

Protocolo de Foliación



Objetivo General

Observar la foliación de las plantas y registrar los datos que serán utilizados por los científicos para validar los cálculos de los satélites en relación con el comienzo del crecimiento de las plantas.

Visión General

Los estudiantes vigilarán la apertura de yemas y el crecimiento de las hojas de los árboles, arbustos o hierbas que seleccionen. Estos deberán ser autóctonos y dominantes en su región.

Objetivos Didácticos

Los estudiantes aprenderán a:

- Observar cuando se abren las yemas al principio de la estación de crecimiento.
- Observar como las hojas maduran.
- Identificar especies autóctonas de árboles en su zona.
- Examinar las relaciones entre la apertura de yemas, crecimiento de las hojas, y factores climáticos.
- Predecir la época de eclosión de yemas para las estaciones venideras.
- Comparar el ritmo de crecimiento de las hojas en diferentes especies de plantas.
- Compartir los resultados del proyecto con otros centros GLOBE.
- Colaborar con otros centros GLOBE (en su mismo país o fuera de él).
- Compartir observaciones enviando los datos al archivo GLOBE.

Conceptos de Ciencia

Ciencias del Espacio y de la Tierra

El clima cambia día tras días y con el paso de las estaciones.

El sol es una fuente principal de energía en la superficie de la Tierra.

Ciencias de la Vida

Los organismos tienen necesidades básicas, y sólo pueden sobrevivir en aquellos entornos en los que las puedan satisfacer..

Las funciones de los organismos se relacionan con su entorno.

Los organismos cambian el entorno en el que viven..

La Tierra posee muchos y diferentes entornos, que mantienen diferentes clases de organismos.

Las plantas y los animales tienen ciclos vitales La energía para la vida proviene principalmente del sol. Los sistemas vivos necesitan un aporte constante de energía para mantener sus organizaciones físicas y químicas.

Habilidades de Investigación Científica

Calcular las especies de plantas dominantes.

Identificar las especies de plantas (nivel avanzado).

Observar el crecimiento de las hojas.

Realizar mediciones de las hojas.

Identificar preguntas pertinentes.

Diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas.

Usar las de matemáticas apropiadas para analizar datos.

Desarrollar descripciones y predicciones basadas en la evidencia.

Reconocer y analizar explicaciones alternativas.

Compartir procedimientos, descripciones, y predicciones.

Tiempo

Tiempo en el campo: 20 minutos excluyendo el tiempo del desplazamiento.

Nivel

Todos

Frecuencia

Al menos dos veces a la semana, comenzando dos semanas antes del principio de la foliación.

<p>Materiales y Herramientas</p> <p><i>Hoja de Datos de Foliación</i></p> <p><i>Guía de Campo de Foliación y / o Guía de Campo de Foliación de Árboles y Arbustos.</i></p> <p><i>Guía de Campo de Selección del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar de Árboles y Arbustos y / o Guía de Campo de Selección del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar de las Hierbas y Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar</i></p> <p>Regla milimetrada</p> <p>Cinta de marcar, 1 etiqueta por estudiante</p> <p>Lápiz o bolígrafo</p> <p>Claves dicotómicas y / o guías de especies locales.</p> <p>Brújula</p> <p>Cámara</p>	<p>Preparación</p> <p>Revisar las especies de plantas dominantes del sitio de estudio GLOBE del centro educativo.</p> <p>Requisitos Previos</p> <p>Conocimiento de especies de plantas comunes en el sitio.</p> <p><i>Actividad de Aprendizaje de Pruebas de la Foliación</i> (recomendada)</p> <p><i>Actividad de Aprendizaje de Vistazo Previo a la Apertura de Yemas</i> (recomendada)</p>
---	---

Selección del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar

Antes de elegir el sitio de foliación, es necesario tener en cuenta algunas cosas, al igual que con la selección del sitio de senescencia foliar.

1. El sitio de fenología de las plantas debe situarse en un lugar donde, tanto la foliación como la senescencia de plantas autóctonas, se deba a factores climáticos, tales como el aumento de temperatura o la precipitación. El riego y la fertilización alteran los ciclos de foliación y senescencia de las plantas, y los datos no serían representativos de la vegetación natural y de sus relaciones con el clima local. Los edificios absorben la radiación solar y protegen del viento. Por lo tanto evite los sitios cercanos a los edificios o donde se efectúe el riego o se fertilice. Cerca, en los protocolos de fenología, significa que las plantas se encuentren a una distancia de los edificios menor que la altura de esos edificios. Para determinar si la planta se encuentra demasiado cerca de un edificio, sitúese en la planta y observe la parte superior del edificio a través del clinómetro. Si el ángulo es mayor de 45°, es que está demasiado cerca.
2. Las especies no autóctonas, llamadas exóticas, tienen ciclos de foliación y de senescencia que pueden no relacionarse con el clima local. A menudo, esto sucede porque estas plantas no han evolucionado para sobrevivir en el clima local. Si no se está seguro de que plantas son autóctonas o han evolucionado para crecer en un clima similar al del sitio, pregunte al servicio de agricultura o de jardines, o al personal adecuado del instituto o la universidad local.
3. El sitio de foliación y senescencia debe ser accesible, para que los estudiantes puedan visitar el sitio al menos dos veces a la semana. Puede ser el mismo que el sitio de muestreo de cobertura terrestre o el sitio de estudio de la atmósfera. Asegurarse de establecer la localización del sitio mediante la latitud, la longitud y la altitud, según el *Protocolo GPS*.
4. Debido a que los resultados de las mediciones de foliación y senescencia pueden relacionarse con los datos de la temperatura y de la precipitación de la *Investigación de la Atmósfera*, y los datos de humedad y temperatura del suelo con los de *Investigación de Suelos*, es mejor escoger un sitio cercano a los sitios de estudio de atmósfera y de humedad del suelo. La topografía local puede causar la variación del tiempo, en distancias cortas. Esto es estrictamente cierto en

regiones costeras o montañosas. La distancia entre los sitios de fenología, atmósfera y humedad del suelo, debería ser menor de 2 kilómetros, y la de altitud menor de 100 metros, así se podrá ver si los datos de atmósfera se relacionan con los datos de foliación y senescencia. .

5. La foliación y la senescencia detectada por los satélites están influenciadas en gran medida por unas pocas especies de plantas de gran altura. Estas serán las especies con el mayor dosel de cobertura. Si se utiliza un sitio de muestreo de cobertura terrestre, ya se conocerán las especies dominantes. Si se utiliza un sitio diferente, que sea el que tenga las especies de árboles más grandes, y que sean dominantes en tu región. Estas plantas de gran altura pueden ser coníferas, árboles de hoja ancha, arbustos de hoja ancha, o hierbas. Para las mediciones de fenología se debería escoger una planta caducifolia, y así, si las plantas dominantes son coníferas siempre verdes, utilizar los arbustos de hoja ancha de baja altura como las plantas de foliación. Por ejemplo, si el sitio de estudio es un 90 por ciento de pino blanco (una conífera) y un 10 por ciento de arce de azúcar (un árbol de hoja ancha) utilizar los árboles de arce como las plantas de estudio.

