogenada de los cultivos, que es barata y respetuosa con el medio ambiente.

## MATERIALES:

- 30 botes de 1 litro
  - Un saco de vermiculita
  - 60 semillas de altramuz
  - 20 viales conteniendo 1 ml de suspensión de rizobios
  - 2 litros de solución nutritiva concentrada (x4) para altramuz sin N (SNA-N)
  - 1 litro de solución nutritiva concentrada (x4) para altramuz con  $\text{KNO}_3$  2,5 mM (SNA+N)
  - Una probeta de 50 ml
  - Una probeta de 1.000 ml
- 



## PROCEDIMIENTO

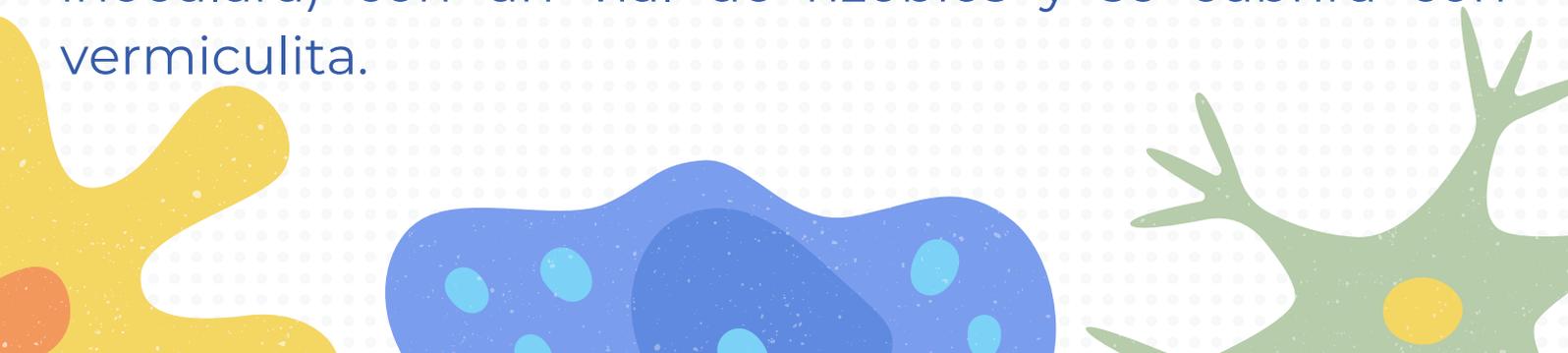
Empezamos el día 16 de febrero de 2024 rellinando los 30 botes de 1 litro con la vermiculita previamente hidratada. A la hora de rellenar los botes cogimos la parte superior de la vermiculita desechando el fondo. La superficie de la semilla fue esterilizada con lejía diluida al 10%.

Empezamos a plantar las semillas de altramuces, y esta fue la organización distribuyendo cada bote en bandejas con espacio para 10 teniendo así 3 bandejas.

**PRIMERA BANDEJA:** se etiquetará '-N' (plantas a las que ni se inoculará ni se suministrará una fuente de nitrógeno). Los botes se numerarán del 1 al 10. Las semillas se cubrirán con vermiculita, sin inocular.

**SEGUNDA BANDEJA:** se etiquetará '+N' (plantas a las que se suministrará una fuente de nitrógeno). Los botes se numerarán del 11 al 20. Las semillas se cubrirán con vermiculita, sin inocular.

**TERCERA BANDEJA:** se etiquetará 'P.I.' (plantas inoculadas, con rizobios). Los botes se numerarán del 21 al 30. En esta bandeja, cada semilla se rociará (se inoculará) con un vial de rizobios y se cubrirá con vermiculita.





