

# Guía de Actividades de Laboratorio

## Aeroponía e Hidroponía

Agricultura Sin Suelo Práctica, Diseño Experimental, Registro de Datos y Evaluación Auténtica



# Tabla de Contenidos y Hoja de Ruta

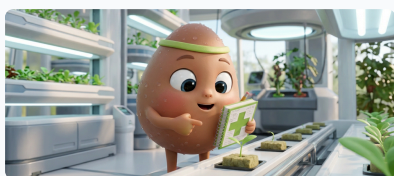
Alineación curricular, metas por grado y alcance del laboratorio

| Página   | Módulo / Título de la Actividad                       | Nivel de Grado     |
|----------|-------------------------------------------------------|--------------------|
| Página 1 | Portada del Manual Curricular                         | Todos los Grados   |
| Página 2 | Índice y Hoja de Ruta Visual                          | Docente/Estudiante |
| Página 3 | Marco Fundamental y Protocolo de Seguridad            | Grados K-8         |
| Página 4 | Módulo 1: Incubadora de Brotes y Lana de Roca         | Grados K-2         |
| Página 5 | Módulo 2: Columnas Hidropónicas y Balance Hídrico     | Grados 3-5         |
| Página 6 | Módulo 3: Aeroponía Avanzada y Nebulización Radicular | Grados 6-8         |
| Página 7 | Análisis de Cosecha y Rúbricas de Indagación          | Evaluación         |



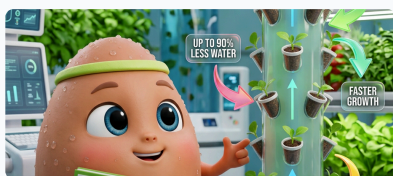
Aprendizaje Colaborativo en Acción

## Hoja de Ruta Tecnológica Visual



### 1. Fase de Plántula

Germinación en sustrato inerte sin patógenos del suelo.



### 2. Columna Líquida

Flujo recirculante que ahorra hasta un 90% de agua.



### 3. Niebla de Alta Presión

Oxigenación directa con aerosol de 30 a 60 micrones.

### Nota de Implementación para el Docente

Cada módulo por nivel de grado contiene una lectura informativa integrada, instrucciones prácticas de laboratorio, hojas de registro diario y criterios de rúbrica alineados. Los docentes pueden imprimir módulos individuales o utilizar la guía completa de forma secuencial.

# Guía de Laboratorio STEM K-8: Aeroponía e Hidroponía

Manual Práctico Basado en Proyectos: Laboratorios de Indagación, Registro de Datos, Lectura y Evaluación

**Estándares: NGSS (LS1.C, ETS1.A-C) y Competencias STEM**

**Docentes Líderes: Dra. Grella y Dra. Madsen**

**Mascota Estudiantil: Sammy la Semillita**

¡Bienvenidos, Jóvenes Agrónomos! La agricultura tradicional depende de suelo fértil, grandes extensiones de tierra y abundantes reservas de agua dulce. La agricultura urbana moderna transforma este paradigma: la **Hidroponía** (cultivo en agua rica en minerales) y la **Aeroponía** (nebulización de raíces al aire) permiten cosechar vegetales nutritivos utilizando hasta un 90% menos de agua y nada de tierra.

Esta guía práctica capacita a estudiantes de kínder a 8.º grado para investigar la fisiología vegetal, la dinámica de fluidos, la nutrición mineral y el cuidado ambiental mediante torres verticales de cultivo.



¡Conoce a "Sammy"!

## Protocolo de Seguridad del Laboratorio

Lavarse las manos antes de manipular raíces o soluciones nutritivas. Las bombas de agua y boquillas de nebulización deben operarse siempre bajo supervisión docente. Mantenga secos los enchufes eléctricos y mida diariamente el pH y la conductividad eléctrica (EC) antes de realizar ajustes en el tanque de nutrientes.

## Matriz Curricular por Niveles de Grado

### Grados K-2: Primaria Inicial

#### Botánica Fundamental

- **Lab 1:** Germinación en cubos de lana de roca.
- **Observación:** Dibujo sensorial de raíz vs. tallo.
- **Lectura:** Cuento: "¿Qué come una planta?"
- **Medición:** Conteo de altura con unidades no estándar.

### Grados 3-5: Primaria Superior

#### Sistemas y Adaptaciones

- **Lab 2:** Sistema hidropónico vertical de flujo continuo.
- **Análisis:** Ahorro hídrico: suelo vs. hidroponía.
- **Lectura:** Capilaridad y absorción de nutrientes.
- **Matemáticas:** Tasa de crecimiento en mm/día.

### Grados 6-8: Secundaria / Media

#### Bioquímica e Ingeniería

- **Lab 3:** Ciclos de aspersión y tamaño de gota aeropónica.
- **Variables:** Variación de pH (5.5-6.5) y titulación de EC.
- **Lectura:** Aeroponía en la NASA y seguridad alimentaria.
- **Diseño:** Optimización del temporizador de riego.