6. Científicamente, es más útil si la rama de árbol o de arbusto utilizada para el *Protocolo de Foliación* es la misma que para el *Protocolo de Senescencia Foliar*. Sin embargo, se pueden realizar las mediciones de la foliación o de la senescencia, con diferentes ramas, o incluso en diferentes sitios, si es necesario, para que se ajusten a las necesidades educativas. Si se utilizan diferentes sitios, es necesario crear una definición de sitio para cada uno.

7. Puesto que una variación en la estación de crecimiento de las plantas, puede deberse a cambios del clima, los estudiantes tratarán de utilizar el mismo sitio, la misma especie de planta, y la misma parte de la planta, sistemáticamente, año tras año.

Selección del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar de Árboles y Arbustos

Guía de Campo

Actividad

Definir el sitio para las mediciones de foliación y de senescencia foliar de árboles y arbustos.

Qué se Necesita

- Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar
- Claves dicotómica y / o guías de especies locales.
- Hoja de Datos GPS
- Receptor GPS
- Guía de Campo del Protocolo GPS
- Brújula
- Cinta de marcar, u otros identificativos permanentes.
- Lápiz o bolígrafo

En el Campo

1. Completar la parte superior de la *Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar*.
2. Elegir un árbol o un arbusto, que estando entre las especies autóctonas dominantes de su área, sea caducifolio y de fácil acceso.
3. Seleccionar una rama relativamente grande y en buen estado, de la parte sur de la planta, si ésta se encuentra en el hemisferio Norte, y de la parte norte de la planta, si se encuentra en el hemisferio Sur. Utilizar una brújula o un receptor GPS para establecer la dirección. Si se escoge una rama de la parte baja, debería estar situada en los bordes del árbol o del arbusto, ya que las ramas interiores pueden experimentar un microclima diferente, debido a la sombra.
4. Identificar el género y la especie, utilizando guías de campo o la ayuda de un especialista en plantas. Registrar el género y la especie en la *hoja de definición del sitio de foliación y senectud foliar*.
5. Marcar la rama con una cinta adhesiva o algún otro distintivo permanente. Identificar la marca con un único número y el nombre, o el nombre del grupo, nombre del centro y la clase.
6. Tomar medidas con el GPS siguiendo el *Protocolo GPS*.

Selección del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar de las Hierbas

Guía de Campo

Actividad

Definir el sitio para las mediciones de foliación y senescencia foliar de las hierbas.

Qué se Necesita

- Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar
- Hoja de Datos GPS
- Guía de Campo del Protocolo de GPS
- Receptor GPS
- Lápiz o papel
- Clavos, estacas u otros identificativos permanentes
- Vara milimetrada o cinta métrica
- Claves dicotómicas y / o guías de especies locales

En el Campo

1. Completar la parte superior de la *Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar*.
2. Identificar el género utilizando guías de campo, o con la ayuda de especialistas en plantas. Registrar el género en la *Hoja de Definición del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar*. Seleccionar un área de un metro cuadrado que esté cubierto de plantas de tipo hierba. Marcar esta área con clavos o estacas u otros identificativos permanentes.
4. Tomar medidas con el GPS siguiendo el *Protocolo GPS*.

Apoyo al Profesorado

Preparación Previa

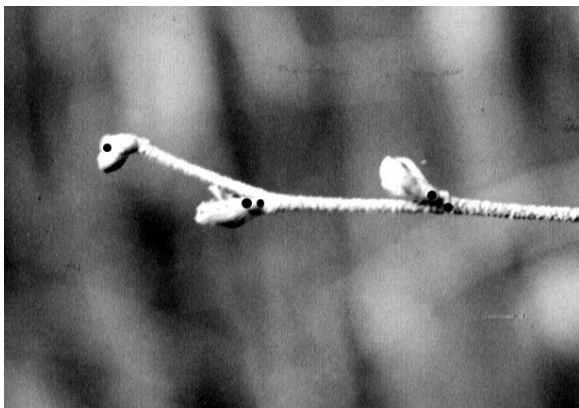
Los estudiantes deberán completar las actividades de aprendizaje de *pruebas de la foliación y observación preliminar de la apertura de las yemas* antes de la apertura de yemas y de la foliación.

Comprobar con las fuentes locales, las fechas medias de la foliación para ayudar a establecer el comienzo de las observaciones. En las áreas donde la nieve es muy habitual, las observaciones deberán empezar inmediatamente después de que la nieve se funda. En cada visita, en la que no se haya observado ninguna foliación, los estudiantes deberán rellenar la fecha de las observaciones en la *sección de pre-foliación* de la *Hoja de Datos de la Foliación*.

Frecuencia de las Observaciones

Lo ideal, sería que cada estudiante visitara sus plantas al menos dos veces a la semana, para comprobar el comienzo de la foliación, y continuar con la observación hasta el total desarrollo de las hojas. Para árboles y arbustos, el comienzo de la foliación ocurre cuando una de las cuatro muestras de yemas (seleccionadas para la observación), se hincha y se puede ver que están brotando diminutas hojas verdes en la yema. A algunas yemas de la rama puede que no le broten hojas el mismo día. En el caso de las hierbas, el comienzo de la foliación, ocurre cuando se observa por primera vez cualquier brote de hierba verde. Véase la actividad de aprendizaje de *Pruebas de Foliación* en la que se pueden observar imágenes del primer brote de hierba

Figura EA-PF-1: Ejemplos de Yemas marcadas con Indicativos Permanentes



En la mayor parte de los lugares del mundo, hay sólo un ciclo de foliación y senescencia. Sin embargo, existen sitios donde se repiten estaciones de sequía y de humedad en un sólo año, dando lugar a varios ciclos de

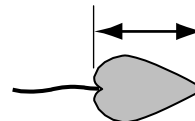
foliación y de senescencia. A causa de esta posibilidad, se pide que se informe del ciclo que se está observando. Si hay sólo un ciclo, el informe será de foliación de un ciclo. El comienzo de la primera foliación después del 1 de enero se considera foliación de un ciclo.

Algunas veces la foliación puede durar hasta pasado el curso escolar. Para ser útil científicamente, las mediciones se deberían realizar hasta que la hoja alcance su madurez. El conseguir la ayuda de los padres u otros miembros de la comunidad, puede animar a que los estudiantes continúen realizando las mediciones después de que se haya acabado el curso escolar.

