

Estudio descriptivo de los cambios producidos a lo largo de las estaciones en especies arbóreas de Argentina y España

Trabajo colaborativo llevado a cabo entre los centros educativos GLOBE de:

ARGENTINA

- Escuela Primaria Particular Incorporada N°1345 “Nuestra Señora del Carmen” de Pujato
- Escuela de Educación Técnica Profesional N°499 “Pago de los Arroyos” de Acebal

ESPAÑA

- Instituto de Educación Secundaria “Fernando de Rojas” de Salamanca



Estudiantes

EPPI 1345

Andrada, Solange
Aranda, Juan Cruz
Celestre, Benjamín Luis
Ferraro, Franco
Fiori, Benicio
Lo Menzo, Santino Agustín
Marelli, Facundo
Masera, Lucas Laureano
Quiroga, Tobías Ryan
Sensacore, Juan Segundo
Torres, Daniel Alejandro
Colman, Tatiana
Coria Graciosi, Maura
De Marco, Ana Paula
Emiliozzi, Lara Sofía
Marín, Felicitas
Natali, Juliana
Parucci, Victoria
Salman, Brianna
Villada, Maia Milagros

EETP 449

Aureli, Pilar
Blanco, Ernesto
Brunato, Ignacio
Luppi, Malena
Medicina, Alejo
Pagnacco, Morena
Stapich, Aixa
Stapich, Clara

IES F. de Rojas

Alonso Concejo, Lucas
Ávila Quinault, Cameron
Ayuso Sánchez, Ismael
Bellido González, Pilar
Benito Martín, Vega
Carreño Rosado, Lucía
Coria Sánchez, Álvaro
Cotobal Artacho, Javier
Delgado Claver, Pablo
Fontela Carpintero, Daniel
Gómez Hernández, Pedro
Graffe Marques, Ana Gabriela
Graffe Marques, Victoria Alexandra
Hernández Bazago, Lucas
Mangas Acera, Aroa
Pujol Marchán, Joel
Rodríguez Martín, Ismael
Sánchez Herrero, Raúl
Sancho Ruiz, Daniel
Sayagués Prieto, Elena
Taberner Ledesma, Sara

Profesores asesores

Lic. Rosalía Poggiani (EPPI 1345)

Prof. Emiliano Vinocur (EETP 449)

Prof. Manuela Salvado Muñoz (IES F. de Rojas)

Profesores colaboradores (EPPI 1345)

Prof. Marcos Grasselli

Mg. Claudia María Romagnoli -Coordinadora zonal GLOBE para Santa Fe-

Índice

Resumen	2
Palabras clave	2
Antecedentes	3
Preguntas de investigación	4
Objetivos	5
✓ Objetivo general.....	5
✓ Objetivos específicos.....	5
Introducción	5
Métodos de investigación	6
<i>Ubicación de las localidades y centros educativo</i>	9
✓ EPPI 1345 de Pujato (Santa Fe) Argentina.....	9
✓ EETP 449 de Acebal(Santa Fe) Argentina.....	10
✓ IES Fernando de Rojas de Salamanca España.....	12
<i>Sitios de estudio. Descripciones</i>	13
✓ EPPI 1345 de Pujato (Santa Fe) Argentina.....	13
✓ EETP 449 de Acebal(Santa Fe) Argentina.....	16
✓ IES Fernando de Rojas de Salamanca España.....	17
<i>Toma de datos</i>	22
<i>Protocolos de Biometría -circunferencia y altura-</i>	22
<i>Lista de materiales utilizados</i>	26
Resultados	26
<i>Registros de mediciones de circunferencias y alturas</i>	26
<i>Características de las especies observadas en ambos hemisferios</i>	27
<i>Aplicación de Globe Observer en los sitios de estudio para medir altura</i>	28
✓ Sitios de la EPPI 1345 de Pujato	28
✓ Sitios del IES “Fernando de Rojas” de Salamanca.....	30
✓ Sitios de la EETP 449 de Acebal.....	31
<i>Imágenes y descripción morfológica. Estudio comparativo</i>	31
✓ Roble - Quercus pyrenaica.....	31
✓ Sauce llorón - Salix babylonica	36
✓ Fresno – Fraxinus exelsior.....	37
✓ Plátano de sombra - Platanus hispanica.....	49
✓ Álamo - Populus alba.....	42
✓ Tilo - Tilia cordata.....	44
Discusión	46
Conclusiones	47
Bibliografía	49
Insignias	51

Resumen

Luego de establecer contacto entre centros GLOBE de Argentina y España durante el IVSS 2021 surge este trabajo colaborativo.

Las escuelas participantes fueron: de Argentina, la EPPIN°1345 de Pujato y la EETP N°449 de Acebal; de España el IES "Fernando de Rojas" de Salamanca.

Como las localidades pertenecen a regiones con clima templado se eligen los mismos árboles para realizar un estudio bajo el objetivo: Observar y describir el aspecto de algunas especies arbóreas localizadas en Argentina - Pujato y Acebal- y en España -Salamanca- a lo largo de las estaciones del año 2021-2022, para señalar y comparar posibles modificaciones que en ellos producen las variaciones climáticas estacionales.

Preguntas de investigación:

1. ¿Qué cambios se observan, a lo largo de las estaciones del año -2021/2022-, en las mismas especies arbóreas ubicadas en regiones climáticas similares de España - Salamanca- y Argentina -Pujato y Acebal -?
2. Si los árboles están adaptados a vivir en un territorio, ¿qué similitudes y diferencias se observan en las mismas especies de árboles, situados en regiones climáticas similares en distintos hemisferios, a lo largo de las estaciones del año?
3. ¿Cómo cambian su aspecto las mismas especies arbóreas ubicadas en regiones climáticas similares de España -Salamanca- y Argentina -Pujato y Acebal-, por el efecto de las estaciones del año -2021/2022-?

Se establecieron actividades comunes, criterios, procedimientos y distribución de tareas. Las herramientas virtuales posibilitaron el trabajo. Las fotografías permitieron comparar descripciones. Se utilizaron protocolos de Biometría y la App GLOBE Observer. Cada centro agregó actividades complementarias históricas, culturales y artísticas.

Con los resultados se afirma que los árboles muestran variaciones morfológicas y funcionales a lo largo de las estaciones; las mismas son similares en ambos hemisferios, salvo fechas de las estaciones, edad de las especies o entorno,

Resultó un trabajo interesante y enriquecedor para los participantes.

Palabras claves: Especies arbóreas, biometría, efecto de las estaciones, trabajo colaborativo

Antecedentes

Este proyecto nace de la relación establecida entre la Prof. Claudia Romagnoli de la Escuela Primaria Particular Incorporada N°1345 “Nuestra Señora del Carmen” ubicado en localidad de Pujato (Santa Fe) en Argentina y la Prof. Manuela Salvado Muñoz del Instituto de secundaria Gredos de Piedrahíta (Ávila) en España. Puesto que ambos centros educativos fueron premiados en el IVSS 2021. De esos vínculos surgieron durante 2021 algunas propuestas de trabajos colaborativos entre Argentina y España, sumándose al grupo los docentes GLOBE de la Escuela 1345 “Nuestra Señora del Carmen” de Pujato -Lic. Rosalía Poggiani y Prof. Marcos Grasselli- y el profesor GLOBE Emiliano Vinocur de las Escuelas Técnica N°449 “Pago de los Arroyos” de Acebal y Secundaria N°8154 “Santa Justina” de Álvarez, ambas instituciones de Santa Fe (Argentina).

Durante la primera videoconferencia entre los niños de la EPPI 1345 y los estudiantes de Gredos, el grupo de Argentina hizo una presentación¹ relacionada con un árbol con historia, el ceibo (*Erythrina crista-galli*) árbol de la familia Fabaceae originario de Sudamérica cuya flor es considerada desde 1942 la flor nacional de Argentina, describen esa planta, sus flores, muestran un ceibo añoso en la plaza San Martín del pueblo, mencionan que hay un ceibo en la escuela y un bosque de galería de ceibos localizado en la zona rural de Pujato. Finalizan el intercambio contando la leyenda de la flor del ceibo: Anahí mediante un video². Los estudiantes españoles a su vez presentan su instituto, describen la región detallando los árboles que ellos estaban estudiando dentro del programa GLOBE, de esta manera se inicia un vínculo que surge del interés en la protección de las especies próximas de las escuelas.

En primer lugar, fueron los profesores GLOBE quienes decidieron trabajar con sus estudiantes temáticas similares. Es importante comentar que la Prof. Manuela Salvado cambia de centro educativo y empieza a trabajar con estudiantes del IES Fernando de Rojas de Salamanca. Asimismo el Prof. Emiliano Vinocur decide intervenir con los estudiantes de la EETP 499.

La decisión fue coordinar un trabajo colaborativo que se extendió desde marzo 2021 hasta junio 2022 para realizar con los estudiantes un estudio integrado de carácter descriptivo, donde se observen y registren los cambios en las mismas especies arbóreas en ambos hemisferios a lo largo de las estaciones del año.

En particular, cada equipo fue realizando un trabajo propio, aportando en cada caso la definición de los sitios, los materiales utilizados, la metodología aplicada en las descripciones y registros, los resultados obtenidos y el análisis comparativo de las especies en estudio en ambos hemisferios.

