Curso Mediciones de hidráulica de plantas con el XylEm Plus y la bomba de Scholander

Conductividad hidráulica, potencial hídrico de hojas y curvas de vulnerabilidad

**Roman M. Link** y **Adrian Fröhlich**

Fecha del curso: Noviembre 27, 2017

# Horario

* **08:30** Presentación *El sistema hidráulico de plantas*
* **09:30** Pausa de café
* **10:00** Unidad *Conductividad y potencial hídrico*
  + Presentación *Introducción al uso del XylEm Plus y de la bomba de Scholander*
  + Práctica de laboratorio en grupos (usando muestras de ramas de *Eucalyptus sp.* de las plantaciones del TEC) :
    1. Mediciones de conductancia/conductividad hidráulica de ramas con el XylEm Plus
    2. Mediciones del potencial hídrico de hojas con la bomba de Scholander
* **12:30** Pausa de almuerzo
* **13:00** Unidad *Curvas de vulnerabilidad*
  + Presentación *El método de Bench Dehydration: el uso de XylEm y de la bomba de Scholan-der para obtener curvas de vulnerabilidad*
  + Práctica de laboratorio en grupos (usando muestras de ramas de *Eucalyptus sp.* de las plantaciones del TEC) :
    1. Preparación de muestras
    2. Mediciónes de porcientos de pérdida de conductancia (*percent loss of conductivity,* PLC) con el XylEm Plus
    3. Mediciones del potencial hídrico de hojas con la bomba de Scholander
  + Demonstración de la calculación de los párametros de la curva de vulnerabilidad con R
* Duración prevista del curso hasta **18:00** (dependiendo de la duración de las mediciones)