Procedimiento para Tomar Medidas

Para las observaciones de foliación, es importante medir la longitud de la hoja desde la base hasta su extremo, sin incluir el peciolo como parte de esa medida.

Figura EA-PF-2: Medida de la Longitud de la Hoja



Hay dos *Hojas de Datos* para la foliación; una para las hierbas, otra para árboles y arbustos. Por cada hoja de árbol y arbusto, existen categorías de estado de la hoja, desde la de letargo a la de madurez. Los estudiantes informarán de uno de estos estados en cada observación.

Escribir: “latente” si la yema no cambia y se encuentra todavía en letargo durante las estaciones secas o frías.

Escribir “Creciendo” si la yema se está haciendo más grande. Informar “apertura de yemas”, cuando se abre y se pueden ver puntas de hojas verdes. Después de la apertura, los estudiantes medirán la longitud de cada hoja en milímetros, y emitirán su informe.

Informar “pérdida” si la hoja se seca por alguna razón.

Para la hierba, aquí están las opciones para el estado de la hoja. Informar “sin brotes”, antes de que se puedan ver alguna hoja de hierba.

Medir la longitud en milímetros después de aparecer los brotes.

Informar “pérdida”, si algo les ocurre a las hojas identificadas.

La siguiente página muestra ejemplos de la *Hoja de Datos de Foliación de Árboles y Arbustos* y *Hoja de Datos de Foliación de Hierbas* ya completadas, que se pueden mostrar a los estudiantes.

Preguntas para Investigaciones Posteriores

¿Hay alguna relación entre la temperatura del aire y las fechas de la apertura de las yemas, que alguno de los centros GLOBE de su región haya observado e informado?

¿Cómo afecta la foliación de las plantas al agua del suelo?

¿Qué otros animales (mariposas, aves acuáticas, pájaros) llegan después de la foliación de las plantas? ¿Cuándo? ¿Por qué?

A una mayor altitud ¿la foliación se adelanta o se atrasa en su región? ¿Por qué?

En su región, aparece la foliación ¿más pronto o más tarde en el interior, o cerca de la costa? ¿Por qué?

Ejemplo de Hojas de Datos Completadas

Foliación de Árboles y Arbustos

Fecha (día y mes)	Hoja 1 (latente, hinchado, apertura , longitud (mm), pérdida)	Hoja 2 (latente, hinchado, apertura, longitud (mm), pérdida)	Hoja 3 (latente, hinchado, apertura , longitud (mm), pérdida)	Hoja 4 (latente, hinchado, apertura , longitud (mm), pérdida)	Informado a GLOBE
3 Marzo	latente	latente	Latente	latente	<input type="checkbox"/>
6 Marzo	latente	latente	Latente	latente	<input type="checkbox"/>
11 Marzo	hinchado	hinchado	hinchado	hinchado	<input type="checkbox"/>
14 Marzo	apertura	apertura	hinchado	hinchado	<input type="checkbox"/>
18 Marzo	2	4	apertura	apertura	<input type="checkbox"/>
22 Marzo	6	10	5	6	<input type="checkbox"/>
25 Marzo	12	15	10	12	<input type="checkbox"/>
29 Marzo	20	22	18	19	<input type="checkbox"/>
2 Abril	30	32	25	28	<input type="checkbox"/>
5 Abril	38	pérdida	36	38	<input type="checkbox"/>
8 Abril	45		42	44	<input type="checkbox"/>
11 Abril	45		44	44	<input type="checkbox"/>
14 Abril	45		44	44	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Foliación de la Hierba

Fecha (día y mes)	Hoja 1 (sin brotes, longitud (mm), o pérdida)	Hoja 2 (sin brotes, longitud (mm), o pérdida)	Hoja 3 (sin brotes, longitud (mm), o pérdida)	Hoja 4 (sin brotes, longitud (mm), o pérdida)	Informado a GLOBE
10 Abril	sin brote	sin brote	sin brote	sin brote	<input type="checkbox"/>
13 Abril	2	3	sin brote	sin brote	<input type="checkbox"/>
17 Abril	8	10	5	6	<input type="checkbox"/>
20 Abril	18	20	15	18	<input type="checkbox"/>
24 Abril	29	27	pérdida	30	<input type="checkbox"/>
27 Abril	36	35		40	<input type="checkbox"/>
1 Mayo	48	50		55	<input type="checkbox"/>
4 Mayo	58	50		55	<input type="checkbox"/>
8 Mayo	58	50		55	<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>
					<input type="checkbox"/>

Protocolo de Foliación de Árboles y Arbustos

Guía de Campo

Actividad

Observar y registrar la foliación en árboles y arbustos.

Qué se Necesita

Únicamente en la primera visita

- Hoja de datos de foliación
- Marcadores permanentes de punta fina
- Lápiz o bolígrafo
- Cámara
- Regla milimetrada
- Brújula

Visitas posteriores

- Hoja de Datos de Foliación
- Regla milimetrada
- Lápiz o bolígrafo

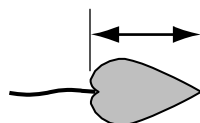
En el Campo

Solo en la primera visita/ para empezar

1. Completar la parte superior de la hoja de datos.
2. En el árbol o arbusto seleccionado, localizar las yemas en el extremo de las ramas. Identificar esta yema con un punto en la rama que contiene la yema.
3. Localizar las otras tres yemas cercanas a la primera. Identificar las yemas con dos, tres o cuatro puntos, situados cerca de ellas.
4. Tomar una fotografía desde el centro del sitio mirando hacia las cuatro direcciones, Norte, Sur, Este y Oeste.

En cada visita posterior

1. Examinar cada yema.
 - Registrar “latente” si no ha cambiado nada.
 - Registrar “hinchado” si la yema empieza a crecer.
 - Registrar “apertura” el primer día que puedan ver puntas de hojas verdas.
 - Registrar “pérdida” si le ocurre algo a las yema y no se puede continuar con la observación.
2. Después de cada eclosión, utilizar una regla para medir la longitud de la hoja u hojas, sin incluir el peciolo de la hoja en la medida



3. Medir las hojas hasta que su tamaño deje de aumentar. Hojas diferentes pueden detener su crecimiento en fechas distintas.

Protocolo de Foliación de la Hierba

Guía de Campo

Actividad

Observar y registrar la foliación de las plantas en la hierba..

Qué se Necesita

Únicamente en la primera visita

- Hoja de Datos de Foliación
- Regla milimetrada
- Lápiz o bolígrafo
- Cámara
- Marcador permanente de punta fina
- Brújula

En cada visita posterior

- Hoja de Datos de Foliación
- Regla milimetrada
- Lápiz o bolígrafo
- Marcador permanente de punta fina
(se marcaron hasta cuatro nuevos brotes)

En el Campo

Solo en la primera visita/ Para empezar

1. Completar la parte superior de la *Hoja de Datos*.
2. Antes de que surjan nuevos brotes de hierba, tomar fotografías en las cuatro direcciones, Norte, Sur, Este y Oeste.