Es importante resaltar que se trabajó utilizando las herramientas que hoy posibilitan las comunicaciones vía internet, a través de videoconferencias y trabajos con archivos y carpetas compartidas en la nube, principalmente compartiendo fotografías, textos propios y bibliografía diversa. También intercambio vía correo electrónico y mensajes por WhatsApp.

En este informe se presenta el trabajo comparativo-colaborativo realizado por los estudiantes de los tres centros educativos mencionados, con criterios comunes que guían la investigación hacia el estudio del efecto que las estaciones pueden producir a lo largo del año -2021/2022- sobre las mismas especies arbóreas en ambos hemisferios.

¹ <https://youtu.be/tZarWYZp7zA>

² <https://www.youtube.com/watch?v=nn7Rf5Xk9aA>

Preguntas de investigación

Para iniciar el proceso investigativo y siguiendo la curiosidad por definir el problema de investigación, los estudiantes plantean una serie de preguntas, se realizan intercambios entre ellos y se unifican esas cuestiones para proponer luego las preguntas de investigación.

Preguntas de investigación

1. ¿Qué cambios se observan, a lo largo de las estaciones del año -2021/2022-, en las mismas especies arbóreas ubicadas en regiones climáticas similares de España -Salamanca- y Argentina -Pujato y Acebal -?
2. Si los árboles están adaptados a vivir en un territorio, ¿qué similitudes y diferencias pueden observarse en las mismas especies de árboles situados en regiones climáticas similares en distintos hemisferios a lo largo de las estaciones del año?
3. ¿Cómo cambian su aspecto las mismas especies arbóreas ubicadas en regiones climáticas similares de España -Salamanca- y Argentina -Pujato y Acebal-, por el efecto de las estaciones del año -2021/2022-?

Estas preguntas de investigación son importantes por diferentes motivos, desde el punto de vista científico, las respuestas que se obtengan ofrecerán descripciones de la vegetación de regiones geográficas específicas de ambos hemisferios, que se convertirán en nuevos conocimientos de áreas de la biosfera que corresponden a ambientes locales donde se lleva a cabo el estudio, con una mirada global.

El interés de este trabajo radica en el proceso investigativo exploratorio que asumen los estudiantes, ya que el mismo implica la realización de actividades de ciencia escolar que ayudan a la comprensión de conceptos científicos importantes, de datos y de metodologías de recopilación en la que se aplican protocolos e instrumentos que cumplen con ciertas especificaciones para garantizar que esos datos sean comparables.

A su vez, responder a estas preguntas de investigación implica la puesta en marcha de acciones como la observación y el registro sistemático, la aplicación de técnicas especiales para las mediciones, la recopilación de información y la descripción del hábitat donde se encuentran las especies en estudio. En particular, en el trabajo los estudiantes de cada centro educativo caracterizan los aspectos de los árboles “in situ”, ubicados en su entorno natural y los describen mediante fotografías para poder aplicar procesos de comparación entre las especies de las tres escuelas asociadas.

Este tipo de estudio es importante porque se valoran cuestiones vinculadas con la realidad local, donde los estudiantes comienzan a involucrarse observando, con una mirada científica, los árboles que se encuentran en su entorno próximo, pudiendo describirlos detalladamente y a su vez, desarrollar una mirada global al compararlos con otros de la misma región dentro del hemisferio sur y del hemisferio norte.

Además la investigación permite, mediante la observación y la descripción de los árboles promover el cuidado de las plantas de los sitios de estudio, reflexionar sobre la diversidad de especies arbóreas, la pertenencia a un ecosistema mayor y el valor de tener una conducta más respetuosa con el entorno natural.

Objetivos

Objetivo general

- Observar y describir el aspecto de algunas especies arbóreas localizadas en Argentina - Pujato y Acebal- y en España -Salamanca- a lo largo de las estaciones del año 2021-2022, para señalar y comparar posibles modificaciones que en ellos producen las variaciones climáticas estacionales.

Objetivos específicos

- Indagar acerca de las especies arbóreas existentes en las localidades de Pujato y Acebal, Argentina, y en Salamanca, España.
- Seleccionar especies arbóreas comunes en las localidades de Pujato y Acebal, Argentina, y en Salamanca, España para realizar un estudio comparativo a lo largo de las estaciones.
- Definir los sitios GLOBE de cada escuela -Pujato, Acebal y Salamanca-, correspondientes a las especies arbóreas de las zonas de muestreo que se incluyen en el estudio comparativo-colaborativo entre Argentina y España a lo largo de las estaciones 2021-2022.
- Describir en detalle cada una de las especies de los sitios de estudio -zonas de muestreo- en diferentes momentos del año complementando con registros fotográficos respectivos.
- Aplicar protocolos GLOBE correspondientes a Biometría en las especies que se encuentran en los sitios de estudio definidos, para completar la caracterización de las plantas ubicadas en ellos.
- Analizar y comparar el efecto que las estaciones producen en los diferentes árboles de los sitios de estudio GLOBE participantes del estudio comparativo colaborativo entre Argentina y España a lo largo del año 2021-2022.

Introducción

Las adaptaciones más estudiadas en las especies arbóreas son aquellas relacionadas con las horas de luz y el clima de la zona. Eso hace que puedan encontrarse especies autóctonas adaptadas a las condiciones climáticas características de su territorio. Sin embargo, cuando se observan árboles en las ciudades puede verse que ya no solo hay especies autóctonas, sino que se encuentran las mismas especies en distintas partes del planeta. Este hecho es el que ha motivado la descripción y comparación las mismas especies arbóreas localizadas en el hemisferio sur en Argentina y en el hemisferio norte en España.

Las horas de luz en ambos países son semejantes a lo largo del año y además ambas zonas presentan un clima similar correspondiente a las zonas templadas, caracterizado por un clima estacional. Por eso, se plantea observar cómo afectan las estaciones en ambos hemisferios a las mismas especies arbóreas.

Estudiando la fisiología de los árboles caducifolios se ha descrito que comienzan a detener su crecimiento en otoño, y ya están en receso en invierno. Luego, en primavera, el crecimiento comienza nuevamente. Esta sincronización entre planta y entorno asegura su supervivencia durante el ciclo de vida. El receso es una adaptación ecológica de las especies caducifolias

para desarrollarse en zonas con inviernos fríos, presentándose como una suspensión temporal del crecimiento vegetal (Mendoza García, 2020).

Existen dos factores principales que determinan la entrada en receso de los árboles caducifolios de zonas templadas. El primero es la acción del sistema fitocromo, y el segundo es el efecto combinado de las bajas temperaturas y la luminosidad. Un fitocromo es un fotorreceptor que reconoce el acortamiento de los días a principios del otoño y se ha determinado que está presente en las hojas y en las yemas (Azcón Bieto y Talón, 2000).

El segundo factor hace que los árboles sufran una serie de modificaciones fisiológicas que implican tanto una reorganización celular como un descenso en su actividad metabólica, esto les permite una supervivencia ante las bajas temperaturas y las heladas del invierno. Uno de los factores más importantes es la disminución del agua libre en las células que permitirá evitar su congelación. Por otro lado, a medida que avanza la primavera, los nuevos brotes comienzan a madurar, obteniéndose al final del verano, un tejido externo relativamente endurecido y más resistente al daño por frío.

Una vez acabada la temporada fría los árboles finalizan su fase de receso, en el que las yemas comienzan a despertar. Para ello se han estudiado otros dos procesos responsables: el fitocromo, que detecta las horas de luz diaria, y el frío del invierno. El primero es sencillo, a mayor número de horas de luz hacia la primavera, mayor actividad celular y, por tanto, desarrollo de las yemas. Pero el frío del invierno depende de la acumulación de este a lo largo del invierno y esta necesidad varía de unas especies a otras. Parece ser que las especies adaptadas a regiones templadas demandan muchas horas de frío para que así no exista el riesgo de que broten cuando aún hay posibilidades de heladas (Pérez Ortega, 2021).

Métodos de investigación

La investigación involucra sitios de estudio ubicados en distintos hemisferios, en Argentina - hemisferio sur- y en España -hemisferio norte-, tal como se observa en la figura 1.



Figura 1: Visualización de Argentina y España en diferentes hemisferios, sur y norte respectivamente

Para seleccionar y comparar las especies arbóreas se buscan las características comunes entre las regiones donde se encuentran los árboles Pujato, Acebal y Salamanca, para ello se considera la clasificación climática de Köppen "por su simplicidad, su rigor y su facilidad de aplicación" (Terraza, 2018).

Los principales criterios de esta clasificación son la temperatura, las precipitaciones y la distribución de los distintos tipos de vegetación en el planeta. Acorde a la misma, las tres localidades mencionadas se incluyen en zonas de clima *C: Templado o mesotérmico*, que se caracteriza por tener un clima estacional, con inviernos suaves, en los que la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido, en verano, es superior a 10 °C.

Dentro de esta clase se agregan subdivisiones que se indican con tres letras, en primer lugar la C, luego la segunda de esas letras está asociada a las precipitaciones y la tercera a las temperaturas.