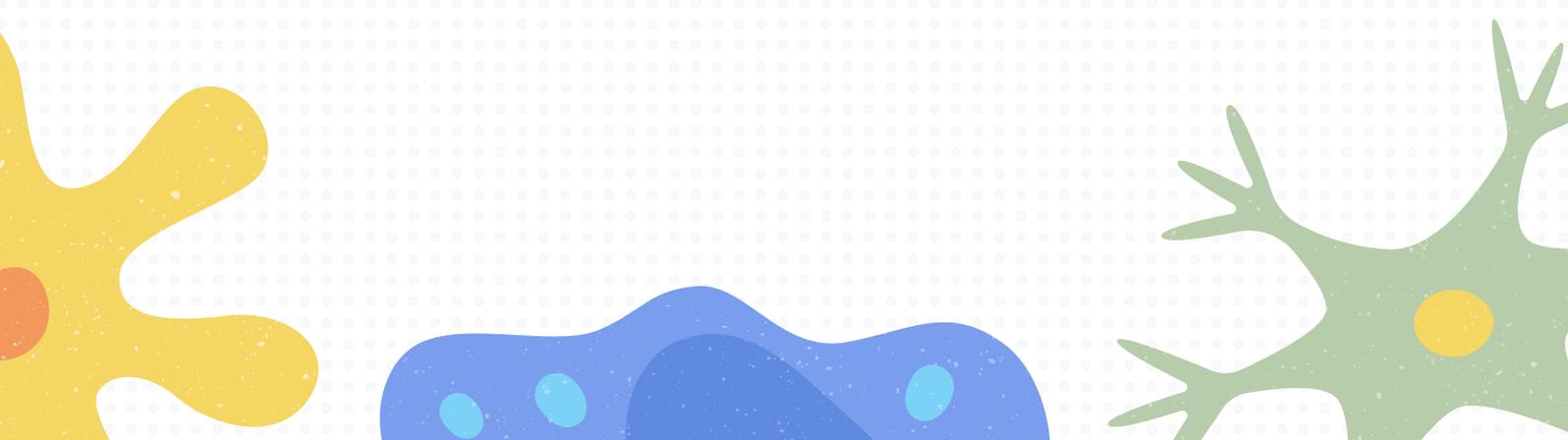
## Protocolo de riego:

Regábamos todos los lunes, miércoles y viernes a las 12:00 horas con este seguimiento:

→ 1ª semana (16-23 de febrero): agua (25 ml/bote). Todos los botes igual.

→ 2ª semana (23-1 de febrero y marzo): solución nutritiva para altramuz diluida a  $\frac{1}{4}$  (25 ml/bote). Para regar los botes de las bandejas '-N' y 'P.I.' se mezclarán 100 ml de SNA-N (x4) y 1500 ml de H<sub>2</sub>O. Para la bandeja '+N' se mezclarán 50 ml de SNA+N (x4) y 750 ml de H<sub>2</sub>O.

→ 3ª a 6ª semana (1-29 de marzo): solución nutritiva para lupino diluida a  $\frac{1}{2}$  (50 ml/bote). Para regar los botes de las bandejas '-N' y 'P.I.' se mezclarán 400 ml de SNA-N (x4) y 2.800 ml de H<sub>2</sub>O. Para la bandeja '+N' se mezclarán 200 ml de SNA+N (x4) y 1.400 ml de H<sub>2</sub>O.



A las dos semanas cuando midan de 8 a 10 centímetros se cortan los cotiledones (los cortamos el día 6 de marzo).





## RESULTADOS

El experimento se puso en marcha en febrero, terminando justo en la semana de vacaciones. Debido a esto, decidimos analizar los resultados a las 5 semanas, justo antes de las vacaciones de Semana Santa.

Ante la imposibilidad de regar estos botes desde el 21 de marzo hasta el 1 de abril (22 de marzo: festivo local en Cangas) decidimos añadir la cantidad correspondiente en la base de la bandeja con el agua distribuída para una semana completa de riego.