# Concepto

* **08:30** Presentación *El sistema hidráulico de plantas*
  + Importancia de transporte de agua en plantas:
    - Relaciones de agua de plantas: estudios de estrategías de plantas para estabilizar su balance de agua
    - Funciones de agua en plantas:
      * medio flúido del citoplasma: entorno para reacciones bioquímicas
      * transporte de nutrientes dissueltos de las raices hasta las hojas
      * fotosíntesis (6 CO2 + 6 H2O → C6H12O6 + 6O2)
    - ¿Son plantas ineficientes en su uso de agua?
      * 90% de agua perdida por transpiración por las hojas para poder absorbar CO2 (Kramer + Boyer 1995)
      * 1 g de material orgánico ← ca. 500 g de agua
      * → disponibilidad de agua: productividad
      * Productividad → crecimiento
    - Importancia adiciuonal: Falta de agua → mortalidad
  + Funcionamento del sistema hidráulico
    - fuerza impulsora del transporte de agua en plantas: VPD (explicación)
    - Teoría de cohesión y tensión (Dixon/Joly)
    - flujo sigue un gradiente de potenciales hídricos (gráfico)
    - componentes del potencial hídrico (ecuación, detalles Bernhard)
    - Transporte de agua a largas distancias: tres componentes (presión de raices, capilaridad y transpiración)
    - Conductividad hidráulica
      * ¿Si la productividad depende de la disponibilidad de agua, porque las plantas no simplemente maximizan la cantidad de agua que llega a las hojas?
        + Consequencia importante de modelo cohesión y tensión: agua bajo presión negativa → estado meta-estábil
        + Cuanto más grande el gradiente de potencial hídrico, tanto más alto el riesgo que la columna de agua se ruptura (detalles de Bernhard)
        + Sequía → embolías: formación de burbujas que impiden el flujo (gráficos de VLP)
    - ¿De qué depende la conductividad del xylem?
      * Estructura del xylem: red compleja de traqueidas (y vasos para angiospermos) interconectad@s
      * En vasos/traqueidas - Hagen-Poiseuille: proporcional a D⁴\*l
      * En transición de un vaso/una traqueida a otr@:   
        resistencia de flujo de punteaduras [areoladas] (y densidad de punteaduras)  
        (→ longitud de vasos)
      * → para optimizar eficiencia conductiva, una planta tiene que...
        + aumentar diámetro y longitud de vasos
        + aumentar densidad de punteaduras
        + bajar resistencia de flujo de las punteaduras (aumentar diámetro)
      * PERO: → para optimizar seguridad contra embolías, una planta tiene que...
        + bajar diámetro y longitud de vasos
        + bajar densidad de punteaduras
        + aumentar resistencia de flujo de las punteaduras (bajar diámetro)
      * → Stability-efficiency-tradeoff
      * Cada especie de planta posee una estrategía hidráulica propia que está definiendo su posición entre el espacio definido por seguridad y eficiencia
      * Hidráulica de plantas es la ciencia que está analizando estas estrategías para entender cuales son los beneficios de estrategías diferentes bajo diferentes condiciones ambientales, y como afectan su mortalidad en un clima cambiando
  + Los parámetros medidos de nosotros
    - Potencial hídrico: Estado de agua actual de las hojas (ultíma parte del camino del agua de las raizes antes de la transición por los estomas)
      * medido con bomba de Scholander (imágenes)
    - Conductividad: Capabilidad de abastecer las hojas con agua
      * medido con XylEm Plus o aparato de Sperry
    - Relación entre conductividad y potencial hídrico: Curva de vulnerabilidad
      * Informaciones centrales sobre la estrategía hidráulica de una planta:
      * Explica hasta que potencial hidráulico una planta está capaz de realizar fotosíntesis
      * parámetros de la curva: P50 y pendiente → ¿cuándo pierde 50% de la capacidad conductiva? ¿qué rápido está pasando la pérdida?
        + → información central para hacer predicciones de la adaptabilidad de una especies/un genotipo a un clima más caliente y seco
        + → puede ser un criterio muy relevante para el mejoramiento genético de árboles forestales o frutales
* **09:30** Pausa de café
* **10:00** Unidad *Conductividad y potencial hídrico*
  + Presentación *Introducción al uso del XylEm Plus y de la bomba de Scholander*
    - Explicación esquemática del funcionamiento (muchas imágenes)
    - XylEm: Primero solo mediciones de conductividad, diferencia conductancia/conductividad
    - Bomba de Scholander: Avisos de seguridad (gafas)
  + Práctica de laboratorio en grupos (usando muestras de ramas de *Eucalyptus sp.* de las plantaciones del TEC) :
    1. Mediciones de conductancia/conductividad hidráulica de ramas con el XylEm Plus
    2. Mediciones del potencial hídrico de hojas con la bomba de Scholander
* **12:30** Pausa de almuerzo
* **13:00** Unidad *Curvas de vulnerabilidad*
  + Presentación *El método de Bench Dehydration: el uso de XylEm y de la bomba de Scholan-der para obtener curvas de vulnerabilidad*
    - Explicación esquemática (muchas imágenes)
    - XylEm - diferencia a anterior: muestras mucho más cortas; se corta y conecta muestras bajo agua
    - Potenciales hídricos: Equilibración!
  + Práctica de laboratorio en grupos (usando muestras de ramas de *Eucalyptus sp.* de las plantaciones del TEC) :
    1. Preparación de muestras
    2. Mediciónes de porcientos de pérdida de conductancia (*percent loss of conductivity,* PLC) con el XylEm Plus
       - 2 por nivel de potencial hídrico
    3. Mediciones del potencial hídrico de hojas con la bomba de Scholander
       - 2-3 por nivel de potencial hídrico
  + Demonstración de la calculación de los párametros de la curva de vulnerabilidad con R
    - Script con datos existentes de Alemania (si cantidad de datos es suficiente para una curva, la calculamos con los datos nuevos)
* Duración prevista del curso hasta **18:00** (dependiendo de la duración de las mediciones)

# Cosas necesarias

* Bomba de Scholander
* Botella de aire presurada/nitrógeno con manorreductor de alta presión
* **Lupas (idealmente con fuente de luz)**
* Gafas protectoras
* Bomba de vacío (CIPA)
* Solución de medición (CIPA)
* Estantería
* **Proyector**
* Cinta marcadora para muestras
* Bolsas de plástico grandes para muestras (Walmart)
* Bolsas de plástico pequeñas para equilibración
* Papel de aluminio
* R script y datos de Alemania
* **Fuente de plástico grande para cortar muestras**
* Fuente de plástico pequeño para mediciones
* **Hojas de datos preparadas (con hoja de metadatos para explicar sistema)**