En el caso de Pujato y Acebal, que pertenecen a la Región Pampeana Argentina, les corresponde *Cfa - Subtropical húmedo o sin estación seca (verano cálido)*, también llamado clima pampeano. Aquí la letra "f" indica que las precipitaciones son constantes a lo largo del año, por lo que no podemos hablar de un periodo seco y la letra "a" señala que el verano es caluroso, pues se superan los 22 °C de media en el mes más cálido.

En el caso de Salamanca, le corresponde *Csa - Mediterráneo típico (verano cálido)*. Aquí la letra "s" señala que el verano es seco, por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas. En el caso de la característica asociada a la temperatura coincide con la Región Pampeana Argentina.

En el mapa mundial de la clasificación climática de Köppen-Geiger, de la figura 2, se pueden observar las regiones mencionadas que corresponden a *Cfa* para América del sur (Pujato y Acebal) y *Csa* para Europa (Salamanca).

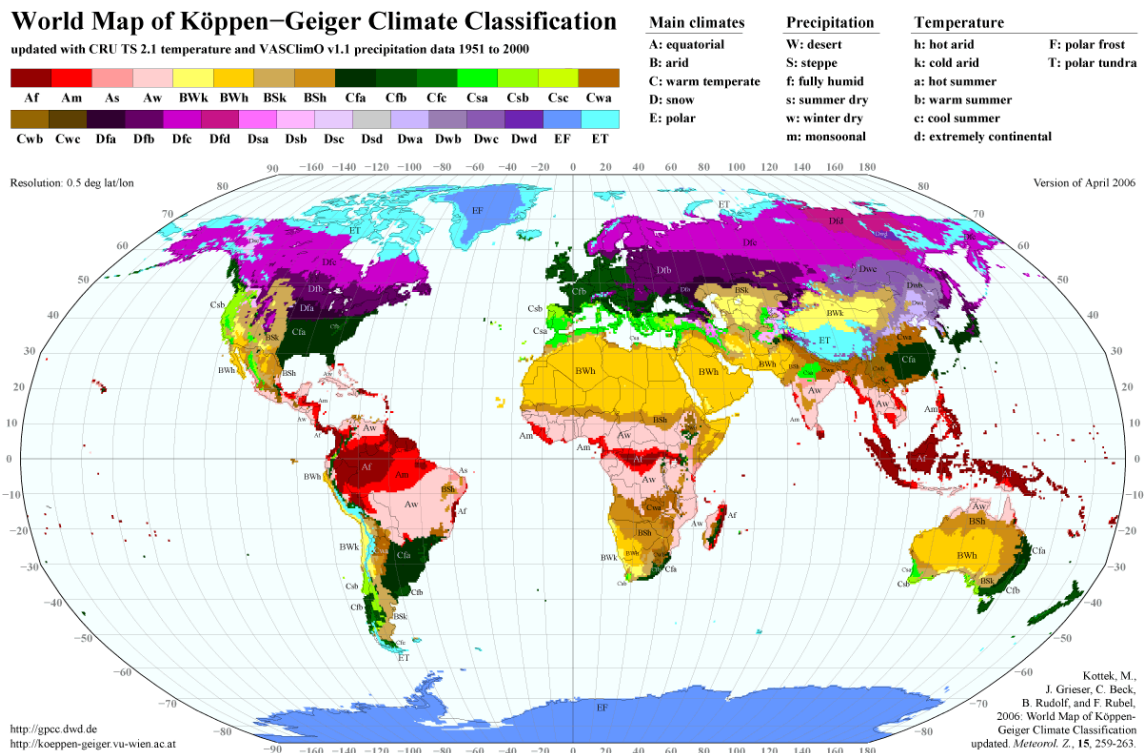


Figura 2: Mapa mundial actualizado de la clasificación climática de Köppen-Geiger

Como se comentó el clima es estacional y tiene características propias en cada una de las estaciones del año. Cada una de ellas dura tres meses y están separadas por equinoccios y solsticios. Los lapsos establecidos de las estaciones del año para cada hemisferio, -sur para Pujato y Acebal y norte para Salamanca-, tal como se muestra en la tabla I.

Tabla I: Periodos estacionales en cada hemisferio

Período estacional	Hemisferio sur	Hemisferio norte
21 de marzo - 20 de junio.	Otoño	Primavera
21 de junio - 20 de septiembre.	Invierno	Verano
21 de septiembre - 20 de diciembre	Primavera	Otoño
21 de diciembre - 20 de marzo.	Verano	Invierno

Dado que las escuelas participantes en el proyecto colaborativo están ubicadas en regiones climáticas similares de España -Salamanca- y Argentina -Pujato y Acebal-, la primera acción fue buscar dentro de las especies arbóreas presentes en ambos hemisferios, en particular en estas tres localidades, cuáles podrían ser estudiadas. Luego de un sondeo por parte de los estudiantes y docentes de los tres centros educativos se definieron las siguientes especies, accesibles para ser observadas por los estudiantes y para aplicar sobre ella los protocolos. En la tabla II se muestran los árboles, exóticos para Argentina, que se plantea comparar.

Tabla II: Especies arbóreas en estudio

Nombre común	Nombre científico
Álamo	<i>Populus alba</i>
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>
Ligustro / Alisgustro	<i>Ligustrum lucidum</i>
Moral	<i>Morus nigra</i>
Nogal	<i>Juglans regia</i>
Plátano de sombra	<i>Platanus hispanica</i>
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>

Cuando se decide llevar a cabo el trabajo colaborativo se define su realización durante los cursos 2021 – 2022. Como los calendarios escolares son diferentes en cada uno de los hemisferios, en principio el trabajo colaborativo, que en Argentina se inicia en marzo de 2021, en España lo comienzan en setiembre de 2021 al inicio del ciclo lectivo. En consecuencia, como se puede observar en la tabla III, algunos periodos estacionales se trabajan en simultáneos para ambos hemisferios. Al final el período de estudio marzo 2021 a junio 2022 se completan los ciclos estacionales.

Tabla III: Organización del trabajo colaborativo Argentina-España ciclos 2021-2022

Año	Período estacional	Hemisferio sur EPPI 1345 Pujato EETP 449 Acebal	Hemisferio norte IES Rojas- Salamanca
2021	21 de marzo - 20 de junio.	OTOÑO: Estudiantes en el aula iniciando el ciclo lectivo 2021. Comienzan el trabajo colaborativo.	
2021	21 de junio - 20 de septiembre.	INVIERNO Estudiantes en clases continúan con el trabajo colaborativo.	VERANO Receso estival. Inicio de ciclo escolar 2021/2022 y comienzo del trabajo colaborativo.
2021	21 de septiembre - 20 de diciembre	PRIMAVERA: Estudiantes que continúan con el trabajo colaborativo .y finalizan el ciclo escolar 2021	OTOÑO: Estudiantes en clases continúan con el trabajo colaborativo
2021/2022	21 de diciembre - 20 de marzo	VERANO Estudiantes que realizan las últimas observaciones previas al receso estival.	INVIERNO Estudiantes que continúan con el trabajo colaborativo .y finalizan el ciclo escolar 2021
2022	21 de marzo - 20 de junio.		PRIMAVERA: Estudiantes que continúan con el trabajo colaborativo .y finalizan el ciclo escolar 2021/202.

Ubicación de las localidades y centros educativos

Se presentan las ubicaciones geográficas de las localidades donde se encuentran los centros educativos participantes del proyecto colaborativo y de dichos centros dentro de los poblados.

EPPI 1345 de Pujato (Santa Fe) Argentina

Pujato está localizado a 33,02° de latitud S y 61,04° longitud O. En la figura 3 se puede observar su ubicación en perspectiva dentro del Departamento San Lorenzo, en la Provincia de Santa Fe, Argentina, Continente Americano



Figura 3: Localización de Pujato dentro del continente americano

A continuación, en la figura 4 puede observarse la ubicación de la EPPI 1345 “Nuestra Señora del Carmen dentro del plano de Pujato.



Figura 4: Localización de la EPPI 1345 dentro del plano de Pujato

EETP 449 de Acebal(Santa Fe) Argentina

Acebal (33,23°S; 60,83°O) se encuentra próxima a Pujato, ambas se encuentran en la misma región geográfica de Argentina, en la figura 5 se pueden observar una imagen de Google Maps 2022 que muestra la localización de dichos pueblos.

Ambas son localidades pequeñas de la provincia de Santa Fe, con una población de entre 4000 y 5000 habitantes.

En cuanto a la cobertura terrestre en una y otra la mayoría de las construcciones son de un solo piso, con algunas excepciones de casas de dos plantas. En la zona urbana hay árboles plantados por sus habitantes que ornamentan veredas, patios, plazas y zonas aledañas constituyendo el elemento principal natural que estructura la biodiversidad en el medio de las construcciones.

Tanto Pujato como Acebal son pueblos insertos en la región agrícola-ganadera de la pampa húmeda argentina, están rodeado de una vegetación natural típica de la llanura templada: el pastizal, formado por pastos, aunque en la actualidad ha sido reemplazado por una variedad de cultivos, incluyendo especies para alimentar a los ganados.