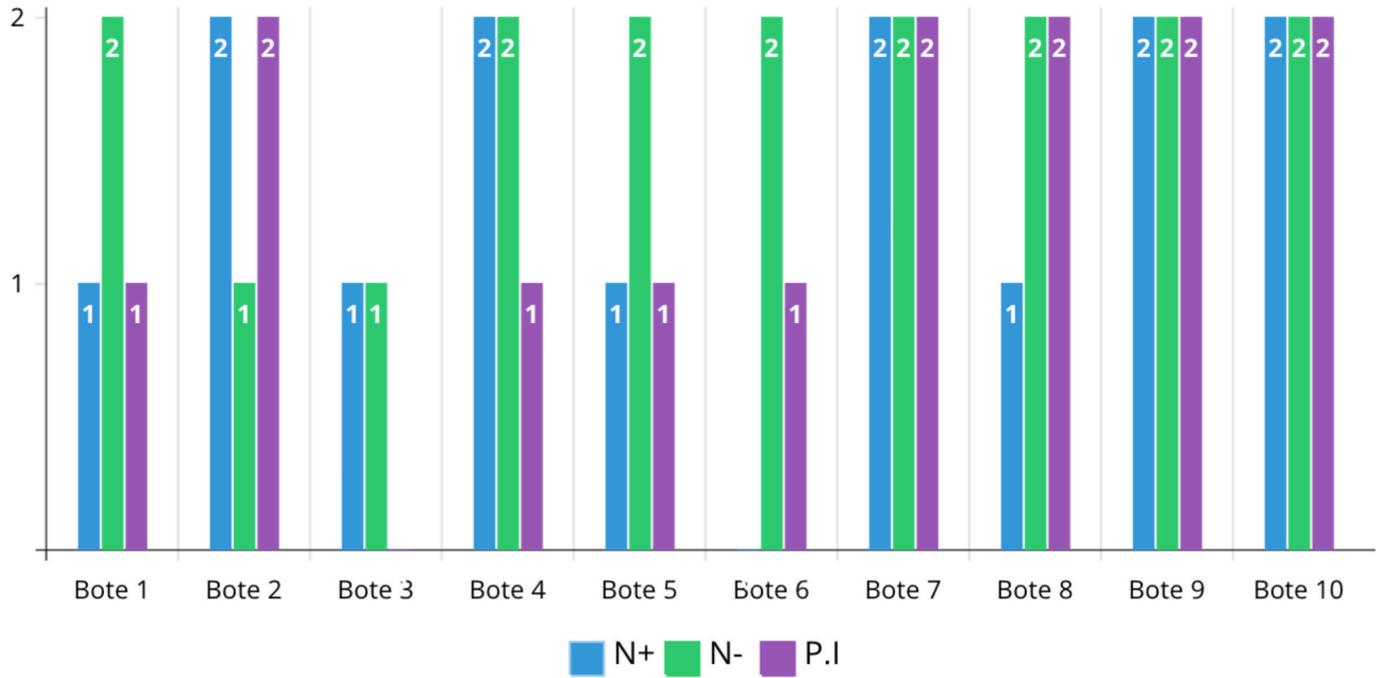
A la vuelta de este período vacacional, volvimos a tomar datos.

Nos encontramos con que un grupo de plantas resultó dañado completamente, por unos inquilinos de la familia de los caracoles que se alimentaron de nuestros altramuces. Lo positivo fue que solo se comieron las plantas de "N-"