## Módulo Grados K–2: Descubriendo la Vida sin Tierra



Sammy inspeccionando los brotes

### Actividad de Laboratorio 1: La Incubadora de Brotes (Lana vs. Suelo)

**Pregunta Esencial:** ¿Puede una semillita brotar y desarrollar raíces fuertes solo con aire y agua, sin utilizar tierra?

- 1 Preparación:** Sumergir los cubos de lana de roca en agua limpia durante 10 minutos.
- 2 Siembra:** Colocar dos semillas de lechuga a 5 mm de profundidad en el orificio del cubo.
- 3 Control:** Sembrar dos semillas idénticas en una maceta pequeña con tierra tradicional.
- 4 Registro:** Observar y medir la salida de la primera raíz utilizando cubos conectables.

#### Lectura Guiada Inicial: "La Esponja Mágica de Sammy"

Sammy la semillita miró a su alrededor. "¿Dónde está la tierra oscura?", le preguntó a la Dra. Grella. La Dra. Grella sonrió y le mostró un cubo verde claro hecho de roca hilada, suave como el algodón de azúcar. "¡Las plantas no comen tierra, Sammy! Las raíces beben agua con nutrientes y respiran aire fresco. ¡Esta esponja guarda diminutas bolsitas de aire para que tus raíces respiren felices!"

**Pregunta de Comprensión:** ¿Por qué las raíces necesitan bolsitas de aire dentro de su esponja de cultivo?

### Registro Semanal de Datos K–2: Detector de Hojas y Raíces

| Día   | Agua Aplicada      | ¿Brotó la Raíz? (Sí/No) | Mi Dibujo / Número de Hojitas        |
|-------|--------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Día 1 | 2 gotas con gotero | [ ] Sí [ ] Todavía no   | Hojas: ____   Largo de raíz: ____ mm |
| Día 3 | 2 gotas con gotero | [ ] Sí [ ] Todavía no   | Hojas: ____   Largo de raíz: ____ mm |
| Día 5 | 2 gotas con gotero | [ ] Sí [ ] Todavía no   | Hojas: ____   Largo de raíz: ____ mm |
| Día 7 | 3 gotas con gotero | [ ] Sí [ ] Todavía no   | Hojas: ____   Largo de raíz: ____ mm |

**Verificación Docente:** El estudiante distingue visualmente entre tallo y pelos radiculares.

**Puntaje:** [ / 4 Estrellas ]

## Módulo Grados 3–5: Columnas Hidropónicas y Conservación Hídrica

### Actividad de Laboratorio 2: Dinámica de la Torre Hidropónica Vertical

**Investigación:** Examinar el flujo de agua continuo en torres verticales (base de 350 mm) y analizar cómo la recirculación por gravedad nutre las plantas para un crecimiento acelerado.



Diagrama de Flujo en Columna Hidropónica

- 1 Solución Nutritiva:** Disolver 5 mL de nutrientes minerales líquidos (N-P-K) en 4 litros de agua filtrada.
- 2 Trasplante:** Instalar 10 plántulas en macetas de rejilla rellenas con bolitas de arcilla expandida.
- 3 Circulación:** Encender la bomba sumergible para elevar el agua por el cilindro vertical central.

#### Artículo Científico: "¿Cómo la Hidroponía Ahorra Hasta un 90% de Agua?"

En la agricultura tradicional en tierra, cuando se riega un cultivo, más del 80% del agua se pierde por evaporación, escurrimiento superficial y filtración profunda antes de que las raíces alcancen a beberla. En cambio, en un sistema hidropónico cerrado, el agua circula en un circuito sellado. ¡La única agua que se gasta es la que la planta absorbe para crecer y realizar la fotosíntesis!

### Registro de Datos y Balance Hídrico Comparativo

| Unidad de Cultivo           | Volumen Inicial (L) | Volumen al Día 7 (L)    | Agua Consumida | Altura Promedio | Crecimiento (mm/día) |
|-----------------------------|---------------------|-------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| Torre Hidropónica Alfa      | 10.0 L              | 9.1 L                   | 0.9 L          | 84 mm           | +12.0 mm/día         |
| Torre Hidropónica Beta      | 10.0 L              | 8.9 L                   | 1.1 L          | 96 mm           | +13.7 mm/día         |
| Control en Macetas de Suelo | 10.0 L              | 1.2 L (perdida/drenaje) | 8.8 L          | 46 mm           | +6.5 mm/día          |

#### Desafío Matemático Aplicado

Calcula la eficiencia del agua:  $\text{Crecimiento Total (mm)} \div \text{Agua Consumida (L)}$ . ¿Qué sistema produjo mayor crecimiento de biomasa por cada litro de agua utilizado?

## Módulo Grados 6–8: Aeroponía, Nebulización y Respiración Radicular



Nebulización de Alta Presión y Raíces al Aire

### Actividad de Laboratorio 3: Tamaño de Gota y Oxigenación Radicular

**Indagación de Ingeniería:** Comparar raíces sumergidas contra raíces suspendidas en niebla al 100% de humedad relativa. Descubre por qué las microgotas (30–60 micrones) maximizan el intercambio de oxígeno y previenen hongos patógenos.

