

# Experimento de Semillas de Bolsillo

Ask A Biologist actividad para la clase y la casa

Por Elena Ortiz y CJ Kazilek  
Traducido por Giselle Rivera Pineda



## Aprender más

Este es un archivo pdf acompañante de los siguientes artículos en línea:

### **Experimento Virtual de Semillas de Bolsillo**

<http://askabiologist.asu.edu/expstuff/experiments/pocketseeds/vpocketseeds.html>

### **Plantas que Viajan en el Tiempo**

<http://askabiologist.asu.edu/research/seeds/index.html>



# Tabla de Contenido

## **Semillas, 1**

Una breve reseña sobre la vida de la semilla y su anatomía

## **Materiales, 2**

¿Qué se necesita para construir el visor de semillas de bolsillo?

## **Métodos, 3-5**

¿Cómo construir el visor de semillas de bolsillo?, ¿Cómo funciona el experimento? e instrucciones de "Semillas de bolsillo" en una página, para el estudiante.

## **Visor Virtual de Semillas de Bolsillo, 6**

Una visión general del visor virtual de Semillas de Bolsillo en línea

## **Midiendo, 7**

Midiendo vástagos y raíces y ¿Cómo construir tu propia regla flexible?

## **Analizando los datos, 8-9**

Una visión general, análisis y resumen de las gráficas

## **Herramientas, 10-14**

Fichas de datos, tabla para registrar los datos y papel para graficar

## **Ejemplo del plan de lección, 15-17**

Un resumen de materiales, de métodos y de actividades

## **Objetivos, 18-19**

Para el profesor y para el estudiante/experimentador, y estándares nacionales



El contenido de este documento puede ser copiado para uso no comercial total o parcialmente. Si utiliza partes de este documento, se deben dar los créditos a Ask a Biologist.

Si desea utilizar este experimento, por favor permítanos saberlo. En la siguiente dirección electrónica encontrará un sencillo formato digital:

<http://askabiologist.asu.edu/pages/permissions.html>

Versión 2.0

©2003 - 2009



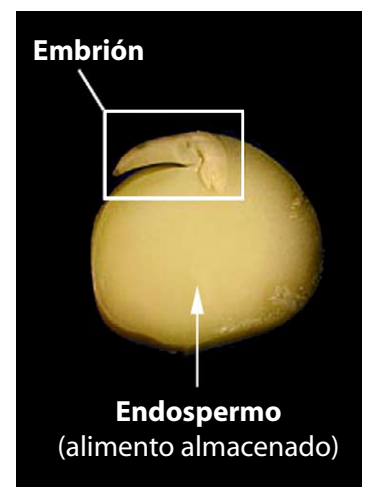
# Semillas

## Breve Reseña

La semilla es la parte de la planta que contiene al **embrión**, el cual dará origen a una nueva planta. En general las semillas contienen un embrión y un suministro de alimentos. Las semillas de gran tamaño poseen mayor cantidad de alimento que las semillas de menor tamaño. El alimento almacenado en las semillas grandes se conoce como **endospermo**. En las semillas de menor tamaño existen hojas llamadas cotiledones, las cuales deben ser expuestas a la luz inmediatamente después de la emergencia, para que puedan proporcionar alimento a la plántula en desarrollo, a través de la fotosíntesis. Las semillas grandes pueden desarrollarse en la oscuridad por un tiempo más largo que las pequeñas, pero eventualmente, aún las plantas provenientes de semillas grandes, deben encontrar una fuente de luz para poder sobrevivir.

La **germinación** es el inicio del crecimiento de una semilla. Para que una semilla germine debe tener las condiciones adecuadas. Debe tener suficiente humedad y la temperatura adecuada. Las condiciones ideales difieren para plantas diferentes. Esto es cierto no solo para diferentes especies, sino también para los diferentes descendientes de una misma planta. Esta variación es necesaria para la supervivencia de las especies. Si todos los descendientes germinaran al mismo tiempo, todos podrían ser eliminados fácilmente, ya sea devorados o destruidos por condiciones desfavorables.

Algunas semillas germinan con las temperaturas más frías de la primavera y otras con las temperaturas más cálidas del verano. Algunas semillas tienen más probabilidad de germinar en la luz, mientras otras prefieren la oscuridad. Lo primero que ocurre es la rehidratación de la semilla mediante la absorción de agua. Luego, la cubierta de la semilla se rompe. Enseguida, la radícula (la raíz), o, el cotiledón (las hojas de la semilla) emergen a través de la cubierta de la semilla. La plántula en desarrollo responde a la luz y a la gravedad. El vástago en desarrollo (brote) crece en contra de la gravedad y la radícula crece a favor de la gravedad. Esto ocurre aún en la oscuridad. Se conoce como **gravitropismo**, lo que significa movimiento en respuesta a la gravedad. Los tallos en desarrollo crecen hacia la luz, lo que se conoce como **fototropismo**.



## Anatomía de la Semilla

Cuando miras de cerca una semilla, puedes darte cuenta porqué son unas magníficas cápsulas del tiempo. Empaquetado dentro de la cubierta seminal protectora, se encuentra el embrión latente, con suficiente alimento para iniciar su crecimiento en el momento adecuado.

Si observas la foto de la esquina derecha superior, podrás ver la cubierta seminal y la semilla dividida por la mitad. Una de las mitades contiene al embrión y parte del alimento almacenado, y la otra mitad contiene el resto del alimento almacenado. En la imagen ampliada de la semilla, puedes observar la parte del embrión conocida como **radícula**, la cual al crecer dará origen a las raíces. También puedes observar la parte del embrión conocida como **plúmula**, la cual al crecer dará origen al tallo y a las hojas.