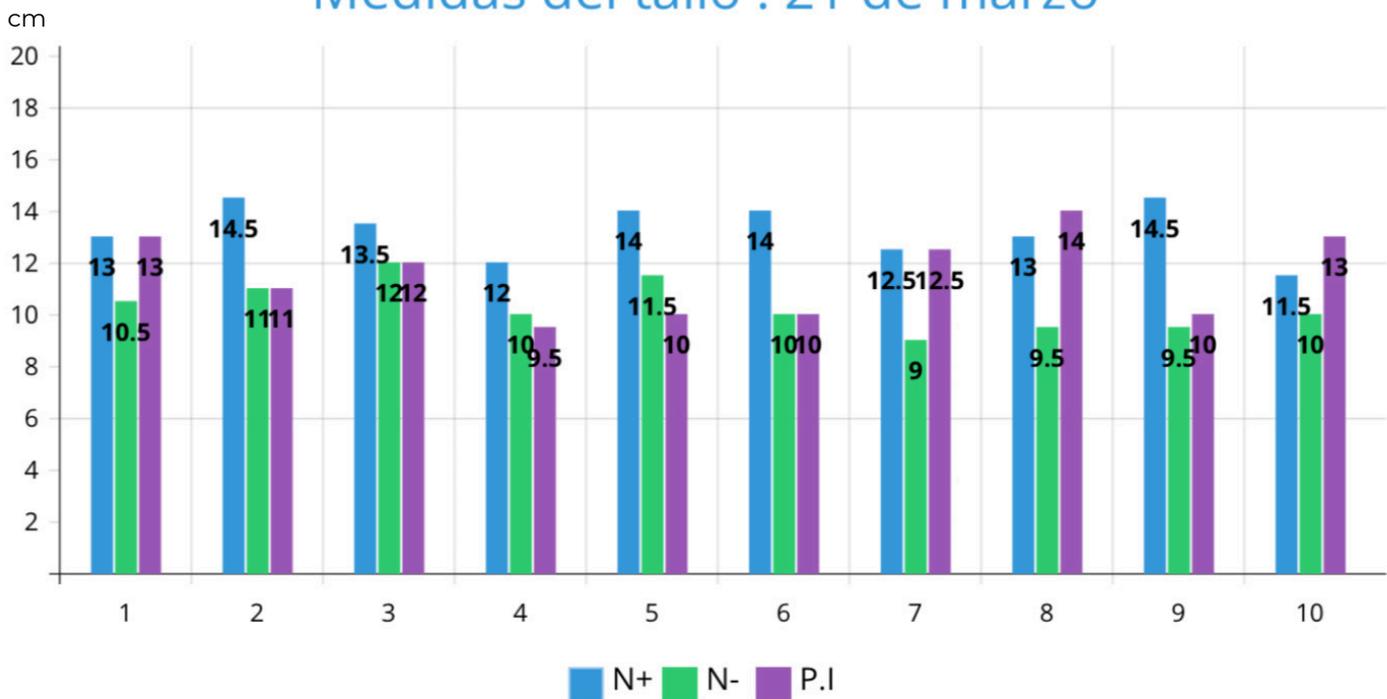


# RESULTADOS

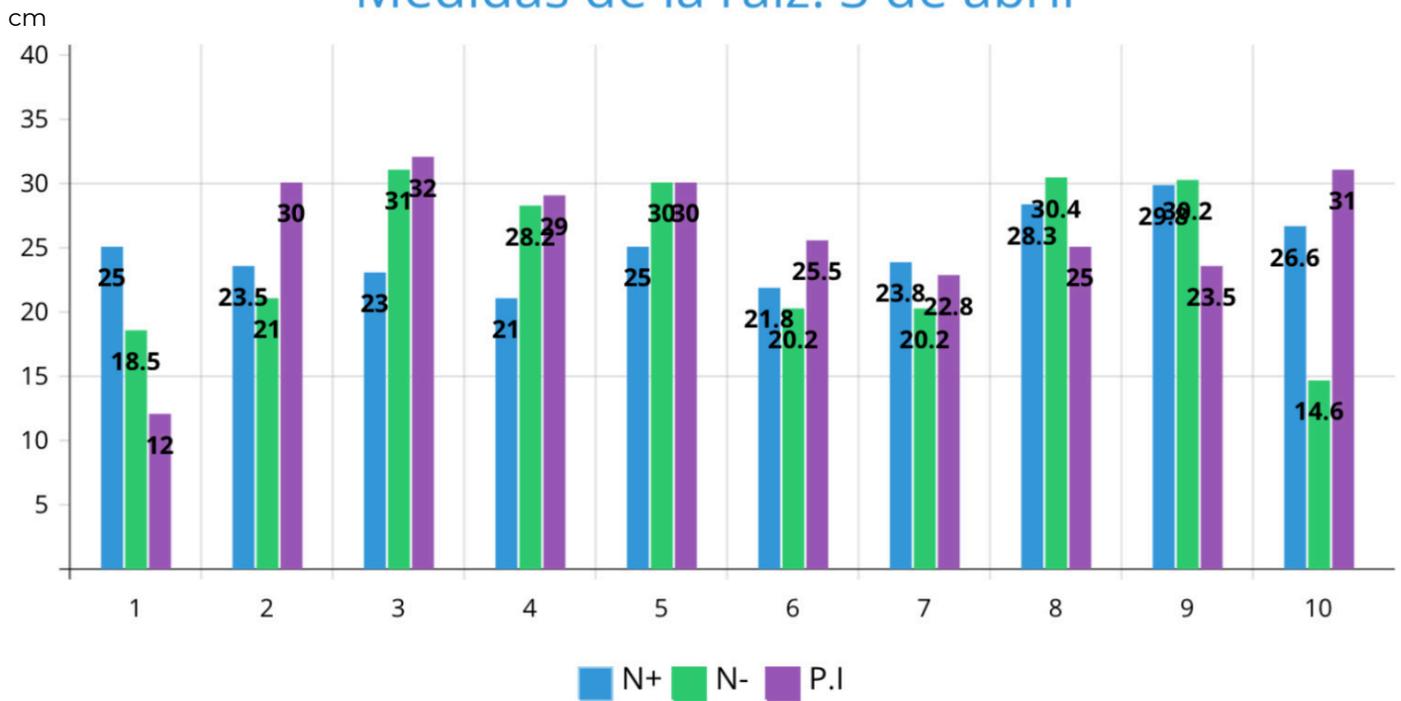
## Nº de plantas germinadas



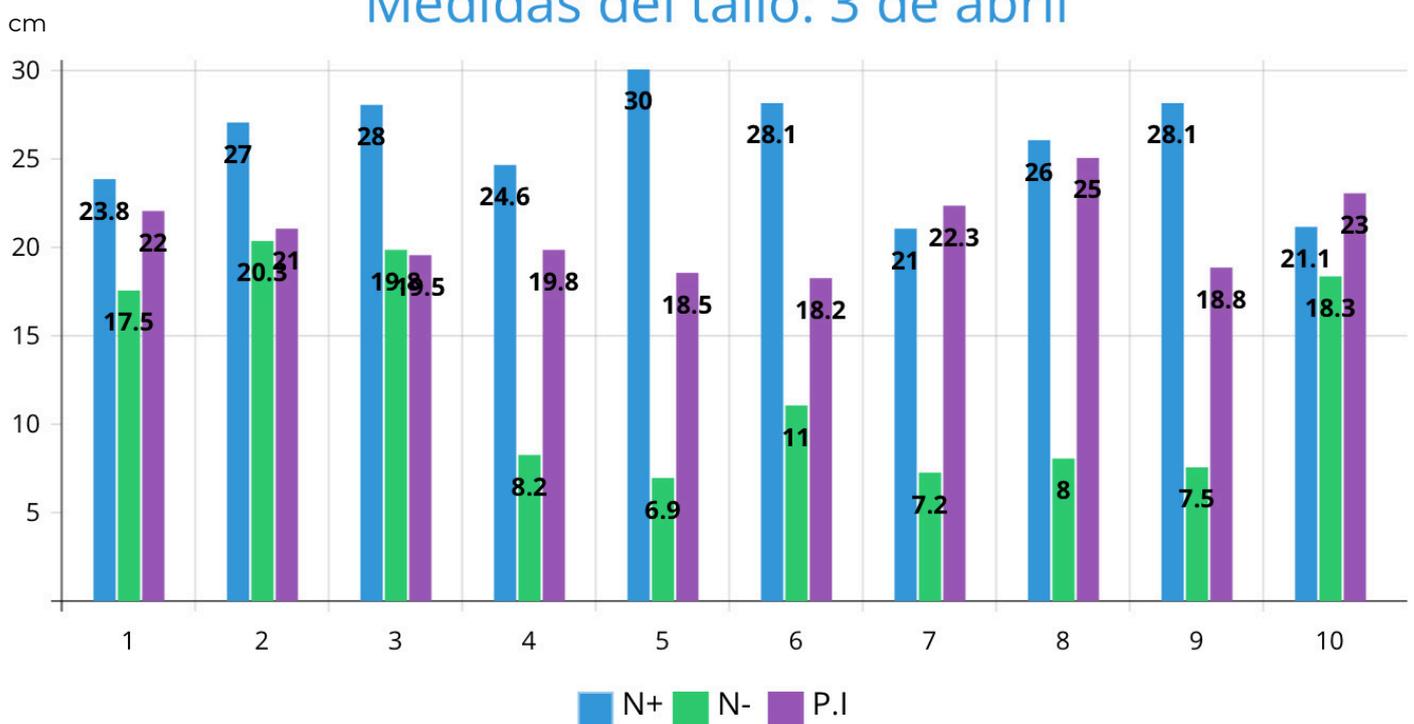
## Medidas del tallo : 21 de marzo



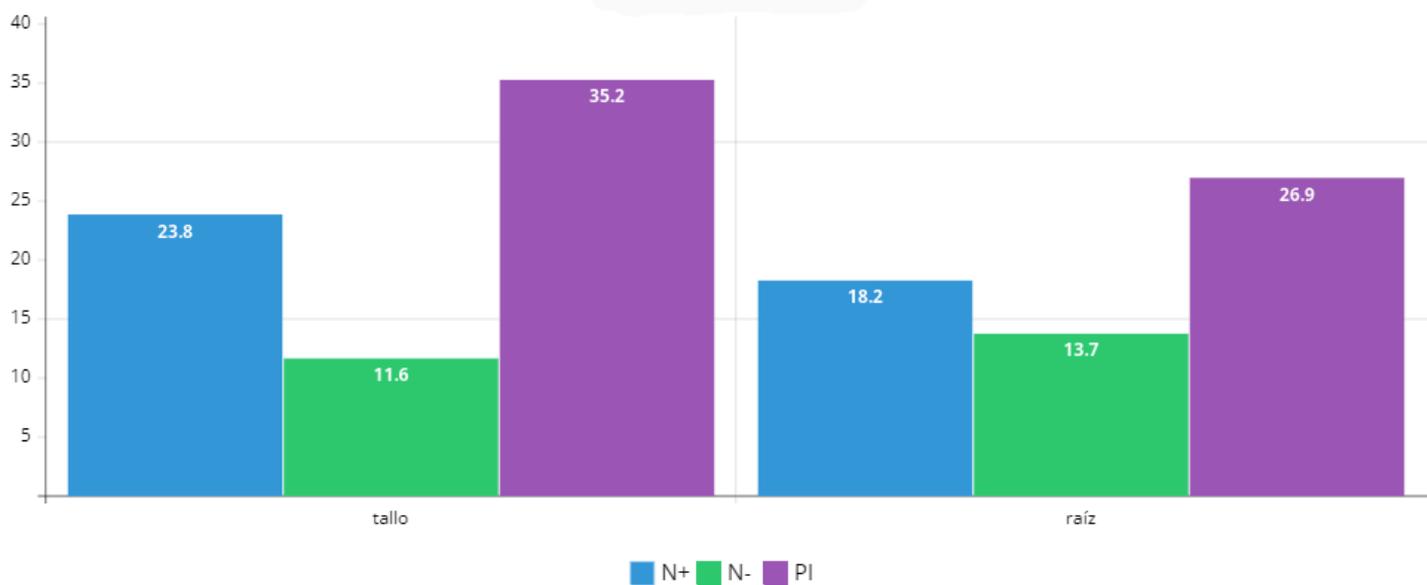
## Medidas de la raíz: 3 de abril



## Medidas del tallo: 3 de abril



Peso total (g) 3 de Abril