En cada visita posterior

1. Buscar nuevos brotes de hierba verde.
2. Marcar la base del primer brote con un solo punto.
3. Marcar el segundo con dos, el tercero con tres, el cuarto con cuatro puntos.
4. Utilizar la regla para medir la longitud de los brotes con un margen de error de un milímetro
5. Medir las hojas hasta que el tamaño deje de aumentar.



Preguntas Frecuentes

1. ¿Causará daño el marcador en la yema?

No marque en la misma yema. Marque la rama que la sostiene, así la planta no sufrirá daño.

2. ¿Qué significa una rama relativamente larga?

Use su propio juicio. Cada rama debería estar en buen estado y ser relativamente larga con respecto a otras ramas del árbol o del arbusto. La rama debe estar al año siguiente. Tener cuidado para no dañar la rama durante la identificación y la toma de medidas.

3. ¿Y si se rompe una rama durante el estudio? Continuar con las observaciones uniéndose a otro grupo de estudiantes y observando sus ramas.

4. ¿Comenzarán las yemas a hincharse todas a la vez? No. Algunas yemas de la rama pueden que no empiecen a abrirse en la misma fecha que otras.

5. ¿Debería observar las mismas yemas año tras año?

Debería observar las mismas ramas, que tendrán habitualmente nuevas yemas cada año.

6. ¿Y si son los árboles con hojas aciculares la vegetación dominante?

Habitualmente existen arbustos caducifolios de baja altura que se pueden utilizar para este protocolo. Por ejemplo, Bayas de la Nieve junto al Abeto de Douglas, el Roble Blanco de las Rocosas junto al Pino Ponderosa. Habitualmente estas plantas caducifolias son las que los satélites detectan cuando comienza la foliación. La foliación de coníferas es un proceso más delicado y no se observa con facilidad.

7. ¿Y si surgen de una yema varias hojas después de su apertura?

Elegir una hoja y marcarla con el identificativo permanente. Tomar medidas de la hoja.

8. ¿Cómo identifico los brotes de hierba si todas surgen el mismo día?

Marca la base de los cuatro brotes más largos que aparezcan

9. ¿Qué se hace si en el primer día, veo más de cuatro brotes ¿Cómo selecciono los que debo estudiar?

Marcar la base de los cuatro brotes más largos que aparezcan.

10. ¿Cuanto tiempo tarda una hoja en alcanzar la madurez?

Depende. En Alaska tarda una semana con 18 horas de luz solar durante la foliación. En otros lugares pueden tardar un mes o más.

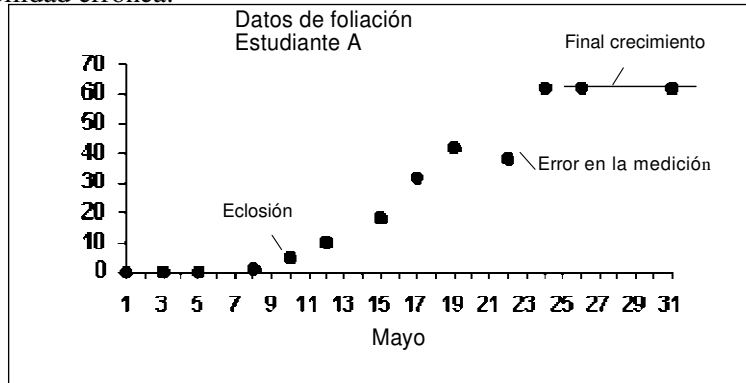
11. ¿Y si hay raíces brotes de hierba el primer día cuando voy a tomar fotografías del sitio?

Marcar la base de los cuatro brotes más largos de hierba que aparezcan en ese día

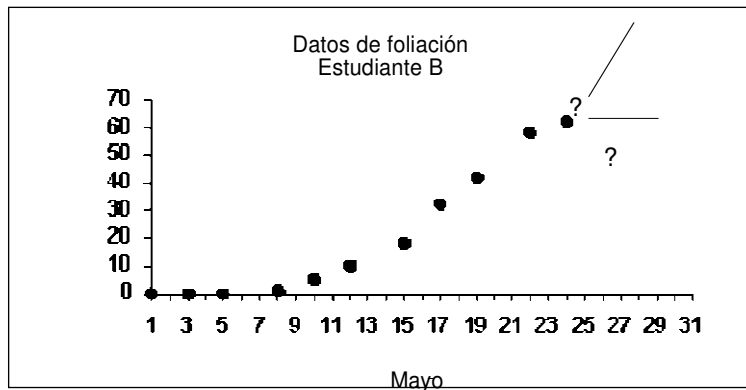
Fenología de las Plantas: Foliación – Observando los Datos

¿Son Razonables los Datos?

El primer paso al observar los datos de la fenología de las plantas es comprobar si éstos son razonables y tienen sentido. ¿Es la longitud de la hoja siempre igual o más grande en la foliación que en las medidas previas? Observando el gráfico de datos de foliación, de la Figura 1, es fácil comprobarlo. Observar en la figura que la hoja en el día 22 de mayo mide menos que el día 19 del mismo mes. Una de las dos medidas es con toda probabilidad errónea.

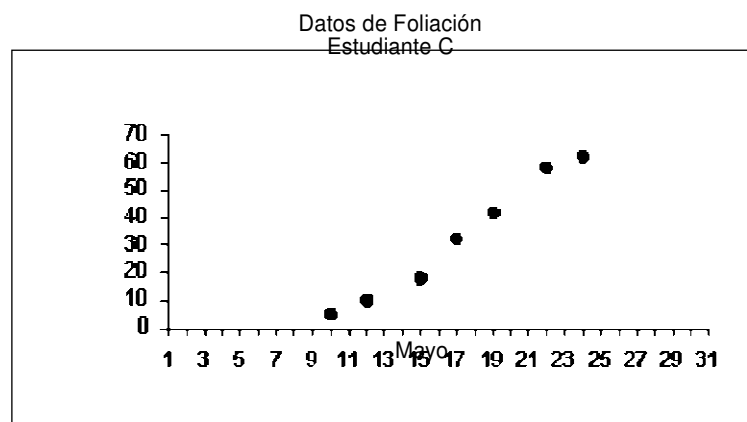


Otro problema potencial se muestra con los datos del estudiante B en la siguiente Figura.



Observar que no hay suficientes mediciones que muestren que el crecimiento de las hojas se ha detenido. ¿Ha alcanzado el crecimiento el 100 % el 24 de Mayo, o continuará durante semanas? Es imposible saberlo a menos que haya 3 medidas que prueben que el crecimiento de la hoja ha alcanzado una medida constante.