# Materiales

Costo estimado por paquete = 6-8 centavos de dólar

## Para el Experimento

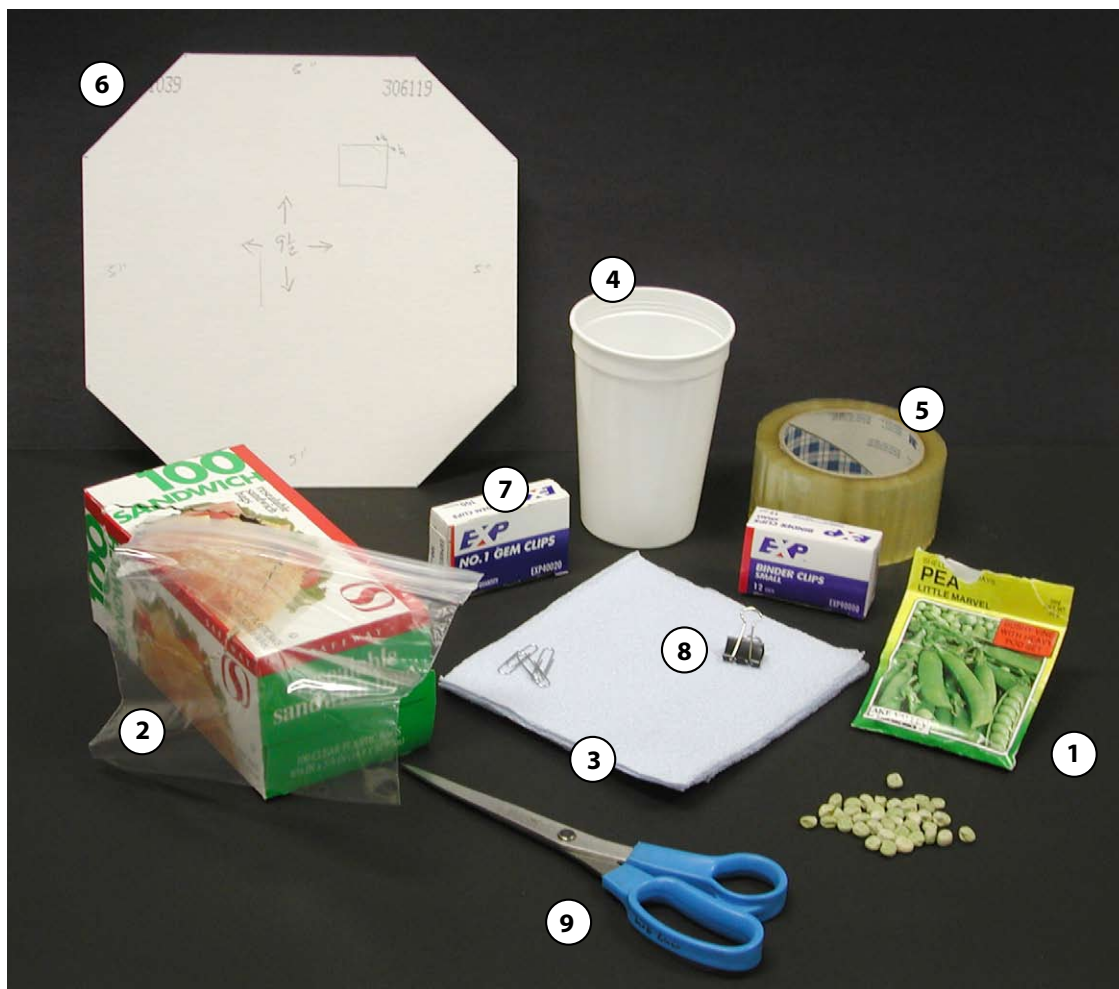
1. Sobres de semillas (en este experimento se utilizan Arvejas, Little Marvel)
2. Bolsas plásticas de cierre hermético (16,5 cm x 14,9 cm)
3. Toallas o servilletas de papel
4. Agua y recipientes
5. Cinta adhesiva
6. Cartón (opcional)
7. Pinzas para papel (opcional)
8. Pinzas para carpeta (opcional)
9. Tijeras

## Para las Medidas y la Recolección de Datos

- Hojas de cálculo
- Cuerda
- Regla

## Equipo opcional

- Una computadora con Microsoft Office para utilizar la hoja de cálculo de Excel



# Métodos

## Cómo Funciona el Experimento

### Día 1

Coloque en remojo durante la noche un grupo de semillas para acelerar el proceso de germinación. Deje algunas semillas sin remojar para comparar el tiempo de germinación de las semillas remojadas y las semillas secas.

Es interesante comparar las semillas remojadas y las secas. Los cambios en tamaño y forma pueden ser espectaculares. Si dispone de una balanza de precisión, puede comparar el peso entre las semillas remojadas y las semillas secas.

### Día 2

#### Prepare los paquetes

Prepare los paquetes de semillas, usando bolsas plásticas de cierre hermético (16,5 cm x 14,9 cm o más grandes). Las bolsas más grandes ofrecen más espacio para el crecimiento de las plantas y permiten la realización de experimentos más largos.

#### Colocar Tres Semillas en Cada Bolsa de Cierre Hermético

Doble y coloque las toallas o servilletas de papel en cada bolsa. Toallas más gruesas y absorbentes retendrán más agua, lo cual reducirá la necesidad de agregar agua durante el experimento.

Tener más de una semilla en cada bolsa también permite análisis más amplios de los resultados, tales como obtener un promedio de los datos de cada bolsa.

#### Cerrar herméticamente y rotular

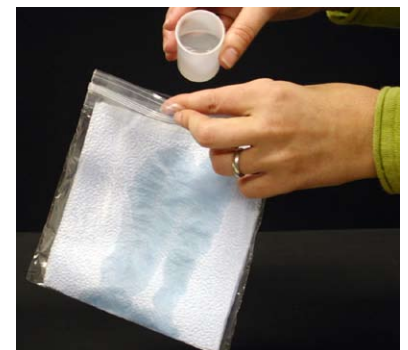
Cuando las toallas de papel hayan sido colocadas en las bolsas plásticas añada agua a la bolsa. Para una bolsa de 16,5 cm x 14,9 cm, un envase de rollo fotográfico (aproximadamente 35 ml) proporcionará el agua suficiente.



Dejando las semillas en remojo durante la noche



Comparación entre semillas secas y semillas remojadas



Colocando agua dentro de las bolsas con toallas de papel



Visor de semillas de bolsillo completo





## Día 2 - Pasos opcionales

### Pegar a la Cartón

Coloque tres semillas en cada bolsa plástica. Es mejor separarlas cerca de 3 cm entre sí y colocarlas en el centro de la bolsa. Es importante colocar más de una semilla en cada bolsa. Algunas semillas no germinan, otras germinan pero mueren enseguida. El tener más de una semilla nos ayuda a asegurar la obtención de resultados. Además nos permite un análisis más amplio de los resultados, como por ejemplo obtener un promedio de cada bolsa.

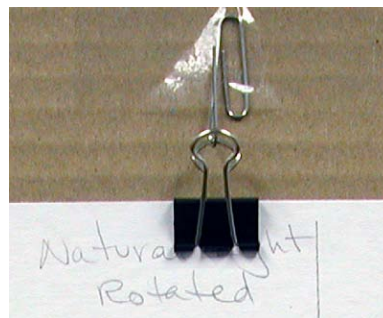
Cierre y rotule la bolsa para registrar los diferentes tratamientos experimentales. Asegúrese de tener al menos una bolsa control para comparar los resultados de las bolsas de los tratamientos. El visor de semillas de bolsillo está listo ahora.

### Rotular la Cartón

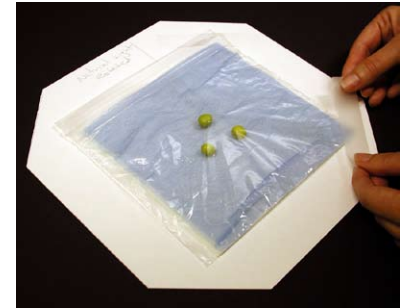
Una vez las semillas estén en cada bolsa cerrada pueden pegarse a una cartón o cartón cortado en forma de octágono. Esto ayuda a rastrear la rotación de las semillas que están siendo evaluadas para gravitropismo. La forma octogonal permite la rotación de los cartones con incrementos precisos, y también funciona bien cuando simplemente se dejan los cartones en un estante o un armario para evaluar el crecimiento de las semillas en la oscuridad.

### Pinzas para Carpeta

Para los visores de semillas de bolsillo que serán evaluados para gravitropismo, dibuje una flecha en la dirección en que las semillas deben ser rotadas cada día. Si se están evaluando varias series para el efecto de la gravedad, ensaye rotar algunas series en el sentido de las agujas del reloj y otras en contra de las agujas del reloj. Utilice pinzas para carpeta para colgar cada ficha. Si usted cuenta con un tablero, puede colgarlas en él con alfileres. También es posible colgar los cartones en una pieza de cartón utilizando pinzas para papel y cinta adhesiva como ganchos.