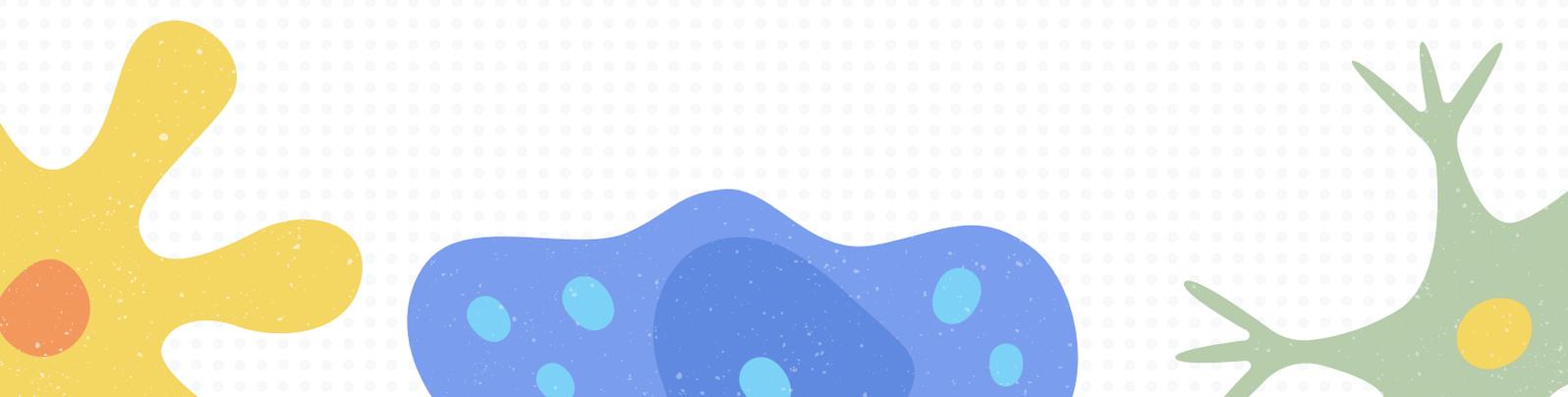


## CONCLUSIÓN:

Los resultados nos muestran que no hay diferencias muy significativas en cuanto al tamaño de las plantas pero sí se observan en cuanto a la materia orgánica producida, dato que corroboramos con el peso total de las plantas.

Con este experimento pudimos comprobar cómo la investigación puede ayudar a la agricultura y al mismo tiempo al planeta.