- 1 Programación:** Calibrar el temporizador de la bomba de alta presión (15 s de aspersión, 5 min de reposo).
- 2 Control Físicoquímico:** Medir y ajustar la solución a un pH de 5.8–6.2 y una EC de 1.4 mS/cm con sondas digitales.
- 3 Microscopía:** Examinar pelos absorbentes a 40x de aumento y registrar la ramificación secundaria.

#### Texto Informativo: "Aeroponía: De las Misiones de la NASA a los Rascacielos Urbanos"

En la década de 1990, la NASA colaboró con fisiólogos vegetales para producir cultivos en microgravedad. El suelo pesaba demasiado y el agua líquida libre flotaba dañando los circuitos de las naves. La niebla aeropónica resolvió esto al suministrar a las raíces oxígeno atmosférico pleno, acelerando la producción de ATP celular y reduciendo el consumo de fertilizantes en un 60%.

#### Bitácora de Parámetros Bioquímicos de la Solución

| Fecha y Hora  | Lectura de pH (5.5–6.5) | EC (mS/cm) | Ciclo de Aspersión | Aspecto de las Raíces     | Acción Correctiva          |
|---------------|-------------------------|------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|
| 12 Oct, 09:00 | 6.4                     | 1.2        | 15s ON / 5m OFF    | Blancas y turgentes       | Se agregaron 2 mL pH Menos |
| 14 Oct, 09:00 | 6.0                     | 1.4        | 15s ON / 5m OFF    | Pelos radiculares sedosos | Nivel de nutrientes óptimo |
| 16 Oct, 09:00 | 5.9                     | 1.5        | 20s ON / 4m OFF    | Malla radicular densa     | Se agregó 1L de agua pura  |

**Hipótesis de Ingeniería:** ¿Cómo influye aumentar el tiempo de reposo de 5 a 15 minutos en el desarrollo de la zona radicular? Formula y justifica tu hipótesis con datos.

# Análisis de Cosecha y Rúbricas de Evaluación del Proyecto



Dra. Madsen y Sammy

**Jornada de Cosecha Final:** Los estudiantes pesan la biomasa fresca, calculan el rendimiento comestible y realizan una cata organoléptica de lechugas, albahaca y acelgas cultivadas en el laboratorio.

**"¡Al comparar el peso de la biomasa con los litros de agua invertidos, nuestros alumnos descubren el verdadero impacto de la agricultura sustentable!" — Dra. Grella y Dra. Madsen**



Cosecha de la Dra. Grella

## Rúbrica de Indagación Científica e Ingeniería K–8

| Criterio de Evaluación                   | 4 – Ejemplar                                                                                    | 3 – Competente                                                                          | 2 – En Desarrollo                                                                        | 1 – Inicial                                                                            |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Método Experimental Científico           | Formula hipótesis comprobables; aísla con exactitud las variables controladas y experimentales. | Identifica variables y controles; ejecuta el procedimiento experimental en orden.       | Presenta confusiones menores entre variables; registros de procedimiento incompletos.    | Ejecuta pasos mecánicamente sin justificar el diseño experimental ni las variables.    |
| Registro de Datos y Precisión Matemática | Bitácora métrica diaria sin faltas; calcula tasas de crecimiento y promedios correctamente.     | Registra medidas métricas continuas (mm/mL); calcula diferencias de volumen exactas.    | Registros intermitentes; omite unidades métricas o comete fallas de cálculo puntuales.   | Datos incompletos; incluye únicamente notas cualitativas sin mediciones cuantitativas. |
| Operación y Mantenimiento del Sistema    | Dominio pleno de calibración de pH/EC, manejo de sustratos y normas de bioseguridad.            | Monitorea la bomba de forma segura y registra los niveles de agua de manera fiable.     | Requiere recordatorios constantes para medir parámetros o limpiar los soportes de malla. | Manejo descuidado de las conexiones eléctricas o descuido de los niveles del tanque.   |
| Comprensión Lectora y Síntesis Crítica   | Vincula conceptos teóricos (transpiración, ATP, osmosis) con los resultados del cultivo.        | Responde con acierto las preguntas de comprensión basándose en la experiencia de campo. | Resume el texto informativo pero le cuesta relacionarlo con lo observado en la torre.    | Interacción mínima con las lecturas; conclusiones sin evidencia científica.            |

**Resumen de Calificación y Comentarios**  
 Puntaje Final: \_\_\_\_ / 16 Puntos | Nivel: [ ] Destacado [ ]  
 Aprobado  
 Firma del Docente: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**¡Actividad de Cierre: Ensalada Comunitaria!**  
 Laven las hojas recién cosechadas con agua potable fresca. Acompáñenlas con un aderezo saludable para celebrar el éxito científico del grupo escolar.