Un primer plano de la pinza para carpeta y la pinza para papel utilizada como gancho



Pegando las bolsas a la cartón



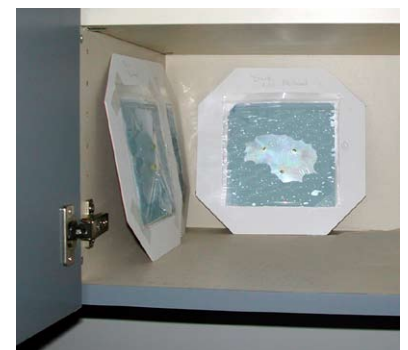
Visor de semillas opcional completo. Montaje realizado utilizando cartón, cartón, pinza para papel y pinza para carpeta



Grupo de 6 cartóns colgadas en una sola pieza de cartón

### Tratamiento en Oscuridad

Las semillas que usted quiere dejar en la oscuridad, pueden colocarse en un armario cerrado o pueden ser envueltas con papel de aluminio. En cualquier caso, es muy importante que las semillas no sean expuestas a la luz excepto para medirlas. La medición debe ser realizada en condiciones de baja luz o utilizar luz verde para reducir al mínimo la exposición a la luz.



Dentro de un armario para evaluar el crecimiento en la oscuridad



# Instrucciones de Semillas de Bolsillo en Una Página

## Para el Estudiante

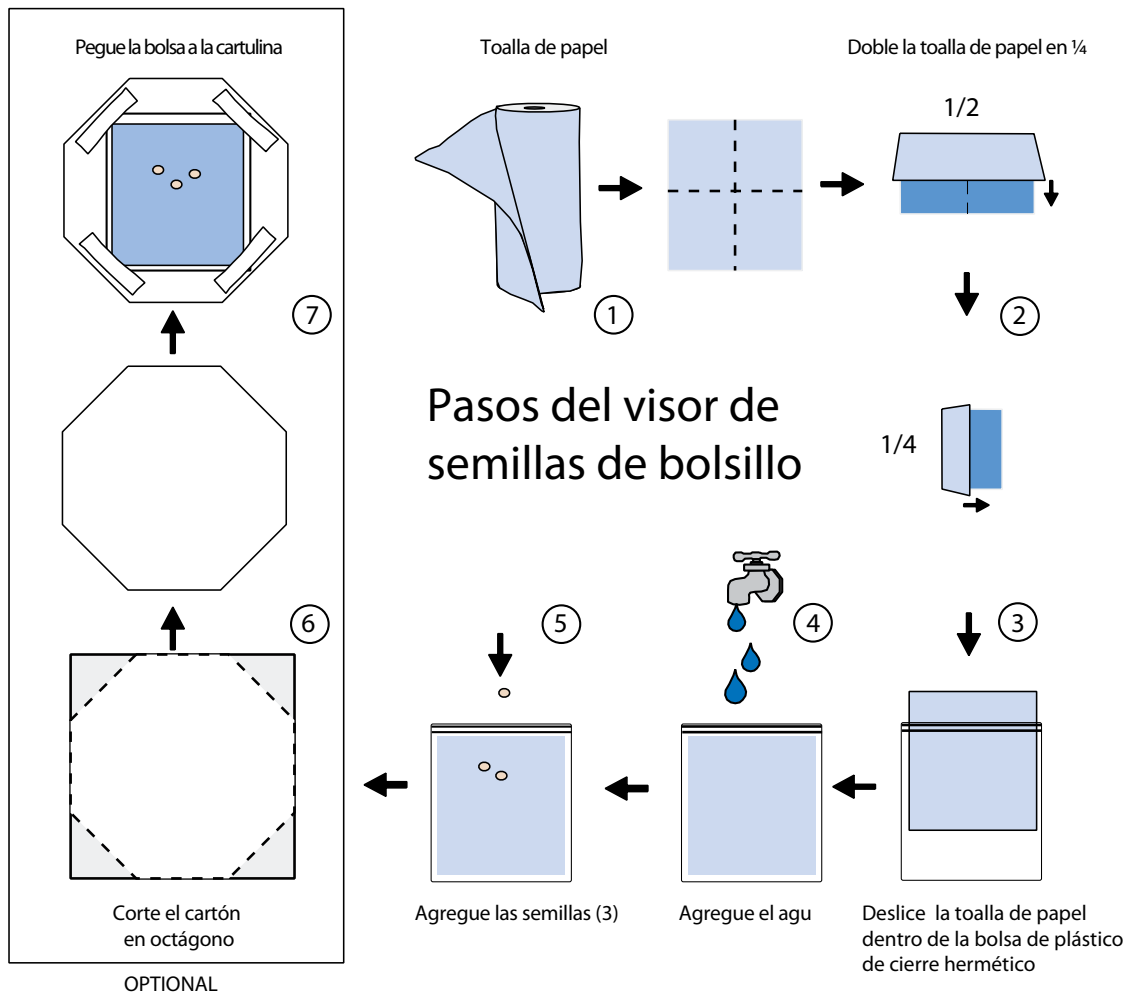
Sigue estos pasos y estarás listo para experimentar con tus propias semillas.

### Preparación de los Paquetes

1. Dobra una toalla de papel hasta la cuarta parte de su tamaño. Deberá caber en una bolsa de cierre hermético de 16,5 cm x 14,9 cm . Si no cabe, corta el excedente con unas tijeras.
2. Desliza la toalla doblada dentro de la bolsa plástica.
3. Adiciona 30-40 ml de agua. La toalla deberá quedar bien humedecida, pero sin exceso de agua dentro de la bolsa.
4. Coloca 3 semillas en cada bolsa. Para acelerar el experimento puedes remojar las semillas durante la noche, antes de colocarlas en el visor de bolsillo.
5. Cierra la bolsa y rotúlala con tu nombre y el nombre del tratamiento experimental.

### Montaje Opcional en Cartón

1. Corta una pieza de cartón de aproximadamente 60 centímetros cuadrados.
2. Mide 1cm de cada esquina y coloca una marca. Dibuja una línea entre las marcas en cada esquina (Fig.6).
3. Corta las esquinas a lo largo de las líneas que acabas de dibujar.
4. Pega el visor de semillas de bolsillo utilizando cinta adhesiva



# Visor virtual de Semillas de Bolsillo

## Una Visión General

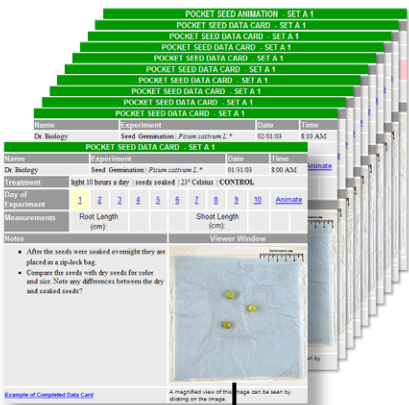
El Dr. Biología ha estado ocupado trabajando en su propio experimento de semillas de bolsillo, y necesita tu ayuda. El ha recolectado tanta información del experimento, que necesita que alguien analice los datos. Todos los resultados han sido registrados en fotografías, incluyendo algunas geniales animaciones.