Con la introducción de rizobios se puede reducir la utilización de fertilizantes, lo que supone un ahorro económico para los agricultores y evita posibles contaminaciones de los suelos y aguas.



# FOTOS



Fig. 1: Dividimos la vermiculita en 3 para grupos de 10 botes

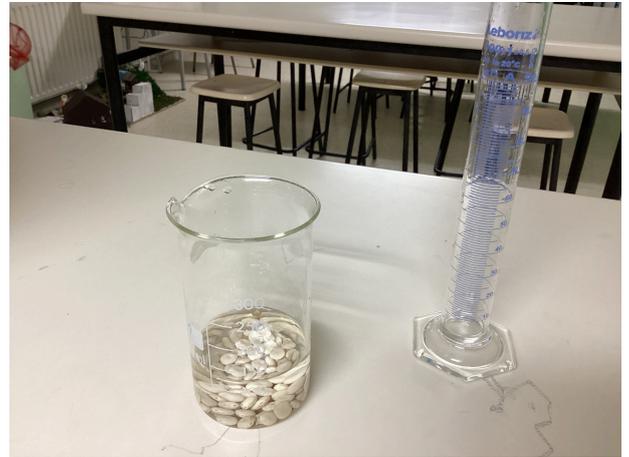


Fig. 2: Preparamos las semillas de altramuç



Fig. 3: Enumeramos los botes



Fig. 4: Llenamos los botes con vermiculita



Fig. 5: Preparamos las disoluciones



Fig. 6: Hacemos las disoluciones para cada bandeja



Fig. 7: Repartimos las semillas en los botes y las metemos.



Fig. 8 y 9: Dejamos las bandejas dentro de nuestro invernadero.