Los datos del estudiante C muestran 2 problemas: 1) Es imposible calcular cuando ha ocurrido la apertura porque el alumno no registró datos durante al menos 3 fechas antes de la apertura .. 2) Es imposible calcular el porcentaje de crecimiento de la hoja por los datos, ya que no hay por lo menos 3 mediciones que muestren que el crecimiento se ha detenido al final de Mayo.



¿Qué buscan los científicos en los datos?

Los científicos están muy interesados en la aparición de las hojas en primavera y en la rapidez con que se desarrollan. La época y el ritmo de los cambios de las hojas en otoño, como el cambio del color y la caída de la hoja, son importantes también. Puede parecer extraño que acontecimientos tan comunes y fáciles de observar, sean tan importantes para las Ciencias del Sistema Tierra, pero lo son.

Por ejemplo, muchos científicos utilizan datos de un sensor de la NASA, el Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS), para supervisar las dinámicas estacionales de las hojas. Los datos reunidos por los estudiantes GLOBE de La foliación/ senescencia foliar, utilizando métodos sistemáticos en todo el mundo, componen una de las mejores herramientas con las que se verifican la exactitud de las imágenes de los satélites.

Los modelos computarizados son una de las herramientas principales de investigación, utilizadas por los científicos para predecir el clima futuro del planeta. La actividad de la vegetación estacional es un componente importante de esta investigación. Muchos modelos contienen programas que sirven para pronosticar el desarrollo de las hojas de las plantas. Sin datos con los que comparar estos modelos, no podemos creer en las predicciones de los modelos. Por medio de los datos de foliación y senescencia foliar de GLOBE para ayudar a desarrollar estos modelos, los científicos podrán pronosticar mejor nuestro clima futuro.

Algunas aplicaciones de los datos GLOBE pueden ser muy específicas, en particular cuando la fenología de las plantas se relaciona con otros eventos. Muchas plagas de plantas como las polillas, aparecen durante el desarrollo de ciertas etapas de las hojas. Relacionando los datos de foliación GLOBE con la aparición de las polillas, los científicos trabajan en la elaboración de mejores tratamientos para combatir las plagas. Resumiendo, participando en los *Protocolos de Foliación y Senescencia Foliar GLOBE*, ustedes ayudarán a reunir datos que los científicos pueden utilizar en muchos campos de la Ciencias del Sistema Tierra, ¡y a veces de una forma imprevisible!

Ejemplos de Investigaciones de los Estudiantes.

En clase de ciencias, el profesor presenta el tema de la fenología. Ningún alumno había escuchado la palabra “fenología”, y no conocían su significado; así que explica lo que es la fenología y pide a los estudiantes que le den ejemplos del cambio estacional. El curso escolar comenzó hace poco más de un mes, y la clase discutió

algunas observaciones acerca del otoño. Un estudiante comentó que la temperatura del aire era más fría, por lo que usaban jerseys y chaquetas más gruesas, para mantener el calor. Otro comentó que cuando volvían a casa después de la escuela, ya se estaba haciendo de noche. Algún otro observó que las hojas de los árboles estaban cambiando su color, y que algunos árboles estaban rojos y otros amarillos o marrones. También mencionaron que muchos agricultores locales habían instalado puestos en los que vendían frutas y verduras.

Como trabajo, el profesor les pidió que pensarán en más ejemplos. Les animó a que preguntaran más ejemplos a sus padres, abuelos y otros individuos de su comunidad.

Cuando los alumnos ya comprendían el concepto de fenología, con ejemplos específicos de su entorno, el profesor les presentó el *Protocolo de Foliación GLOBE*, y les comentó que la próxima primavera lo realizarían. Les dió instrucciones para diseñar uno o más proyectos de investigación para la primavera siguiente, y les animó a que visitaran el sitio Web de GLOBE para que examinaran los datos de los estudiantes, y así tener algunas ideas.

En cierto modo, los estudiantes se familiarizaron con los mapas y gráficos GLOBE, y observaron que los sitios estaban definidos para todos los datos recogidos por los estudiantes. De esta forma, quisieron comprobar si había algunos mapas o gráficos específicos para los sitios de fenología. Después de pulsar en *Mapas y Gráficos* de la barra de navegación, y en *Sitios GLOBE*, continuaron en *Visualización del Sitio de Foliación y Senescencia Foliar*. Esta nueva página enumeraba sitios de fenología, organizados por países. ¡Los centros GLOBE de muchos países reúnen datos de foliación y senescencia foliar! Navegaron por la lista de países y centros y decidieron observar el Instituto de Secundaria de Estudios Técnicos de la Prefectura de Higashiumiyoshi de Osaka, en Japón. Los estudiantes de este centro tienen 9 sitios de fenología con multitud de datos en cada uno de ellos.

Después de que ingresaron a ver la data de un sitio de fenología, se mostró un gráfico y una tabla de ese lugar. Una vez observados los datos de cada sitio, descubrieron que los estudiantes de este centro de Osaka, observaban la foliación y la senescencia foliar de tres especies diferentes de árboles – *Liquidambar styraciflua*, *Cornus florida*, y *Acer palmatum*.

Estaban interesados en ver si había patrones o diferencias en los datos de la foliación en las diferentes especies. Los gráficos de las especies diferentes de árboles se muestran en las Figuras EA-PF-3, EA-PF-4 y EA-PF-5. La Figura EA-PF-3 muestra datos de *Liquidambar styraciflua* en el sitio 1 (GRN-01); la Figura EA-PF-4 muestra los datos de *Cornus florida* en el sitio 2 (GRN-02); La Figura EA-PF-5 muestra datos de *Acer palmatum* en el sitio (GRN-03). Observando los gráficos, los estudiantes hicieron varias puntualizaciones:

1. La apertura de las hojas de las tres especies ocurrió aproximadamente al mismo tiempo.
2. Las yemas del árbol de la especie *Liquidambar styraciflua*, en el sitio GRN-01, se hincharon durante más tiempo (Figure EA-PF-3).
3. El tamaño final de las hojas del *Liquidambar styraciflua* (Figura EA-PF-3) y las del *Acer palmatum* (Figura EA-PF-5) fue más o menos el mismo, pero el tamaño máximo de la hoja del *Cornus florida* (Figura EA-PF-4) fue mucho mayor (casi dos veces más que las otras especies).
4. *Liquidambar styraciflua* y *Acer palmatum* alcanzaron el tamaño máximo antes que el *Cornus florida*.
5. Una de las hojas del *Liquidambar styraciflua* se cayó en el sitio 1. Esto despertó su curiosidad, y quisieron saber si hubo algún comentario que explicara el por qué se cayó la hoja. Buscaron en la sección de comentarios de la tabla de datos, y lamentablemente, no había ninguno.