Para convertirte en el asistente del Dr. Biología, simplemente lee la información que está más adelante. Luego recolecta y analiza los datos del experimento. Utiliza la información de este paquete, así como las fichas para datos en blanco, las tablas y el papel para graficar, para completar el experimento. Aún si estas realizando tu propio experimento de semillas de bolsillo, puedes comparar tus datos con los datos del Dr. Biología. Aquí se presenta una visión general de lo que vas a encontrar en la dirección electrónica del visor virtual de semillas de bolsillo, y ésta es la dirección: <http://askabiologist.asu.edu/expstuff/experiments/pocketseeds/vpocketseeds.html>

**Visor de Enlaces** rápidos para acceder a los sistemas de fichas de datos y al Visor comparativo

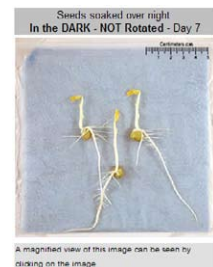
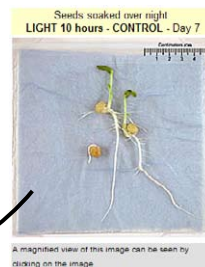


**Fichas de datos** en grupos de 11, uno para cada día + animación y ajuste del formato de las fichas de datos en blanco en el libro descargable de PDF



**El visor comparativo** usado para comparar tratamientos por día, también contiene enlaces a los sistemas de tarjeta de datos

Pocket Seed Control Panel & Comparison Viewer	
Data Card Sets	Comparison Photos by Day
<b>A Light 10 hours   Dark 14 hours   23° C</b>	click on number to open view in new window
1 Seeds soaked overnight (control)	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2 Seeds soaked overnight & rotated	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3 Seeds not soaked overnight	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
<b>B In the Dark 24 hours a day   23° C</b>	click on number to open view in new window
1 Seeds soaked overnight	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2 Seeds soaked overnight & rotated	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3 Seeds not soaked overnight	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
<b>C In the Light 24 hours a day   23° C</b>	click on number to open view in new window
1 Seeds soaked overnight	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2 Seeds soaked overnight & rotated	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
<b>D In Natural (window) light   16° C</b>	click on number to open view in new window
1 Seeds soaked overnight	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2 Seeds soaked overnight & rotated	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



**Multiples ventanas comparativas** se pueden abrir para comparar diversos tratamientos experimentales

Todas las ventanas de observación tienen una barra de escala usada para las medidas

**La ventana de ampliación** se puede abrir desde las ventanas de comparación o desde las fichas de datos individuales





# Midiendo

## Raíces y Vástagos

Cuando realices el experimento en la casa o en la clase, puedes usar una regla para medir los brotes de la semilla. Para medir los brotes de las semillas en las imágenes del Dr. Biología, tendrás que medir de una manera ligeramente diferente. Si observas las imágenes de las semillas verás una pequeña regla en la esquina superior derecha. Esta es la escala, y te indica que tan grandes en realidad son los objetos que observas.

Los objetos en las fichas de datos parecen mucho más pequeños de lo que en realidad son. Cuando hagas clic sobre la imagen pequeña podrás ver una imagen ampliada, en esta imagen las arvejas parecerán mucho más grandes que en la realidad. También podrás notar que la longitud de la escala cambia entre las imágenes grandes y pequeñas. Debido a que la escala ajusta su tamaño junto con las imágenes, la puedes utilizar para medir el tamaño real de las raíces y vástagos de las semillas. También puedes usar la escala para medir las semillas de tus propios experimentos y compararlas con las del Dr. Biología.

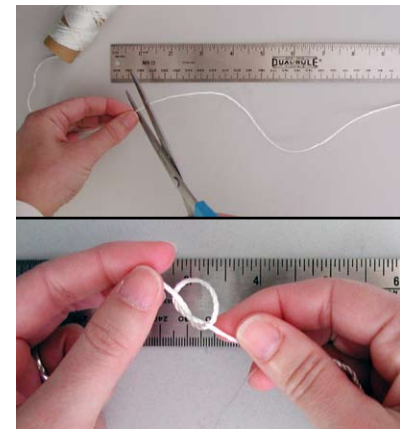
## Construyendo tu Propia Regla Flexible

Las raíces y los vástagos no crecen en línea recta. Para medirlos se requiere una regla flexible. Una manera de medir los brotes de las semillas es utilizando una cuerda. Corta una cuerda de 30 cm o 12 pulgadas de longitud, haz un nudo en uno de sus extremos. Luego coloca marcas correspondientes a las líneas de la escala. Ahora podrás utilizar la cuerda para medir las raíces y los vástagos, aún si estos no son rectos.

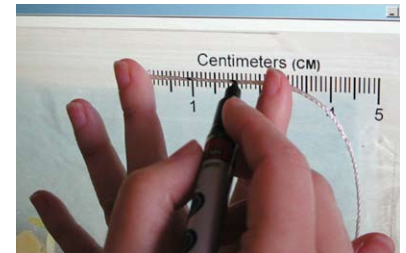
Otra manera de medir las raíces y los vástagos es midiendo la escala con una regla. Esto es necesario, ya que diferentes pantallas de computador producirán imágenes de diferentes tamaños. Dividiendo el tamaño real por el tamaño de la escala obtendrás una proporción. Podrás entonces medir los brotes de las semillas usando la regla. Para obtener el tamaño real del brote, simplemente multiplica la longitud obtenida por la proporción entre el tamaño real y el tamaño de la escala.

**Ejemplo:** La escala en la imagen ampliada de las semillas remojadas mantenidas en 10 horas de luz ( Ficha de datos A1-Día 4) mide 9.3 cm, pero representa 5 cm en la imagen.

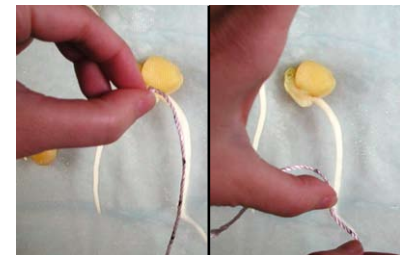
- $5\text{cm} / 9.3\text{cm} = 0.54$
- Utilizando un trozo de cuerda, la raíz de la imagen superior derecha mide 10 cm. Multiplicando por el factor que acabamos de calcular:  
 $10\text{ cm} \times 0.54 = 5.4\text{ cm}$
- El tamaño real del brote es de 5.4 cm



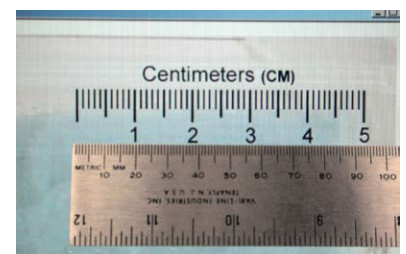
Cortando una cuerda y haciendo un nudo para construir una regla flexible



Dibujando las marcas de la regla en la cuerda



Midiendo la raíz de una semilla



Hallando la proporción entre la regla y la escala de la fotografía



Colocando la cuerda sobre la regla, después de medir una raíz, para calcular su verdadera longitud.