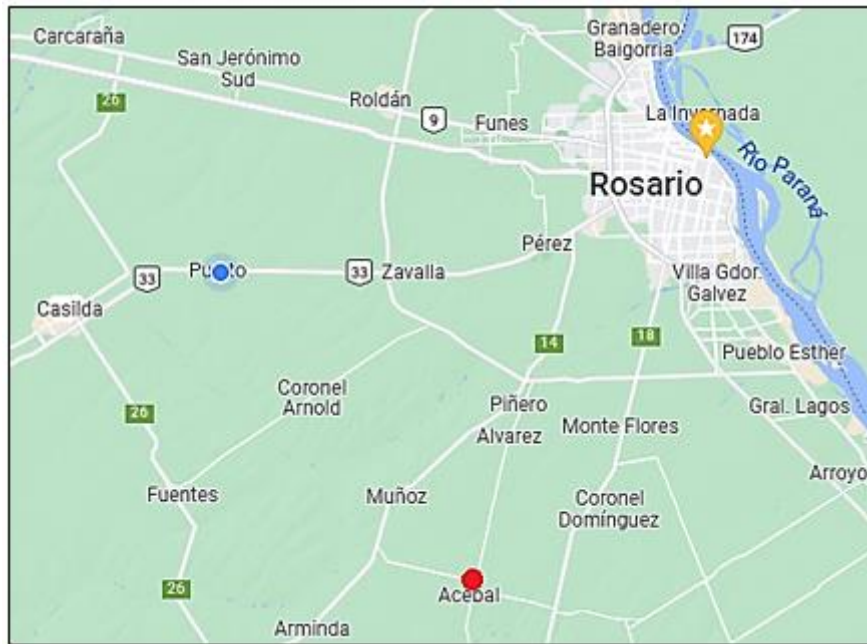


Figura 5: Pujato y Acebal localizados dentro de la misma región

En la Figura 6, se puede ver, según imágenes satelitales de Google Maps 2022, la ubicación de Pujato y Acebal, resaltados con triángulos azul y rojo respectivamente, ambas localidades rodeadas de una gran zona verde donde es posible observar las parcelas de terrenos cultivados.

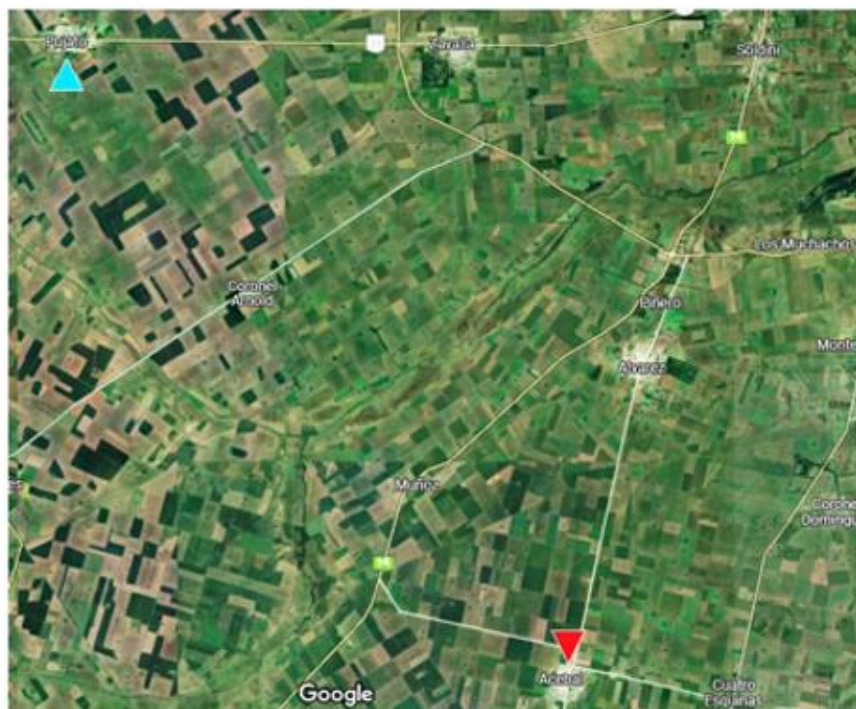


Figura 5: Pujato y Acebal localizados dentro de la misma región

En la figura 7 puede observarse la localización de la EETP 499 “Pago de los Arroyos” en el plano de Acebal obtenido de Google maps 2023.



Figura 7: Localización de la EETP 449 dentro del plano de Acebal

IES Fernando de Rojas de Salamanca España

Salamanca, se encuentra en el noroeste de España, es la capital de la provincia de Salamanca. Es una gran ciudad, fundada en el siglo XII, de aproximadamente 150.000 habitantes. Desde una mirada geográfica, el relieve del municipio (Salamanca, 2022) se caracteriza por la confluencia de dos unidades geológicas y ambientales, en dirección norte y este, la cuenca sedimentaria terciaria, caracterizada por extensas planicies dedicadas a cultivos de secano y por el otro, la penillanura del zócalo paleozoico hacia el sur y el oeste, donde predomina un ecosistema de encinares y pastizales, dedicado en su mayor parte a la ganadería.

El IES “Fernando de Rojas” está ubicado en Salamanca, en la figura 8 se observa una imagen compuesta de Google Maps 2022, a la izquierda se indica con un punto rojo, Salamanca dentro del mapa de España, a la derecha se puede observar la cobertura de la ciudad en una imagen satelital y dentro de ella localizado el IES.

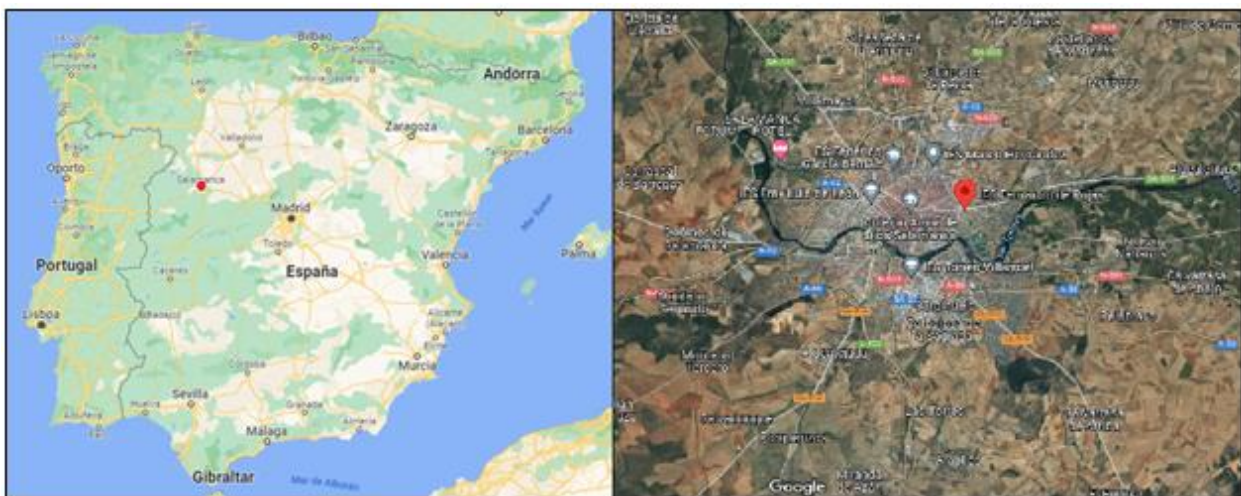


Figura 8: Ubicación de Salamanca en España y del IES Fernando de Rojas en la ciudad

Sitios de estudio. Descripciones.

Al inicio de este trabajo se decidió estudiar nueve especies arbóreas, antes mencionadas, sin embargo no todos los centros educativos tuvieron la posibilidad de realizar las descripciones de todas a lo largo de las cuatro estaciones. Por lo que la muestra se redujo a seis especies: Álamo, Fresno, Plátano de sombra, Roble. Sauce llorón y Tilo.

A continuación se detallan los sitios de estudio en los que se localizan los árboles incluidos en el trabajo colaborativo. Los mismos se indican agrupándolos acorde a las escuelas asociadas.

EPPI 1345 de Pujato (Santa Fe) Argentina

Los estudiantes definieron los sitios de biometría acorde a las especies comunes elegidas para este estudio. En la figura 9 se muestran dichos sitios tal como figuran en la página de GLOBE, en algunos casos puede observarse que hay más de un sitio para una misma especie como ocurre con el sauce llorón. Cabe aclarar que en el trabajo colaborativo se han podido comparar algunas de esas especies: roble, sauce llorón, fresno, plátano de sombra, álamo y tilo, cuyos sitios están resaltados en dicha figura.