Decidieron descargar los datos del archivo GLOBE, y trasladar los datos a un programa de hoja de cálculo. Para llevar esto a cabo, observaron la tabla de datos de cada sitio y siguieron las instrucciones para descargar los datos como un archivo de texto. Consiguieron tres archivos, uno por cada sitio. (GRN-01, GRN-02, y GRN-03).

A continuación, los estudiantes siguieron las instrucciones para abrir un archivo de texto para el programa de hoja de cálculo. Cuando abrieron los datos, siguieron las instrucciones para que las columnas de las fechas fueran reconocidas como tales (año, meses, días) y no como cifras de números. La columna LI (ID de la Hoja tiene 4 valores (1,2, 3, y4) – un número por cada hoja medida. Cuando observaron los datos en

la hoja de cálculo, los datos estaban ordenados por fechas. Querían crear gráficos para cada hoja, como los que mostraban en el sitio Web de GLOBE (véase las Figuras EA-PF-3, EA-PF-4, y EA-PF-5). Así que utilizaron la hoja de cálculo como herramienta para ordenar las columnas de datos por la identificación de las hojas. Esto les permitió realizar un gráfico de cada hoja más fácilmente.

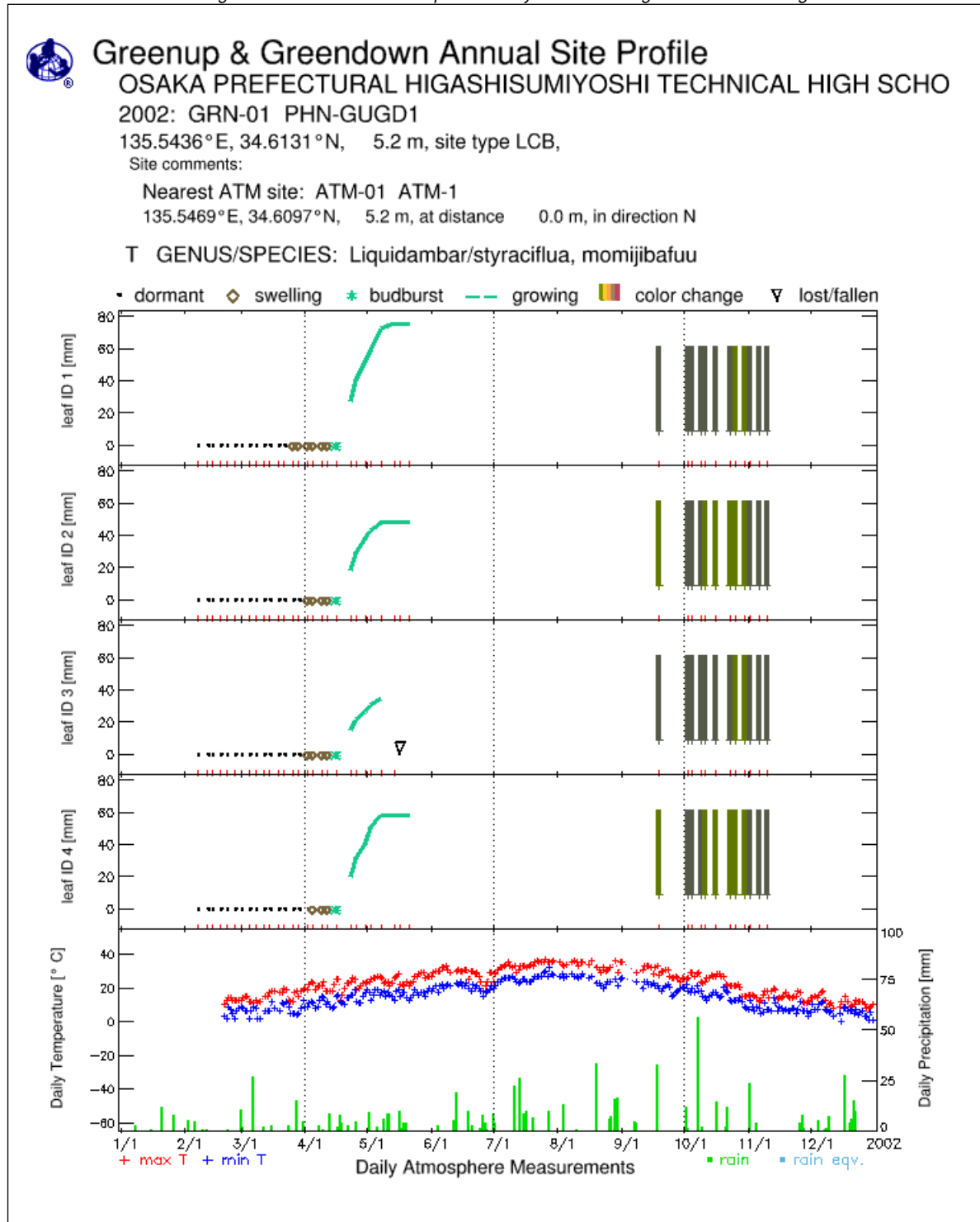
Organizaron los datos de cada sitio (GRN-01, GRN-02, y GRN-03) por la identificación de las hojas. Un estudiante sugirió que observaran los datos de la foliación de cada especie sobre el mismo gráfico. Esto fue fácil, ya que los datos estaban clasificados según las hojas. Crearon una nueva hoja de cálculo con los datos de cada sitio. Para hacer esto, copiaron y pegaron los datos del archivo original. Los datos de los tres sitios se muestran en la Tabla EA-PF-1.

Luego crearon un gráfico con los datos comparativos del tamaño de las hojas de las tres especies, como se muestra en la Figura EA-PF-6. Para cada especie, trazaron el gráfico de una de cuatro hojas para ver la comparación de datos. Fue interesante ver los datos en el mismo gráfico y con más detalle que en el sitio Web de GLOBE. Desde este sitio, parecía como si las tres especies hubieran tenido la eclosión casi al mismo tiempo, pero el gráfico muestra que la apertura de *Liquidambar styraciflua* ocurrió más tarde. También se dieron cuenta que las hojas crecieron casi al mismo ritmo. En otras palabras, después de que se abrieran las yemas, el número de hojas que se desarrollaron cada semana era aproximadamente el mismo. Sin embargo, puesto que el tamaño final del *Cornus florida* es mayor, sus hojas tardaron más tiempo en alcanzar la madurez.