# Analizando

La mejor manera de visualizar los resultados de un experimento es mediante una gráfica. El tipo de gráfica que realices dependerá de la pregunta que desees contestar y de la clase de información que hayas obtenido con tus resultados. Por ejemplo, utilizando las fichas del Dr. Biología, podemos tratar de responder a la pregunta: “Cuál es la diferencia en el crecimiento de las semillas remojadas durante la noche y las semillas no remojadas? Para responder a esta pregunta, tendríamos que comparar las fichas de datos de dos visores de semillas tratados exactamente de la misma manera, excepto en que un grupo de semillas fue remojado y el otro grupo no. Esta situación nos deja dos elecciones; podemos comparar las semillas remojadas y no remojadas, que permanecieron en la oscuridad, o las semillas remojadas y no remojadas que permanecieron en la luz.

Una vez decidamos cuáles visores deseamos comparar, seleccionamos los datos para obtener nuestras medidas. Una manera de responder a la pregunta es graficando los datos de las semillas germinadas de los dos visores en el último día del experimento. Tendremos 12 datos, 3 longitudes de vástagos para las semillas no remojadas, 3 longitudes de vástago para las semillas remojadas, 3 longitudes de raíces para las semillas no remojadas y 3 longitudes de raíces para las semillas remojadas.

Ahora podremos realizar diferentes tipos de gráficas. Puedes graficar todos los datos en una gráfica de puntos (figura 1), o el promedio de cada tipo de medida en una gráfica de barras (figura 2). Un promedio es cuando sumas un grupo de datos (en este caso 3) y divides el resultado por el número total de datos (de nuevo tres).

**Ejemplo:** En nuestro ejemplo (Ficha de datos A1 – Día 10) hay tres valores para la longitud de la raíz.

Los sumamos

$$11.3 + 2.3 + 10.4 = 24$$

Luego dividimos el resultado por el número total

$$24 / 3 = 8$$

8 es nuestro valor promedio

Otra manera de responder a la pregunta es midiendo las semillas germinadas cada día y graficar los promedios en una gráfica de líneas (figura 3).

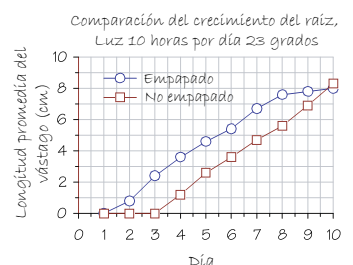
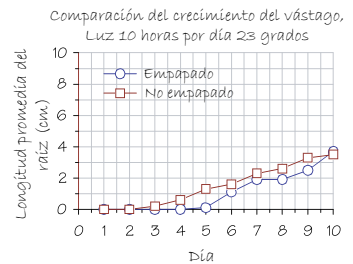
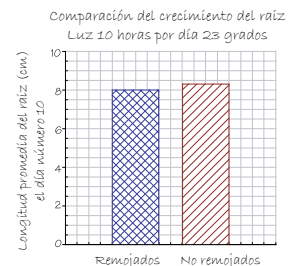
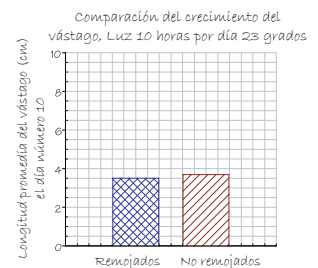
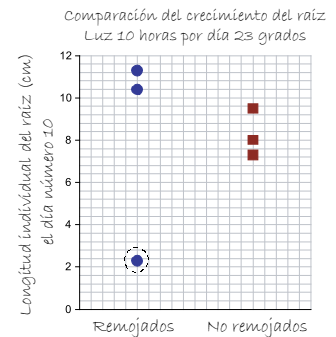
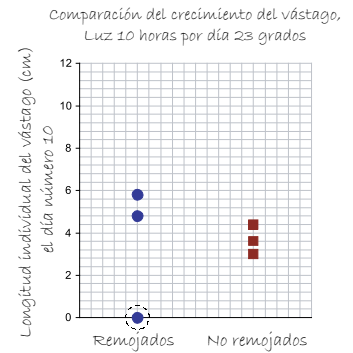


Figura 1

Figura 2

Figura 3



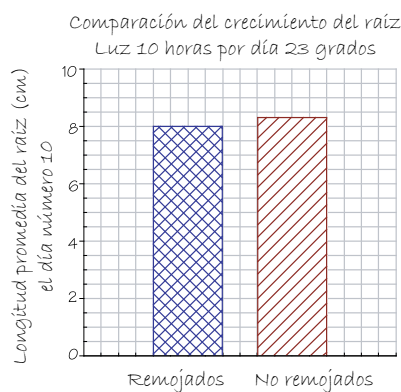
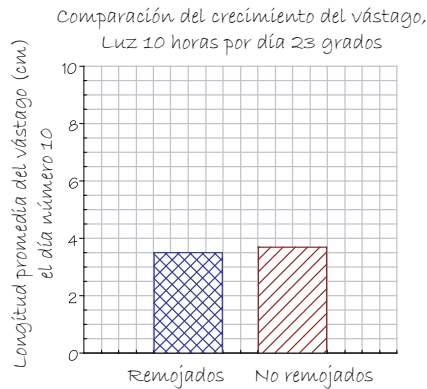
Cada tipo de gráfica te ayudara a visualizar que tan diferentes son los visores de semillas y te puede contar una historia ligeramente diferente. La gráfica de barras te cuenta que en el día 10 se presento poca o ninguna diferencia entre el crecimiento de las semillas remojadas y las no remojadas. La gráfica de puntos te cuenta algo más de la historia, la diferencia parece mayor y puedes ver que hay un punto fuera de lugar (circulo punteado). Este punto representa una semilla remojada que no germinó. Cuando se incluye esta semilla en el promedio de la gráfica de barras, disminuye el promedio.

Tu podrías afirmar que debido a que una semilla remojada no germinó esto significa que el remojo causa en mayor medida la no germinación que el no remojo. Sin embargo, no puedes concluir esto sin antes repetir el experimento para verificar si obtienes el mismo resultado. De hecho los científicos, con frecuencia repiten muchas veces los experimentos antes de plantear alguna conclusión.

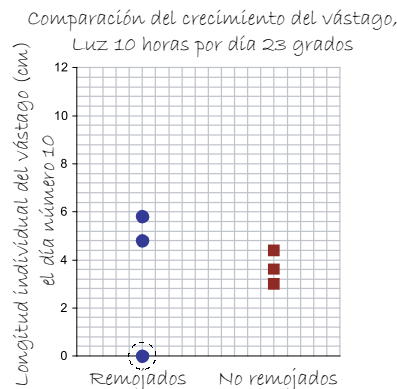
Por último, cuando observamos la gráfica de líneas, vemos un poco más de la historia. Nos muestra que a las semillas no remojadas les toma más tiempo germinar, y que en los días 2-9, la diferencia entre la longitud de las semillas germinadas es mayor que en el día 10, donde el promedio de las longitudes es muy similar. Como puedes deducir a partir de estas gráficas, es necesario utilizar la gráfica apropiada y herramientas de análisis para escribir y publicar resultados científicos sólidos.