THE GLOBE PROGRAM		Entrada de datos CIENCIA		Bienvenidos Claudia María Romagnoli	
Mis Organizaciones y Sitios					
- Escuela Primaria Particular Incorporada N°1345 Nuestra Señora del Carmen ORG_ID: 166746					
+ Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci - Pujato latitud -33.04638, longitud -61.030054, Elevación 56m, SITE_ID: 255637					
+ Arg1345- NOGAL PECÁN-Campo Lambertucci - Pujato latitud -33.045345, longitud -61.030181, Elevación 56m, SITE_ID: 255642					
+ Arg1345-LIGUSTRO-Frente a la Escuela - Pujato latitud -33.0191, longitud -61.0438, Elevación 56m, SITE_ID: 255651					
+ Arg1345-SAUCE LLORÓN-Plaza de las Américas - Pujato latitud -33.0181, longitud -61.087, Elevación 56m, SITE_ID: 255652					
+ ARG 1345 - NOGAL - Poggiani - Pujato latitud -33.0213, longitud -61.0396, Elevación 56m, SITE_ID: 255656					
+ ARG 1345 - FRESNO - Poggiani - Pujato latitud -33.021, longitud -61.0399, Elevación 56m, SITE_ID: 255657					
+ ARG 1345 - PLÁTANO DE SOMBRA - Poggiani - Pujato latitud -33.0211, longitud -61.0399, Elevación 56m, SITE_ID: 255658					
+ Arg 1345-SAUCE LLORÓN - Parque Bustinza - Pujato latitud -33.016514, longitud -61.047044, Elevación 56m, SITE_ID: 255659					
+ ARG 1345 - ÁLAMO - Parque Bustinza - Pujato latitud -33.016799, longitud -61.046539, Elevación 56m, SITE_ID: 255660					
+ ARG 1345 - MORAL - Parque Bustinza - Pujato latitud -33.01699, longitud -61.04622, Elevación 56m, SITE_ID: 255663					
+ Arg1345-TILO-Bv Colón - Pujato latitud -33.015779, longitud -61.041321, Elevación 56m, SITE_ID: 255664					

Figura 9: Listado de sitios de biometría definidos por los estudiantes de la EPPI 1345. Resaltados aquellos que se consideran en este estudio colaborativo

Descripción de los sitios de estudio de la EPPI 1345

- **ROBLE** del sitio Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci-Pujato

El roble (*Quercus pyrenaica*) ubicado en este sitio es un árbol centenario plantado en la zona rural. Está rodeado de superficie de tierra, hacia el norte se encuentra a unos 50 metros aproximadamente de otras especies arbóreas y una vivienda típica de la zona agrícola y hacia los otros puntos cardinales hay sembrados en algunas épocas del año. En la figura 10 puede visualizarse el entorno en el que se encuentra el roble en el ámbito rural.



Figura 10: Roble en zona rural de Pujato

El roble fue plantado en 1923, nunca ha sido podado y ninguna plaga lo ha atacado a lo largo de estos cien años, de gran tamaño, que podría decirse “en estado natural”. Estas características fueron importantes en el momento de elegir la especie en estudio.

En los videos pueden observarse vistas panorámicas del roble durante el verano³ y el invierno⁴.

- **SAUCE LLORÒN** del sitio Arg1345-SAUCE LLORÒN-Plaza de las Américas-Pujato

Es oportuno aclarar que la EPPI 1345 tiene dos sitios donde la especie es un sauce llorón (*Salix babylonica*), sin embargo para el estudio comparativo se ha seleccionado uno de ellos, el que se encuentra en la Plaza de las Américas. Uno de los motivos es que el ejemplar ubicado en el Parque Bustinza sufrió la caída de una gran rama luego de una fuerte tormenta y aunque



Figura 11: Sauce llorón en la Plaza de las Américas

se continuó con la aplicación de los protocolos correspondientes, para este estudio sólo se utilizaron las observaciones y registros obtenidos en la Plaza de las Américas.

Este sauce forma parte del arbolado urbano, está rodeado de otros árboles, de gramíneas y próximo a él se encuentran dos calles, una de cemento y otra de tierra. En la que se encuentran instalados juegos infantiles, una ermita donde está entronada la imagen de la Virgen “Nuestra Señora de Guadalupe” y en la que hay bancos donde las personas pueden descansar a la sombra de diferentes especies arbóreas, entre ellas el sauce, tal como se puede apreciar en la figura 11. Se completa la vista panorámica mediante un video.⁵

³ <https://youtu.be/fhSSZ8dHQ-Q>

⁴ <https://youtu.be/PLMoE8oQKqA>

⁵ <https://youtu.be/FXGQacFH6EM>

- **FRESNO** del sitio Arg1345-FRESNO-Poggiani-Pujato
- **PLÁTANO DE SOMBRA** del sitio Arg1345-PLÁTANO DE SOMBRA-Poggiani-Pujato

El fresno (*Fraxinus excelsior*) y el plátano de sombra (*Platanus hispanica*) se encuentran uno al lado del otro. Ambas son especies forestales, en este caso exóticas para Argentina, cuya implantación está aconsejada para el arbolado de alineación de veredas como lo recomienda el Ministerio de Ambiente de la provincia de Santa Fe.



Figura 12: Fresno y Plátano de sombra

Se localizan en una vereda de gramíneas, cuya calle es de tierra y está ubicado muy próximo a la pared de la vivienda, aproximadamente a 1,50m y a su lado se encuentran otros árboles muy cercanos tal como se puede observar en la figura 12.

Estos árboles fueron elegidos porque son accesibles para la observación y el registro de datos.

- **ÁLAMO** del sitio Arg1345-ÁLAMO-Parque Bustinza-Pujato

El álamo (*Populus alba*) en estudio está localizado en un espacio público de Pujato, el Parque recreativo “Julián Bustinza”. Es un árbol joven, que está rodeado de gramíneas, ubicado entre varias otras especies arbóreas (figura 13) que conforman el espacio verde recreativo. A su vez, forma parte de una barrera vegetal o cortina multipropósito con diferentes usos de los árboles, en este caso para parqueización (figura 14). Se puede completar visualizando un video⁶.



Figura 13: Álamo y otros árboles en el Parque Bustinza



Figura 14: Álamo en barrera

- **TILO** del sitio Arg1345-TILO-Bv. Colón-Pujato

El árbol que se encuentra en este sitio es un tilo (*Tilia platyphyllos*) que ubicado sobre una vereda del Bulevar Colón. Es una especie forestal, cuya implantación está seleccionada por el Ministerio de Medio Ambiente de la provincia de Santa Fe para el arbolado urbano público para la alineación de veredas. Está localizado sobre una vereda de cemento en la parte próxima a la vivienda y de gramíneas en la zona donde se implanta el árbol, y frente a la calle pavimentada, tal como se puede observar en la figura 15.

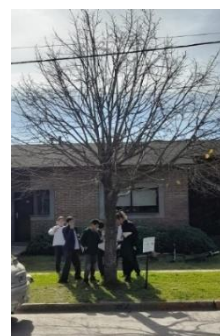


Figura 15: Tilo

⁶ https://youtu.be/QF2_5H5i61U

EETP 449 de Acebal (Santa Fe) Argentina

Los estudiantes de la EETP 449 definen dos sitios de estudio GLOBE que se muestran a continuación en la figura 16.



Figura 16: Sitios GLOBE de la EETP 449 de Acebal

Descripción de los sitios de estudio de la EETP 449

- **ROBLE** del sitio Plaza Coronel Domínguez

El roble (*Quercus pyrenaica*) está localizado en la Plaza "Coronel Domínguez", ubicada en la zona urbana del centro de Acebal.

En cuanto a la cobertura del sitio se puede afirmar que la mayoría de la superficie del suelo cubierta por cemento u otros materiales construidos por el hombre. Las veredas pavimentadas cubren aproximadamente un 25% de la plaza, el resto corresponde a árboles, hierbas o arbustos.

El roble, tal como se observa en la figura 17, es el árbol más grande del pueblo y característico de la localidad. Es legendario y se ha convertido en un punto de encuentro.



Figura 17: Roble en la Plaza Coronel Domínguez

A continuación se muestra en las figuras 18 y 19 la localización del roble en la Plaza Coronel Domínguez, mediante un boceto realizado por los estudiantes y la geolocalización de Google Earth, respectivamente.



Figura 18: Boceto de la Plaza



Figura 19: Geolocalización de la Plaza

- **FRESCO** del sitio EETP N°449 "Pago de los Arroyos"

La Escuela de Educación Técnico Profesional N° 449 "Pago de los Arroyos" está ubicada al Sureste de la localidad de Acebal, se caracteriza por su espacio verde y su cercanía con el campo, tal como se mostró en la figura 7. Además, cuenta con una gran cantidad de árboles que rodean todo el edificio escolar.

El fresno (*Fraxinus excelsior*) en estudio se localiza en el frente del edificio escolar, como lo muestra la figura 20 está implantado en la vereda, que es de cemento y la calle, muy próxima, está pavimentada por lo que el árbol se encuentra rodeado de material, no hay suelo de tierra visible a su alrededor. Como se mencionó anteriormente en la Provincia de Santa Fe es una de las especies seleccionadas para forestar las zonas de veredas.



Figura 20: Fresno frente a la EETP 449 de Acebal

IES "Fernando de Rojas" Salamanca. España

Los estudiantes de esta institución han definido dos sitios GLOBE de muestreo donde se encuentran los árboles en estudio. Las zonas de muestreo, Parque Alamedilla (Zona 1) y Parque de los Jesuitas (Zona 2), se encuentran a una distancia aproximada de 1400 m. del instituto de enseñanza secundaria.

En la figura 21 se pueden observar la localización de cada zona y del centro educativo.