Estaban entusiasmados por este descubrimiento. ¿es normal que en el mismo lugar, crezcan las hojas de plantas diferentes de la misma forma? Decidieron que era una buena pregunta para investigación de la primavera siguiente. Buscaron tres especies autóctonas de árboles en la zona, y seleccionaron tres como en la escuela de Japon, y compararon como crecían las hojas. Pronosticaron que las especies con las hojas de mayor tamaño, tardarían más tiempo en alcanzar su madurez. Además, querían observar otros datos de centros GLOBE y ver la rapidez a la que crecen las hojas en primavera en climas diferentes. ¿la duración de la estación de desarrollo afecta a la rapidez con que las hojas crecen? Después de examinar el archivo GLOBE, pueden tener otras preguntas de investigación para la próxima primavera.

Figura EA-PF-3 (DATOS DEL PERFIL DEL SITIO DE FOLIACIÓN Y SENESCENCIA FOLIAR)

Dormant = latente Swelling = inflamado Budburst = apertura de yemas Growing= Desarrollo Change= cambio fallen= caída



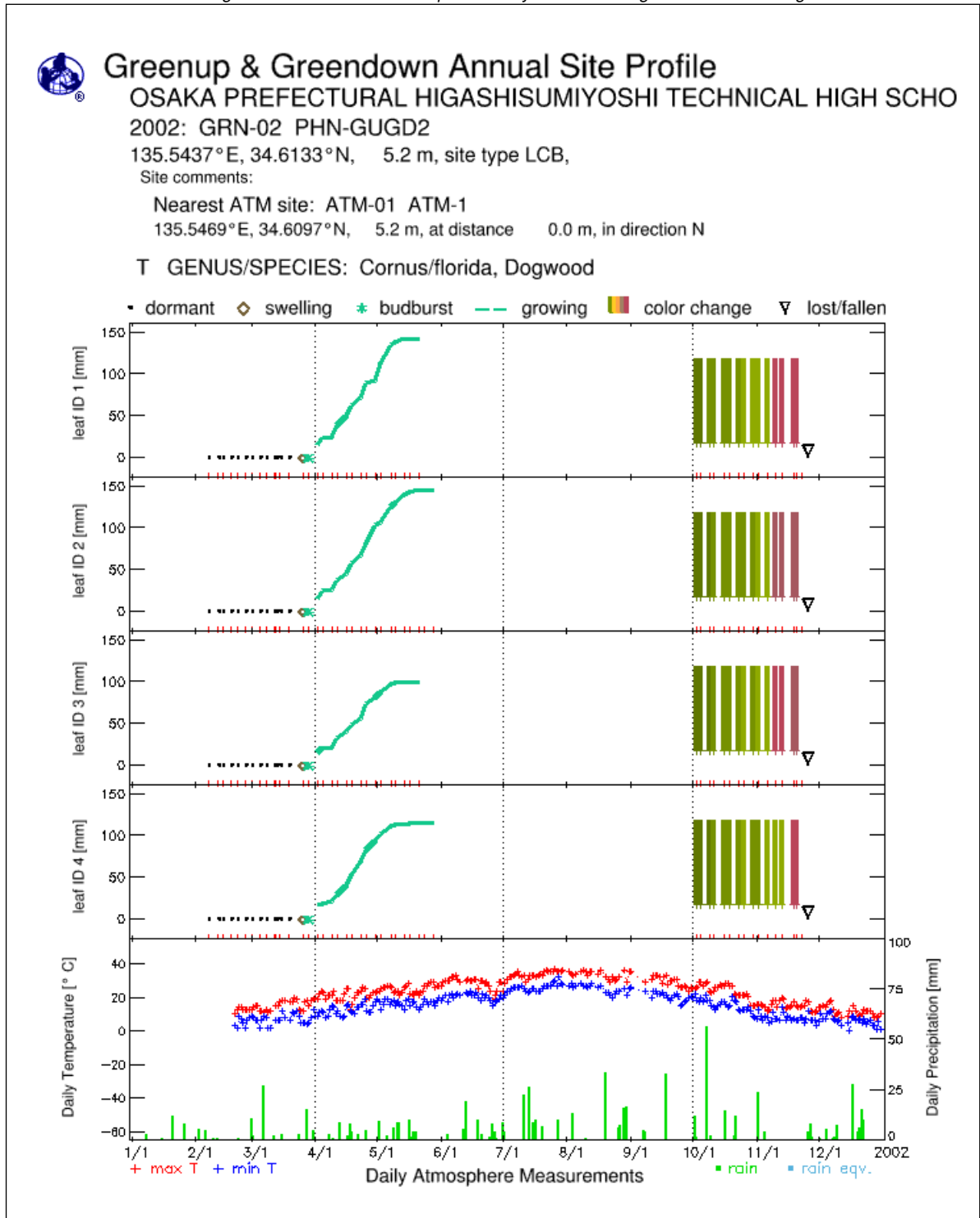
DAILY TEMPERATURE: TEMPERATURA DIARIA

LEAF: HOJA

DAILY ATMOSPHERE MEASUREMENTS: MEDICIONES DIARIAS DE ATMÓSFERA

Figura EA-PF-4 (DATOS DEL PERFIL DEL SITIO DE FOLIACIÓN Y SENECTUD FOLIAR)

Dormant = latente Swelling = inflamado Budburst = apertura de yemas Growing= Desarrollo Change= cambio fallen= caída