## Resumen de Gráficos

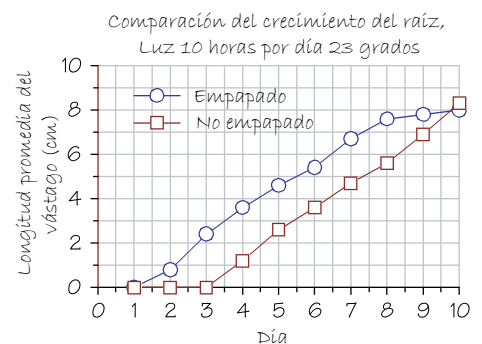
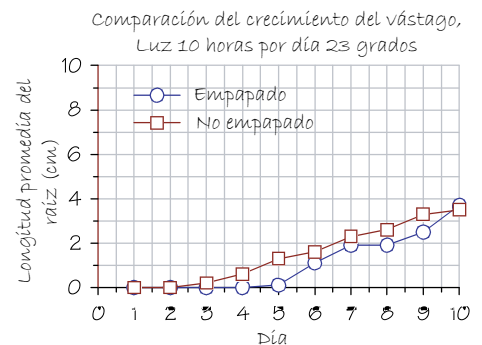
**Gráfico de Barra**

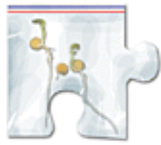


**Gráfico de Punto**



**Línea Gráfico**





# Experimento de Semillas de Bolsillo



Nombre, Fecha, Clase

Cuáles preguntas deseas explorar?

Cuáles visores de semillas tendrás que comparar para explorar estas preguntas?

Qué crees que te van a mostrar tus resultados?

Copia suficientes fichas en blanco para registrar tus datos, y adjúntalos a esta ficha para construir tu propio diario de experimentación del visor de semillas.

## Tarjetas de Datos del Ejemplo

FICHA DE DATOS DE SEMILLAS DE BOLSILLO															
Nombre	Experimento							Fecha	Hora						
Dr. Biología	Germinación de semillas de <i>Pisum sativum</i>							02/04/03	8:07						
Tratamiento		10 horas de luz al día, semillas remojadas, 23°C, CONTROL													
Día del experimento		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Medidas		Longitud de la (cm)			0.0	1.9	1.7	Longitud del (cm)			2.0	6.0	5.2		
Notas							Ventana para dibujar								
<p><u>El epicótilo de la semilla No. 1, no se desarrolló. La radícula también dejó de crecer. Los epicótilos se pusieron verdes. Las radículas están todavía blancas. Tanto las radículas como los epicótilos están creciendo principalmente en forma vertical. El epicótilo de la semilla 3 empezó a crecer desde abajo pero cambio de dirección y está creciendo hacia arriba.</u></p>															



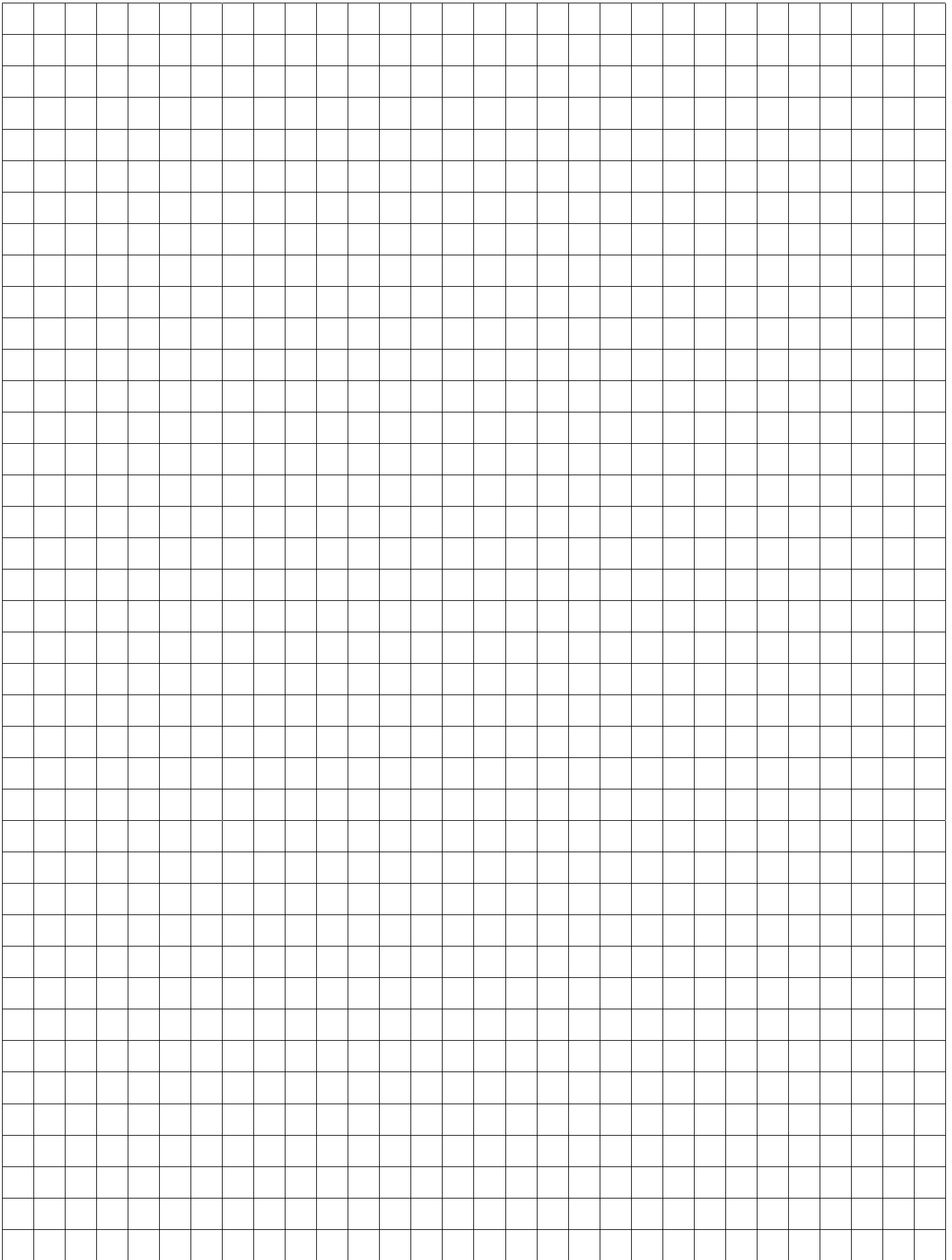
FICHA DE DATOS DE SEMILLAS DE BOLSILLO														
Nombre	Experimento							Fecha	Hora					
Tratamiento														
Día del experimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Medidas	Longitud de la (cm)							Longitud del (cm)						
Notas							Ventana para dibujar							
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>														