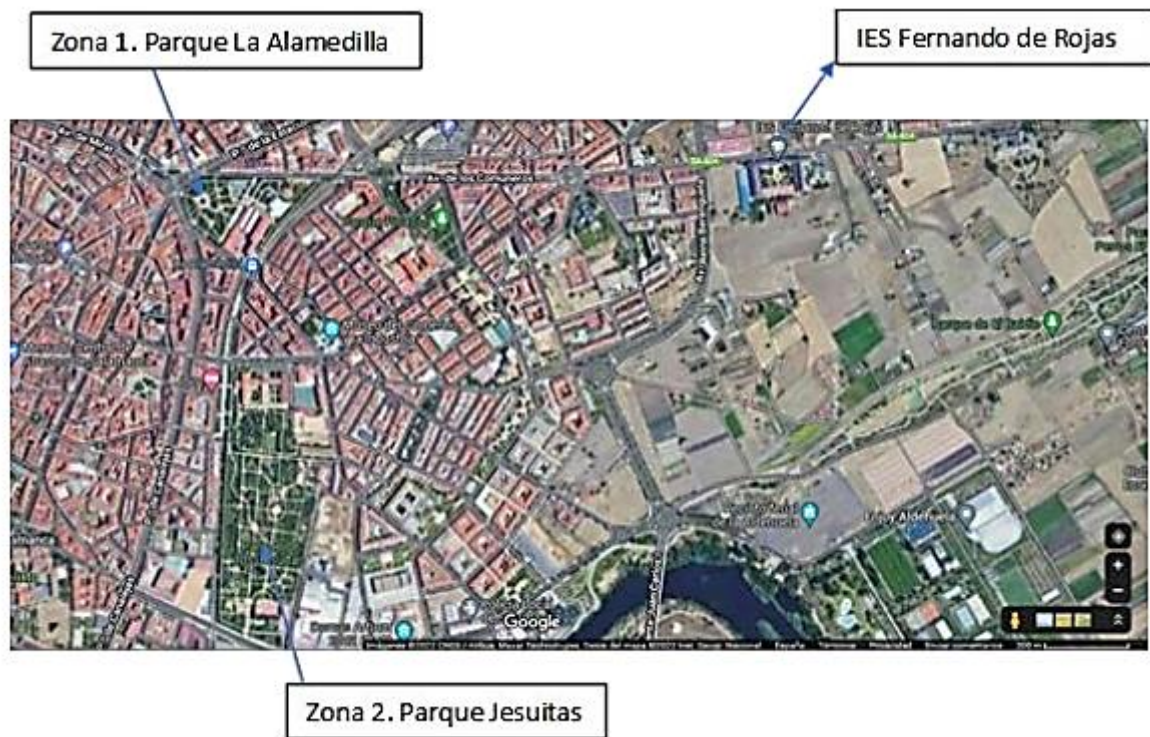


Figura 21: Imagen satelital que muestra la ubicación de las zonas de muestreo y del instituto

Zona 1: Parque la Alamedilla

El Parque la Alamedilla (figura 22) se eligió por encontrarse el plátano de sombra más alto de la ciudad.



Figura 22: Zona 1. Parque Alamedilla. Imagen satélite tomada de Google Earth. Muestra la distancia entre el instituto y la zona de muestreo.

En la figura 23 se encuentra la definición del sitio Parque de la Alamedilla en la web del Programa GLOBE



Figura 23: Información del sitio GLOBE del IES Fernando de Rojas Parque Alamedilla

El parque de la Alamedilla tiene una superficie de casi 20000 m², en su mayor parte presenta zonas ajardinadas con árboles de gran envergadura, paseos asfaltados y otros de arena y gravilla. Por tanto, en la clasificación MUC del programa GLOBE es el número 9 de zonas urbanizadas.

Historia de la Alamedilla

El proyecto comienza en 1882, cuando el Consistorio decide comprar unos terrenos que bordean el Paseo Canalejas para convertirlos en un parque público. En esos terrenos existía una gran hondonada donde solían ir a jugar los jóvenes. Al principio, fue concebido como un lugar de paseos y recreo, adecuado para todas las edades, aunque principalmente centrado en la diversión de los más pequeños. Esto se debió a la instalación de un teatrillo infantil, donde se realizaban espectáculos de marionetas.

Otras de las instalaciones más disfrutadas fueron: un pequeño parque zoológico, en cuyo centro había un gran tilo; una zona dedicada a la diversión de los niños; una biblioteca; y un estanque donde se podía encontrar una notable variedad de fauna, como pequeños conejos, gallinas de Guinea, y pavos.

Actualmente, el parque de La Alamedilla no tiene nada que ver con el de 1882, al haber sufrido numerosas reformas, y haber sido modernizado. Sin embargo, La Alamedilla como tal no ha desaparecido y se puede seguir disfrutando de ella.

El árbol en estudio en este sitio es un plátano de sombra (*Platanus hispánica*) que tal como se mencionó anteriormente es el más alto de la ciudad. En la figura 24 se observa una imagen satelital del Parque de la Alamedilla y en él la ubicación de la especie en estudio: árbol N°1 indicada con un círculo rojo.



Figura 24 Imagen satélite, tomada de Google Maps, del parque la Alamedilla donde se muestra la ubicación del árbol n°1. Platanus hispánica

Zona 2: Parque de los Jesuitas

El Parque de los Jesuitas, fue elegido por ser el parque más grande de Salamanca y por tener una mayor variedad de especies arbóreas que coincidían con las especies arbóreas argentinas. La figura 25 muestra la zona 2 y la distancia entre el sitio y el centro educativo.



Figura 25: Imagen satélite de la Zona 2 tomada de Google Earth. Distancia entre el Parque Jesuitas y el instituto

En la figura 26 muestra la definición del sitio Parque de los Jesuitas en la web del GLOBE

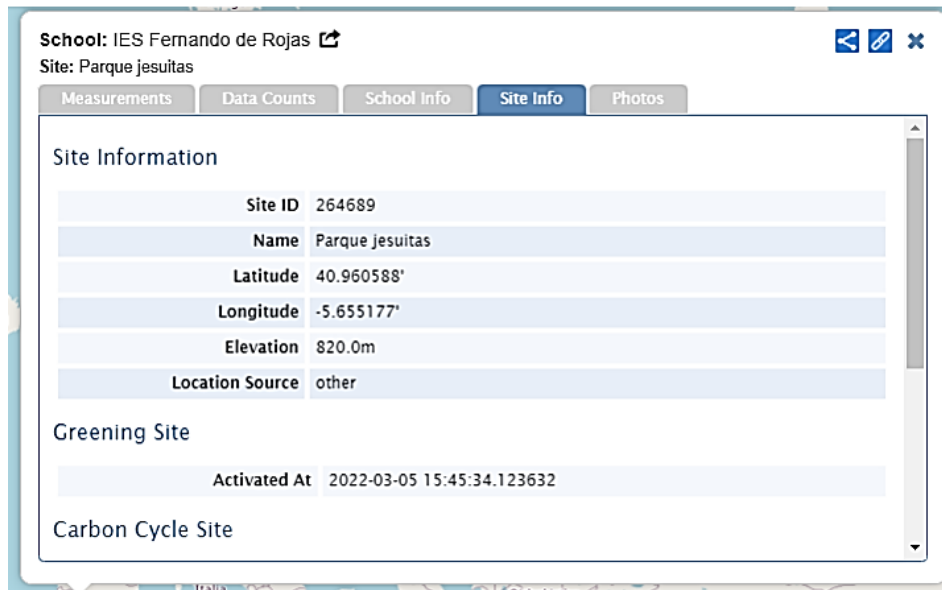


Figura 26: Información del sitio GLOBE del IES Fernando de Rojas Parque de los Jesuitas

El parque de los Jesuitas tiene una superficie de más de 105500 m² (10 hectáreas y media), en su mayor parte presenta zonas ajardinadas con árboles de gran biodiversidad, zonas de juegos, deportes, bar con terraza y zona de actuación, con paseos asfaltados y otros de arena y gravilla. Por tanto, en la clasificación MUC del programa GLOBE es el número 9 de zonas urbanizadas.

Historia del Parque de los Jesuitas

Originalmente, el terreno sobre el que se construyó el parque de los Jesuitas pertenecía a un antiguo huerto de la compañía religiosa de Jesús.

El terreno fue comprado por el ayuntamiento a un precio de 50 millones de pesetas (30.000 € aproximadamente), con la condición de que fuese destinado a construir un parque público. Este precio se considera simbólico, teniendo en cuenta que el valor de tasación de la época era de 2.5 millones de €.

En su comienzo, el huerto tenía una gran variedad de árboles frutales. Estos se mantuvieron, plantando además nuevas especies. También se añadieron caminos, numerosas zonas de juegos para niños, un estanque, áreas de juegos tradicionales (como la petanca) y un camino atravesado por el carril bici de la ciudad.

Debido a la abundante vegetación, muchas aves tienen su hogar en el Parque de los Jesuitas. Las especies más comunes son los patos (que pueden verse en el estanque), los herrerillos comunes, los verderones o los petirrojos.

En este Zona 2 se encuentran los árboles en estudio: del N°2 al 7, que corresponden respectivamente al Roble, Aligustre, Tilo, Álamo, Fresno y Sauce Llorón, cuya localización se muestra en la figura 27.