Fig. 10 y 11: Revisamos las plantas cada semana para observar su crecimiento



Fig. 12: Recogemos los rizobios al terminar la última semana



Fig. 13: Retiramos los rizobios de la vermiculita



Fig. 14: Lavamos la raíz para quitarle la vermiculita



Fig. 15: Cogemos los rizobios inoculados (PI) y observamos los nódulos que aparecieron



Fig. 16: Retiramos los nódulos para su observación



Fig. 17: Nódulos en microscopía

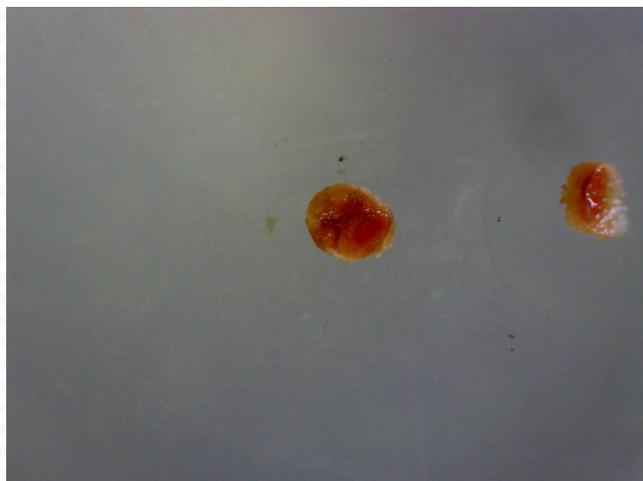


Fig. 18: Nódulos en microscopía



Fig. 19 y 20: Clasificamos los rizobios por separado



Fig. 21: Clasificación de los rizobios

# ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

1	<p><b>¿Hay diferencias a simple vista entre los distintos grupos de plantas?</b></p> <p>Si, en N- las raíces son menos ramificadas, "N+" tienen un verde más apagado, menos hojas y las raíces menos ramificadas que "P.I.". En "P.I." las plantas tienen un color verde más oscuro, tienen unos nódulos (que son las bacterias) y también unas raíces muy ramificadas. En PI las plantas tienen un color verde más oscuro, tienen unos nódulos (que son las bacterias) y también unas raíces muy ramificadas.</p>
2	<p><b>¿Hay diferencias entre los distintos grupos cuando se miden parámetros cuantitativos como la altura o el peso de la parte aérea o de la raíz?</b></p> <p>Si, por ejemplo, la bandeja de "N-" tiene una raíz más corta y menos ramificada y el tallo menos largo junto a sus hojas menos abundantes, la de "P.I." tienen la raíz más larga y ramificada, mientras su tallo es intermedio y posee más hojas, finalmente, las de "N+" tienen una raíz intermedia (ni la más larga y ni la más ramificada) y su tallo es el más largo con una cantidad media de hojas.</p>
3	<p><b>¿Tienen nódulos las plantas de la bandeja etiquetada "P.I."? (es decir, las plantas que se inocularon con rizobios) ¿Y las de las bandejas "-N" y "+N"?</b></p> <p>Las plantas de la bandeja "P.I." presentan nódulos, mientras que las bandejas de "N-" y "N+" no. Esto se debe a la inoculación de rizobios, ya que, estos nódulos son el crecimiento en masa de la bacteria inoculada.</p>
4	<p><b>Tomar varios nódulos y cortarlos por la mitad cuidadosamente con una cuchilla. ¿De qué color es su interior, es decir, su zona infectada? Investigar a qué se debe ese color tan característico.</b></p> <p>Los nódulos encontrados en las plantas inoculadas con rizobios presentan, en su interior, un color rojo/ocre, este color se debe a la presencia de oxígeno que inhibe la actividad de la nitrogenasa. Este color indica que los nódulos son maduros.</p>
5	<p><b>¿Presenta alguna de las plantas raíces proteoides? Las raíces proteoides son pequeñas raíces laterales muy juntas que forman una estructura parecida a una pequeña pluma. Investigar qué son y cuándo aparecen.</b></p> <p>Las raíces proteoides son densos conglomerados de raíces laterales cortas y densamente espaciadas, y aparecen en la bandeja de "P.I."</p>
6	<p><b>¿Cómo se explican los resultados del experimento en referencia a la necesidad de las plantas de disponer de una fuente de nitrógeno para desarrollarse con normalidad?</b></p> <p>Las plantas que disponen de una fuente de nitrógeno tienen un mejor crecimiento y producen las proteínas que construyen las células.</p>