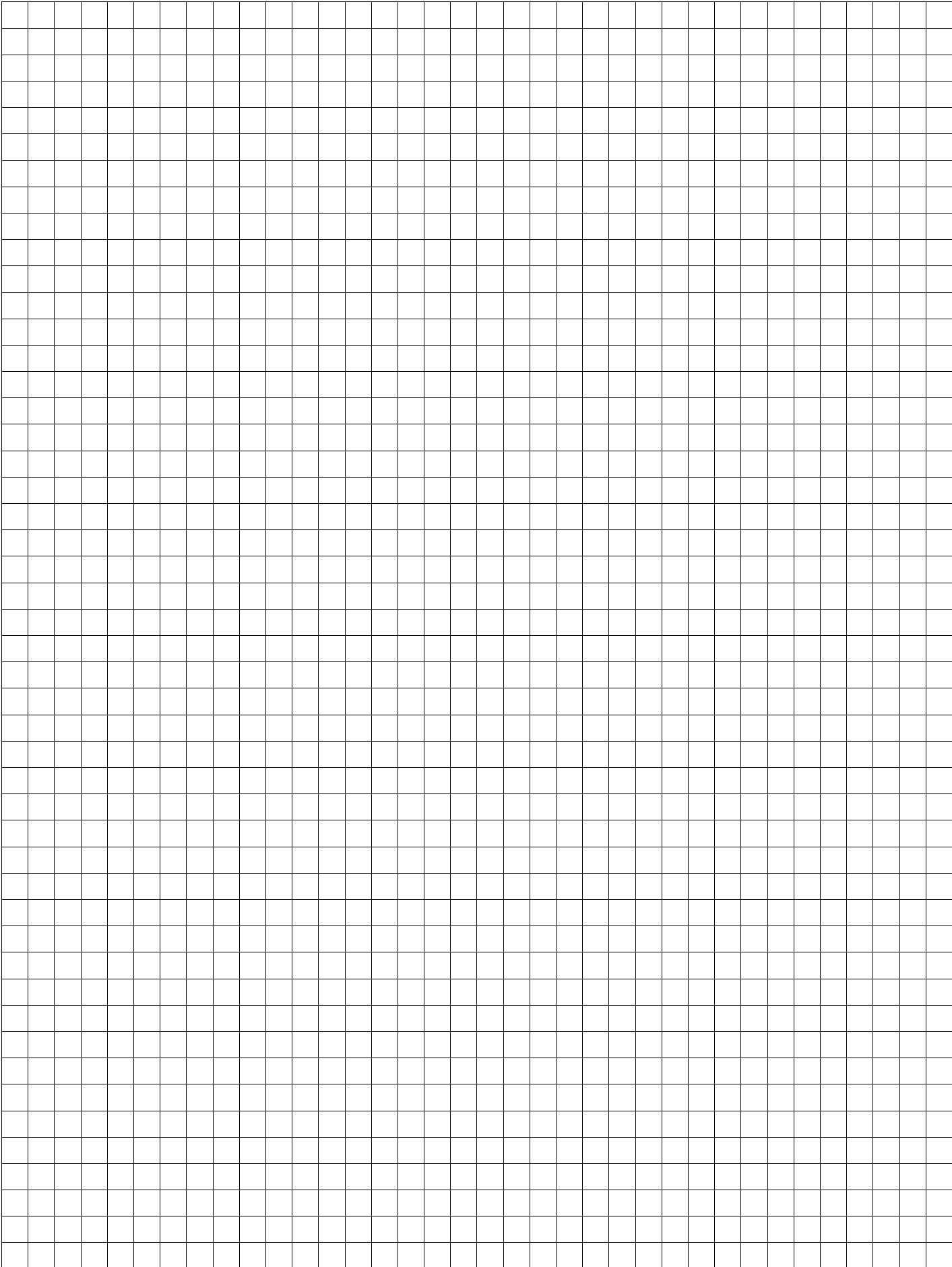
FICHA DE DATOS DE SEMILLAS DE BOLSILLO														
Nombre	Experimento							Fecha	Hora					
Tratamiento														
Día del experimento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Medidas	Longitud de la (cm)							Longitud del (cm)						
Notas							Ventana para dibujar							
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>														











# Ejemplo de plan para una clase

## Materiales:

- Paquetes de semillas
- Bolsas de plástico de cierre hermético (tamaño emparedado o cuarto de galón)
- Toallas o servilletas de papel
- Agua y recipientes
- Cinta
- Cartón (opcional)
- Pinzas para papel (opcionales)
- Pinzas para carpeta (opcional)
- Hojas de cálculo
- Cuerda

## Métodos básicos usados en el montaje

Los visores de germinación se construyeron de la siguiente manera:

1. Se cortaron los soportes de cartón
2. Se remojaron las semillas durante la noche
3. Se colocaron toallas de papel dentro de las bolsas plásticas de cierre hermético
4. Se agregaron aproximadamente 30 mililitros de agua utilizando un envase de rollo fotográfico vacío
5. Las semillas remojadas y no remojadas se colocaron dentro de las bolsas. Se utiliza más de una semilla, porque como no siempre todas las semillas germinan, usando más de una semilla se puede asegurar que por lo menos una lo haga si las condiciones son las correctas
6. Las bolsas se cerraron y se pegaron a los soportes de cartón
7. Se utilizó una pinza para carpeta unida al soporte como gancho para colgar el visor a una gran pieza de cartón. Los visores de germinación se pueden también poner en una mesa o pegar a una ventana.
8. Las semillas germinarán más rápidamente si antes se colocan en un recipiente con agua y se les permite remojar
9. Nosotros colocamos algunos visores en la oscuridad, algunos en cuartos con luz artificial, algunos con 24 horas de luz, algunos con 10 horas de luz, y otros fueron colocados cerca a una ventana donde recibían luz natural. Algunos visores de semillas fueron rotados.
10. Para estas plántulas la gravedad cambiaba de dirección cada vez que eran rotadas.

## Actividad

Tomamos fotografías de nuestros visores de semillas cada día durante 2 semanas. Sus estudiantes pueden utilizar estas imágenes para estudiar el efecto de nuestros tratamientos experimentales.

1. Discutir la estructura y las partes de la semilla. Hacer que los estudiantes roten el diagrama de la semilla disectada.



2. Discutir con los estudiantes los conceptos de:

Tratamientos experimentales - qué se le realizó a cada visor de semillas

Control - el visor que usted quiere comparar con un visor experimental para contestar a una pregunta específica.

Por ejemplo, si quiero saber qué efecto tiene la oscuridad en el desarrollo de una plántula, tengo que elegir dos visores idénticos. La única diferencia entre ellos debe ser que uno estaba en la oscuridad y el otro no. Estos dos visores deben tener la misma cantidad de agua, la misma clase de semillas y no haber sido girados. Cualquier otro factor complicaría el análisis de los resultados. Si quiero saber qué efecto tiene 24 horas de luz, debo comparar ese tratamiento con un visor que tenga el mismo tipo de luz, pero no por 24 horas. Una complicación de la que hay que estar consciente es que la luz y el calor van a menudo de la mano. En nuestro experimento, las semillas en luz natural estaban más calientes que las de luz artificial, cuando comparamos estos dos tratamientos, no podíamos estar seguros si las diferencias que veíamos se debían a la luz o al calor.

3. Discutir con los estudiantes cuáles de los tratamientos están disponibles en la biblioteca de imágenes en línea. Ayude a los estudiantes a decidir qué preguntas pueden hacer, y cuáles dos tratamientos deben comparar para contestar a esas preguntas.