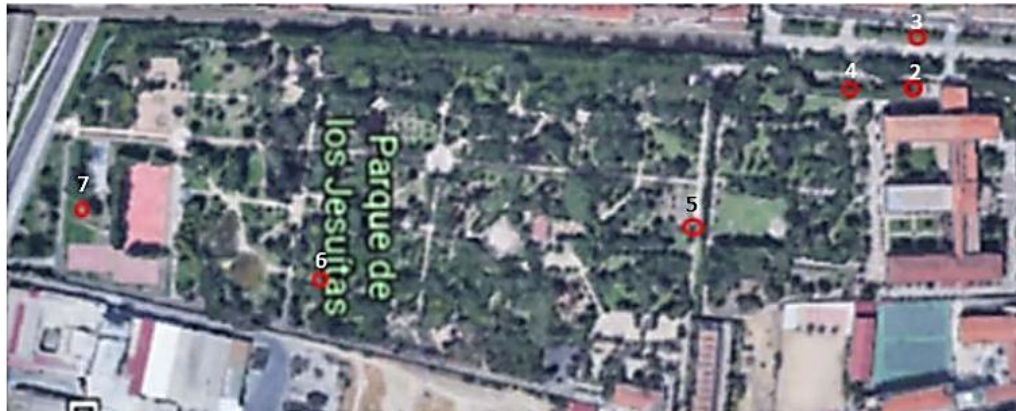


Figura 27: Imagen satélite, tomada de Google Maps, del Parque de los Jesuitas donde se muestra la ubicación de las especies arbóreas n° 2 a la n° 7

Toma de datos

Los estudiantes de cada uno de los tres centros educativos mencionados organizaron diferentes salidas de campo para recolectar datos correspondientes a cada una de las cuatro estaciones del año. Los recorridos por las especies de los sitios definidos se realizaron, en las escuelas de Argentina desde el 21 de marzo de 2021 al 20 de marzo de 2022 y en el caso de España desde el 21 de junio de 2021 hasta el 20 de junio de 2022. Las fechas pueden consultarse en la tabla II presentada en este informe.

A lo largo de las cuatro estaciones se han realizado varias salidas, se trabajó en todos los casos conformando grupos de estudiantes para realizar el estudio descriptivo planteado en los árboles presentes en los sitios definidos. En la elección de los mismos se tuvo en cuenta las especies seleccionadas previamente por los profesores GLOBE de Argentina y España, cuyo detalle se encuentra en la tabla I de este informe.

Durante cada salida se realizaron observaciones de los órganos más importantes de cada especie. Asimismo se tomaron datos y fotografías tanto de los árboles como de los detalles que permiten hacer una descripción detallada.

En cada una de las salidas, a lo largo de las estaciones, los estudiantes en sus grupos de trabajo volvieron a las zonas de muestreo para tomar fotografías y a observar nuevamente con detalle cada especie para indicar posibles cambios observables.

En primavera, tal como se sugiere la aplicación de los protocolos de Biometría, desde cada centro se promovió, en la salida correspondiente a esta estación, la medición de la altura y la circunferencia del tronco de cada una de las especies en estudio. Es importante resaltar que en todos los casos se utilizó el clinómetro para la determinación de la altura, realizando dos medidas a cargo de diferentes estudiantes y tomando luego el valor medio. A su vez en algunas salidas pueden utilizarse la aplicación de "GLOBE observer".

Todos los datos se registraron en fichas de trabajo, dónde también se anotaron las descripciones de la disposición de las ramas y otros detalles de fácil observación durante cada estación del año.

Protocolos de Biometría -circunferencia y altura-

La **biometría** es la medición de las cosas vivientes, como por ejemplo de los árboles y los arbustos.

Dos mediciones importantes son la circunferencia de los árboles y la altura de los árboles

- *Medición de la circunferencia de los árboles*

Se inicia el trabajo midiendo la circunferencia de los troncos los árboles que se encuentran en los sitios en estudio.

Para cumplir con esta tarea se utiliza una cinta flexible (por ejemplo: el centímetro de costurera) o cualquier cinta con la que se pueda rodear el tronco del árbol a la altura del pecho, aproximadamente, se marca esa cinta y luego se indica la longitud.

En la Guía de Cobertura Terrestre / Biología del Programa GLOBE se menciona el uso de la cinta métrica para explicar la *Medición de la circunferencia de los árboles* como lo muestra la figura 28.

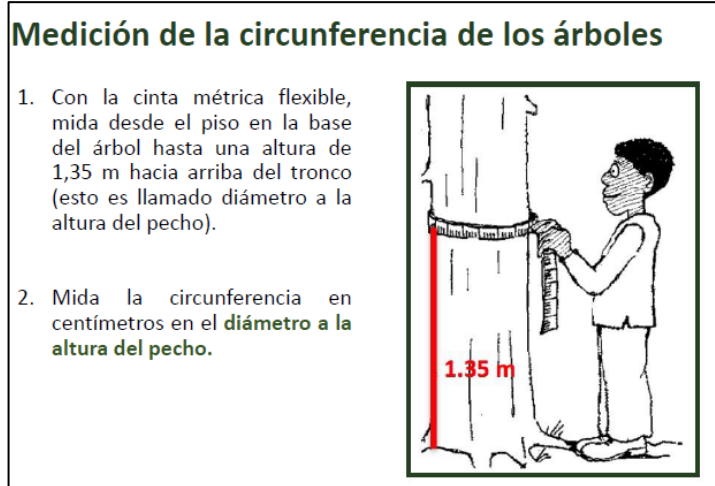


Figura 28: Indicaciones GLOBE para la medición de la circunferencia

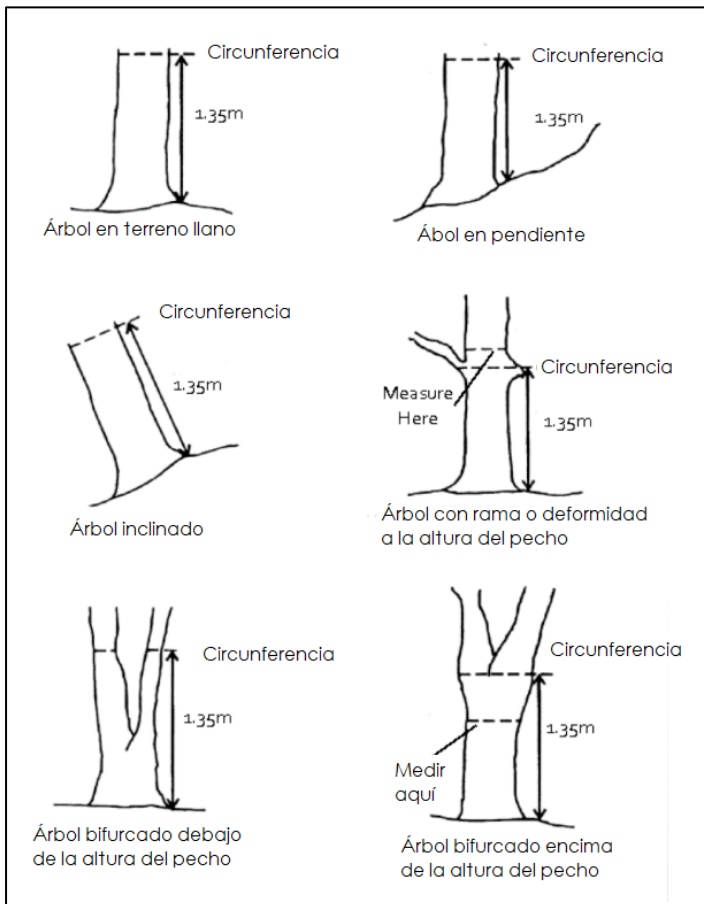


Figura 29: Indicaciones GLOBE para la medición de la circunferencia en casos especiales

En los casos para los cuales el árbol no se encuentra en un terreno llano se consideran las indicaciones de GLOBE en el Protocolo de Ciclo de Carbono. En la figura 29 es posible observar el procedimiento a seguir en esos casos. En las figuras 30 y 31 se muestran estudiantes midiendo la circunferencia de una de las especies arbóreas en estudio, en la 30 una alumna del IES Fernando de Rojas en Salamanca en el árbol n°2: **roble** y en la 31 un alumno de la EPPI 1345 de Pujato en el **tilo** del sitio Arg1345-TILO-Bv. Colón-Pujato.



Figura 30: Estudiante del IES Fernando de Rojas



Figura 31: Estudiante de la EPPI 1345

- *Medición de la altura de los árboles utilizando el clinómetro*

Para medir la altura de los árboles, como parte de las mediciones descritas en el Protocolo de Biometría, se utiliza un *clinómetro* construido por los estudiantes tal como se propone en la Guía de Cobertura Terrestre / Biología del Programa GLOBE⁷.

Con el clinómetro se calcula el ángulo de elevación del extremo superior del objeto, en este caso de cada árbol. Se usa estando de pie y con el brazo estirado se mira a través del sorbete o pajita alineando el punto más alto. De esa manera se determina el ángulo BVW sobre el transportador graduado- que se encuentra sobre el clinómetro-.

A su vez, este ángulo es igual al BAC que es la inclinación que se utiliza en el cálculo de la altura.

Para determinar la altura de los árboles además hay que calcular la distancia desde el observador hasta la base de la planta, para ello se utiliza el número de pasos, como técnica para medir distancias, fácilmente aplicable durante el trabajo de campo.

Conocidos el ángulo de elevación y la distancia pueden determinarse con cálculos matemáticos las medidas correspondientes al triángulo ABC que se referencia en la Guía de GLOBE y puede observarse en la figura 33.