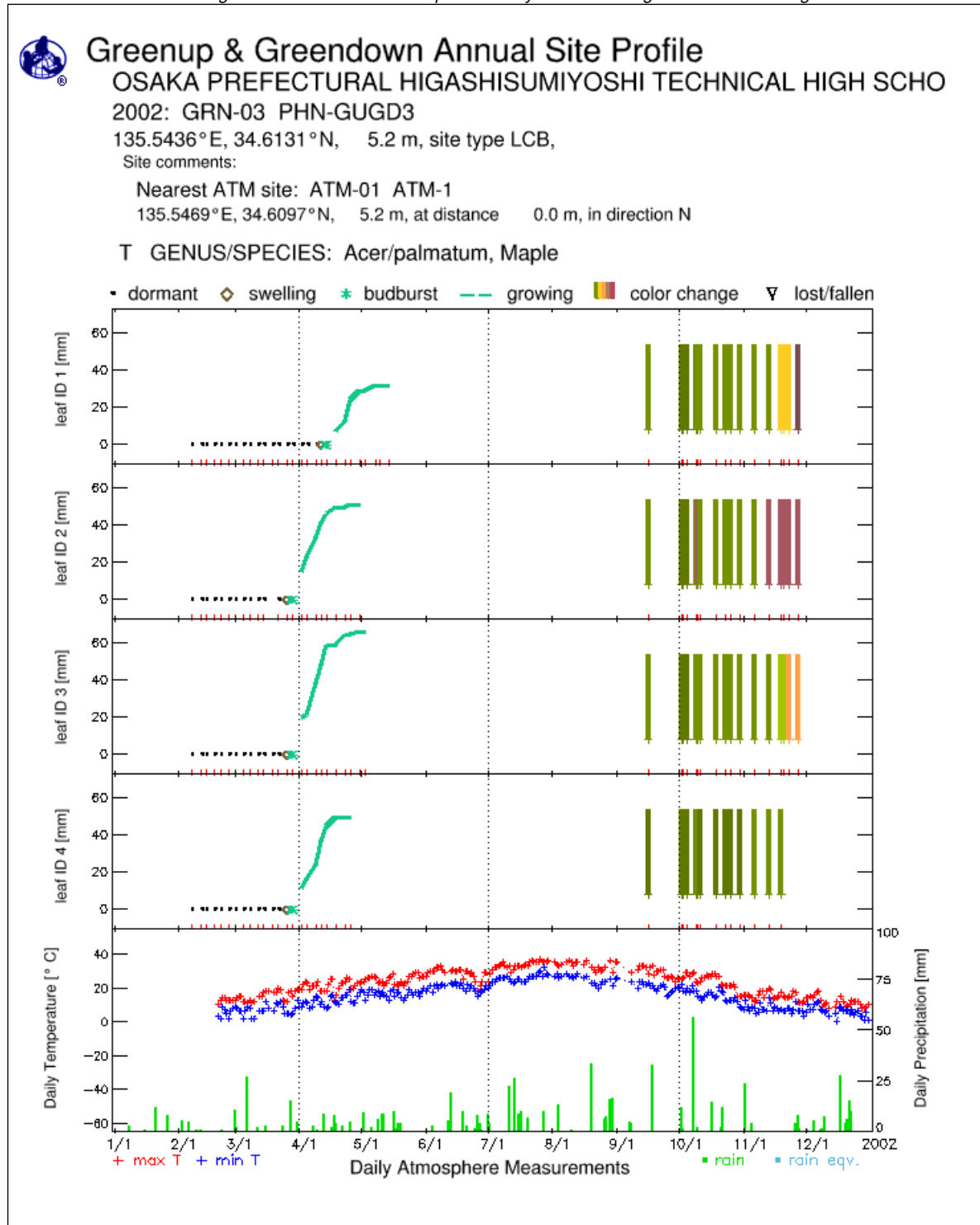
DAILY TEMPERATURE: TEMPERATURA DIARIA

LEAF: HOJA

DAILY ATMOSPHERE MEASUREMENTS: MEDICIONES DIARIAS DE ATMÓSFERA

Figura EA-PF-5 (DATOS DEL PERFIL DEL SITIO DE FOLIACIÓN Y SENECTUD FOLIAR)

Dormant = latente Swelling = inflamado Budburst = apertura de yemas Growing= Desarrollo Change= cambio fallen= caída



DAILY TEMPERATURE: TEMPERATURA DIARIA

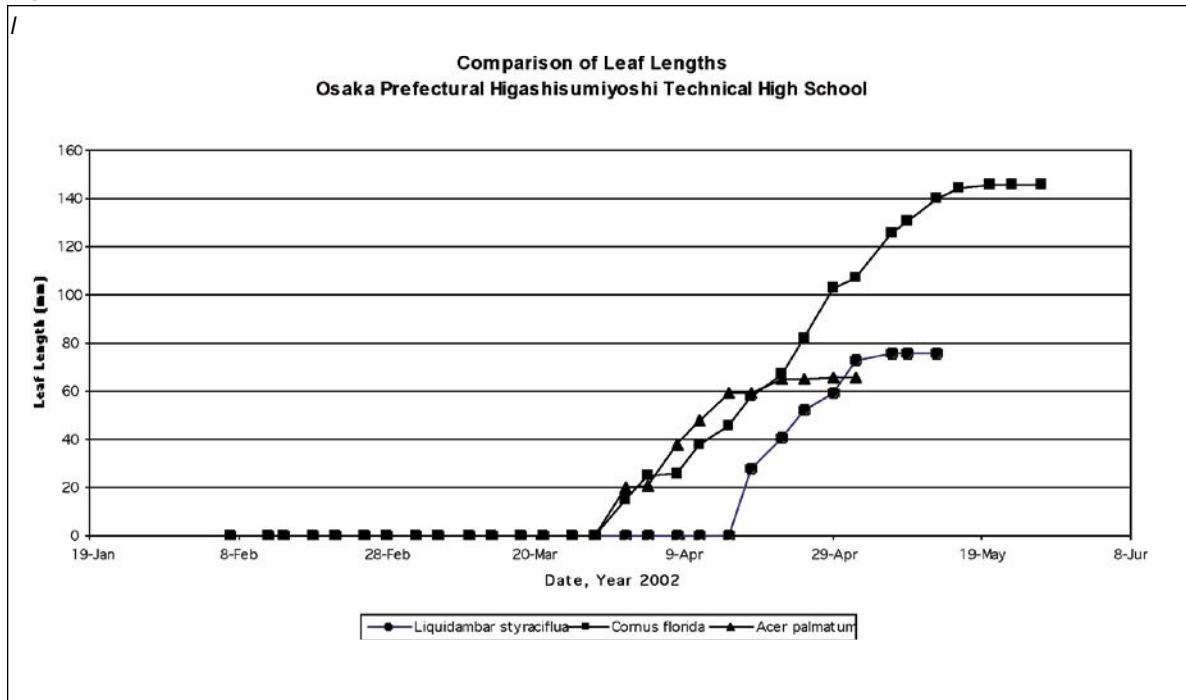
LEAF: HOJA

DAILY ATMOSPHERE MEASUREMENTS: MEDICIONES DIARIAS DE ATMÓSFERA

Tabla EA-PF-1

Fecha	GRN-01	GRN-02	GRN-03
	<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Cornus florida</i>	<i>Acer palmatum</i>
7-Feb	0	0	0
12-Feb	0	0	0
14-Feb	0	0	0
18-Feb	0	0	0
21-Feb	0	0	0
25-Feb	0	0	0
28-Feb	0	0	0
4-Mar	0	0	0
7-Mar	0	0	0
11-Mar	0	0	0
14-Mar	0	0	0
18-Mar	0	0	0
21-Mar	0	0	0
25-Mar	0	0	0
28-Mar	0	0	0
1-Apr	0	15	20
4-Abr	0	25	21
8-Abr	0	26	38
11-Abr	0	38	48
15-Abr	0	46	59
18-Abr	28	58	59
22-Abr	41	67	65
25-Abr	52	82	65
29-Abr	59	103	66
2-May	73	107	66
7-May	76	126	
9-May	76	131	
13-May	76	140	
16-May		144	
20-May		146	
23-May		146	
27-May		146	

Figura EA-PF-6



Comparación del Tamaño de las Hojas de Tres Especies de Árbol en el Instituto de Secundaria de Estudios Técnicos de la Prefectura de Higashisumiyoshi de Osaka, en Japón