Algunas preguntas posibles son:

- ¿Cuál es la diferencia entre la germinación de semillas remojadas y de semillas no remojadas?
- ¿Cuál es la diferencia entre la germinación de semillas en oscuridad y de semillas en luz?
- ¿Cuál es la diferencia entre el desarrollo de semillas rotadas y no rotadas?
- ¿Las semillas no remojadas crecen diferente en la oscuridad y en la luz?
- ¿Cuál es la diferencia en el desarrollo de semillas en 24 horas de luz y aquellas en \_\_\_\_ horas de luz?

4. Haga que los estudiantes escriban sus preguntas, cuáles tratamientos compararán, y cuáles son sus predicciones de lo que observarán.

5. Los estudiantes deben observar y registrar los cambios en los dos visores de semillas usando una hoja de cálculo.

6. Los estudiantes deben utilizar la escala en las imágenes y cuerda o regla para medir las diferentes partes de la plántula. (Si usan regla, recuerden que deben calcular y utilizar factores de conversión)

7. Las medidas deben ser registradas y representadas gráficamente

8. Haga que los estudiantes presenten sus métodos, hallazgos y la respuesta a la pregunta inicial a toda la clase.

## Más actividades/experimentos

De acuerdo a los resultados, los estudiantes deben tener otras preguntas. Usted puede pedirles que realicen su propio experimento en la clase utilizando el mismo visor de germinación básico. Algunos experimentos que pueden realizar incluyen:

- Efecto de la temperatura ( para cada tipo de planta existe una temperatura optima donde ocurre la máxima germinación, en temperaturas por encima o por debajo de esta, no germina el mismo número de semillas)
- Comparar semillas de diferentes tamaños, tendrán diferentes respuestas a la luz y a la oscuridad.
- Si la gravedad y la luz provienen del mismo lugar (si la luz vien de abajo), ¿Cuál ganará?, ¿Hacia dónde crecerá la planta?





- Si una plántula es rotada continuamente (como en una mesa giratoria) sabrá en qué dirección crecer? (Éste es un problema similar al de colocar plantas en el espacio en donde la gravedad no existe).
- Qué le ocurre a una plántula que ha sido mantenida en la oscuridad cuando se coloca en la luz? Qué pasaría con una planta que es trasladada de la luz a la oscuridad? La clorofila solo es producida en presencia de luz, ¿Cuánto tiempo tardará en producirse en cantidades apreciables?
- Genera una discusión entre los estudiantes acerca del porqué el tratamiento "D- luz natural (ventana)| 16° C" del experimento virtual no permite extraer una conclusión a partir del grupo de datos de este tratamiento. El concepto clave es lograr que los estudiantes descubran que se cambió más de una variable: la temperatura y la dirección en que mira hacia la ventana. Pregunta cómo se podrían diseñar otros experimentos para explorar si la luz natural es mejor para el crecimiento de las plantas.

### **Evaluación:**

Rótulos del diagrama (1)

Completar la hoja de cálculo y el informe (2, 3 y 4)



# Objetivos

## Para el profesor

1. Los estudiantes conocerán las partes de la semilla
2. Los estudiantes entenderán cuáles son los requerimientos de la germinación y crecimiento de las semillas.
3. Los estudiantes estarán en capacidad de explicar los patrones de crecimiento de las plántulas.
4. Los estudiantes estarán en capacidad de reconocer las diferencias que existen entre las plantas, en su germinación y su crecimiento.

### Preparación

- 1SC-R5. Realizar mediciones y comparaciones fáciles
- 1SC-R7. Observar y describir cambios en un sistema sencillo
- 4SC-R2. Describir los requerimientos básicos de un organismo vivo

### Fundamentos

- 1SC-F3. Identificar y registrar cambios y patrones de cambios en un sistema familiar
- 4SC-F3. Identificar las estructuras y funciones básicas de las plantas
- 4SC-F1. Describir y explicar relaciones causa-efecto en sistemas vivos
- 4SC-F6. Reconocer que la descendencia dentro de las familias posee tanto similitudes como diferencias

### Puntos esenciales

- 1SC-E3: Organización y presentación de datos obtenidos de la experiencia propia, utilizando los análisis matemáticos y representaciones gráficas adecuadas

## Para el experimentador y el estudiante

1. Observar el efecto del ambiente en la germinación y el crecimiento de la semilla.
2. Practicar el método científico

### Preparación

- 2M-R2. Recoger, organizar y describir los datos simples.
- 2M-R3. Construir muestras concretas de datos; leer e interpretar las tablas, los gráficos y las cartas elementales.

### Fundamentos

- 2M-F1. Recolectar y analizar los datos usando los conceptos de el más grande, el más pequeño, lo más frecuente, lo menos frecuente y el promedio.
- 2M-F2. Construir, leer e interpretar grupos de datos para tomar decisiones, hacer inferencias y predicciones válidas.
- 5M-F1. Demostrar que cada individuo tiene diferentes cualidades que pueden ser medidas de diferentes maneras (p.ej.: longitud, masa/peso, tiempo, temperatura, área y volumen).
- 5M-F2. Explicar los conceptos relacionados con las unidades de medida y hacer demostraciones del proceso de medición con unidades no estándar (p.ej. utilizando la longitud de las pinzas para papel), unidades métricas y las acostumbradas en EE.UU.



## Puntos esenciales

2M-E1. Construir, leer, analizar e interpretar tablas, gráficos, imágenes y diagramas de datos (p.ej., diagramas de caja, diagramas de tallo y hojas y gráficos de dispersión).

2M-E3. Presentar y utilizar medidas de rangos y tendencia central (p.ej., media, mediana y moda)

5M-E1. Utilizar y calcular medidas (métricas y utilizadas en EE.UU) para describir y realizar comparaciones.

5M-E4. Desarrollar y utilizar fórmulas y procedimientos para solucionar los problemas relacionados con las medidas.

## Habilidad

2M-P1. Construir y graficar inferencias incluyendo las medidas de tendencia central, a partir de gráficos, tablas y diagramas que resuman los datos de situaciones cotidianas.

# Estándares

## Estándares Nacionales para la Educación de las Ciencias

Unificando el Contenido Estándar: K-12

Como resultado de las actividades en los grados K-12, todos los estudiantes deberán desarrollar las capacidades y habilidades delineadas en los siguientes conceptos y procesos:

- Constancia, cambio, y medición

CONTENIDO ESTÁNDAR C: K-4

Como resultado de las actividades en los grados K-4, todos los estudiantes deberán desarrollar la capacidad para comprender:

- Las características de los organismos vivos
- Los ciclos de vida de los organismos vivos
- Los organismos vivos y el medio ambiente

CONTENIDO ESTÁNDAR C: 5-8

Como resultado de las actividades de los grados 5-8, todos los estudiantes deberán desarrollar la capacidad para comprender:

- Estructura y función en sistemas vivos

## Estándares nacionales de matemáticas

Los programas educativos desde el preescolar hasta el grado 12 deben permitir a todos los estudiantes:

- Formular preguntas que puedan ser tratadas con datos y recolectar, organizar, y presentar datos relevantes para contestar estas preguntas
- Desarrollar y evaluar las inferencias y las predicciones basadas en los datos
- Seleccionar y utilizar los métodos estadísticos apropiados para analizar datos
- Comprender las cualidades medibles de objetos y las unidades, sistemas, y procesos de la medición
- Aplicar las técnicas apropiadas, las herramientas, y las fórmulas para determinar medidas