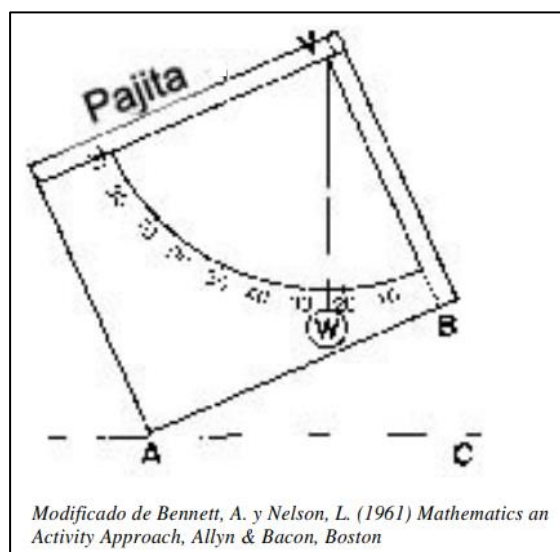
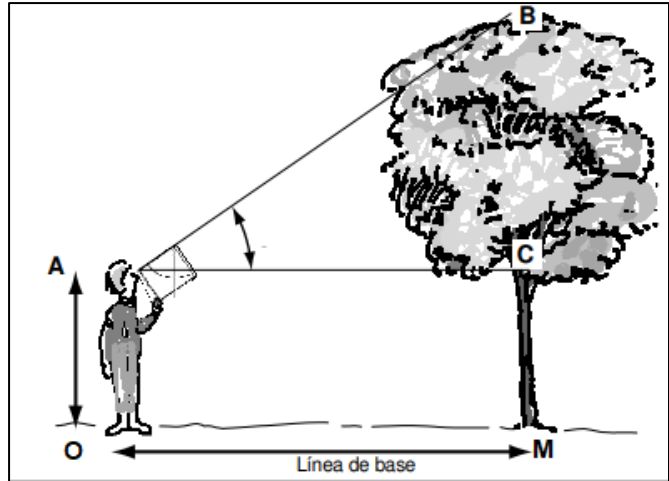


Figura 32: Clinómetro – Guía GLOBE

⁷ Clinómetro modificado de Bennett, A. y Nelson, L. (1961) Mathematics an Activity Approach, Allyn & Bacon, Boston

Los cálculos corresponden a la aplicación de los principios basados en las propiedades de los triángulos rectángulos. En el caso de los estudiantes secundarios se utilizan las tablas de tangentes mientras que para los niños del nivel primario, como los de la EPPI, 1345 se aplica una metodología alternativa para determinar la altura, adecuada a la edad de los estudiantes, mediante dibujos, escala y mediciones.



Para determinar finalmente la altura debe sumarse al cálculo la distancia AO

Figura 33: Medición de altura – Guía GLOBE

(figura 33) que corresponde a la distancia del ojo del observador con el suelo.

En la figura 34 se muestran estudiantes del IES Fernando de Rojas utilizando el clinómetro (a la izquierda) y realizando cálculos (a la derecha).



Figura 34: Estudiante del IES usando del clinómetro en el árbol n°5: álamo (a la izquierda) y otro estudiante realizando cálculos matemáticos (a la derecha)

En la figura 35 pueden observarse estudiantes de la EPPI 1345, a la izquierda un grupo midiendo la altura del álamo del sitio Arg1345-ÁLAMO-Parque Bustinza-Pujato donde una alumna con el clinómetro para determinar el ángulo de elevación, allí se muestra el clinómetro ampliado, en este caso construido como una pistola de cartón. En la misma imagen, a la derecha se muestran dos estudiantes registrando datos.



Figura 35: Estudiantes de la EPPI 1345 usando el clinómetro en el álamo del Parque Bustinza (izquierda) y haciendo anotaciones (derecha)

Luego con los datos de las circunferencias y de las alturas de cada uno de los árboles se completa en la página web de GLOBE, la información acorde al protocolo de Biometría correspondiente.

Lista de materiales utilizados

- Fichas de toma de datos de biometría del programa GLOBE
- Clinómetro
- Cuerda
- Cinta métrica
- Cámara fotográfica
- Móvil con la aplicación GLOBE Observar

Resultados

Como hallazgos del proceso de investigación escolar desarrollado se presentan las descripciones agrupando la información más relevante en las siguientes tablas que corresponden a cada uno de los centros educativos de Argentina y España.

Cabe aclarar que cada uno de los equipos GLOBE de las escuelas participantes tomaron mayor cantidad de registros en varias especies comunes, sin embargo en este informe se comunican sólo las mediciones correspondientes a aquellos árboles de las cuales fue posible realizar observaciones a lo largo de las cuatro estaciones en ambos hemisferios.

Registros de mediciones de circunferencias y alturas

A continuación se indican en las tablas III, IV y V los registros de las medidas de Biometría aplicando los protocolos GLOBE y la App Globe Observer por las escuelas de Pujato, Acebal y Salamanca respectivamente.

Tabla III: Mediciones biométricas de los sitios de la EPPI 1345 de Pujato

Nombre común	Nombre científico	Circunferencia (cm)	Altura con Clinómetro (m)	Altura con App (m)
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>	522	20,92	19,47
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	200	9,06	10,44
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	78	7,67	7,95
Plátano de sombra	<i>Platanus hispanica</i>	140	13,69	14,85
Álamo	<i>Populus alba</i>	120	19,96	21,59
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>	71	5,91	6,19

Tabla IV: Mediciones biométricas de los sitios de la EETP 449 de Acebal

Nombre común	Nombre científico	Circunferencia (cm)	Altura con App (m)
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>	460	19,53
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	151	7,23

Tabla V: Mediciones biométricas de los sitios del IES "F. de Rojas" de Salamanca

Nombre común	Nombre científico	Circunferencia (cm)	Altura con Clinómetro (m)	Altura con App (m)
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>	73	11,30	10,95
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	221	19,35	18,67
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	84	10,1	10,2
Plátano de sombra	<i>Platanus hispanica</i>	257	36,05	35,12
Álamo	<i>Populus alba</i>	123	11,85	16,49
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>	180	15,26	12,58

Características de las especies observadas en ambos hemisferios

La tabla VI muestra las **características morfológicas** que han sido observadas durante las visitas a los árboles en cada una de las estaciones en los sitios donde se encuentran las especies en estudio en ambos hemisferios.

Tabla VI: Características morfológicas de los sitios de Pujato, Acebal y Salamanca

Nombre común	Nombre científico	Morfología de la hoja	Tipo de flores	Tipo de frutos
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>	Membranosas, glabras, y lobuladas más claras por el envés, que es glauco.	Unisexuales, las masculinas en amentos colgantes. Las femeninas en grupos de 2 o 3.	Aquenio llamado bellota con un largo peciolo
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	Son enteras y lanceoladas.	Flores unisexuales en amentos.	Son pequeños con una cápsula bivalva, sus semillas tienen un apéndice plumoso (vilano)

Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	Hojas imparipinnadas, con 9 a 13 folíolos lanceolados a ovado-lanceolados y de bordes dentados.	Sus flores suelen ser blancas y sencillas, suelen prosperar entre los meses de abril y de mayo	Frutos alargados llamadas sámaras.
Plátano de sombra	<i>Platanus hispanica</i>	Pecioladas, palmeadas, con los lóbulos superiores más marcados y provistos de dientes anchos.	Unisexuales agrupadas en inflorescencias esféricas de color rojo. Las femeninas de mayor tamaño.	Los frutos forman una bola compuesta de muchos aquenios
Álamo	<i>Populus alba</i>	Las hojas son simples, alternas, ovales o palmeadas, de borde dentado; cubiertas en el envés de una capa densa de pelos de color blanquecino.	Dioica, las flores masculinas son grandes y rojizas y las femeninas son de un color amarillo verdoso. Estas flores aparecen antes que las hojas.	Los frutos se presentan en cápsulas de tipo bivalva, de forma ovoide. Sus semillas tienen pelos suaves.
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>	Cordiformes, borde aserrado, y caducas.	Hermafroditas, inflorescencias tipo cimbras.	Globoso, seco e indehiscente

En la tabla VII pueden observarse los tipos de adaptación relacionados con la polinización y la dispersión de sus semillas correspondiente a las especies arbóreas en estudio.

Tabla VII: Características morfológicas de las especies estudiadas

Nombre común	Nombre científico	Familia	Tipo de polinización	Tipo de dispersión
Roble	<i>Quercus pyrenaica</i>	Fagaceae	Anemófila	Zoocoria
Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae	Anemófila	Anemocoria
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	Oleaceae	Anemófila	Anemocoria
Plátano de sombra	<i>Platanus hispanica</i>	Plantaceae	Anemófila	Anemocoria y zoocoria
Álamo	<i>Populus alba</i>	Salicaceae	Anemófila	Anemocoria
Tilo	<i>Tilia platyphyllos</i>	Malvaceae	Entomófila	Anemocoria

Aplicación de Globe Observer en los sitios de estudio para medir altura

A continuación se muestran las pantallas correspondientes a las mediciones de todos los sitios que se comparan en este trabajo. Se presentan tres grandes figuras donde se incluyen las mediciones de cada centro de estudio.

Sitios de la EPPI 1345 de Pujato.

En la figura 36 se presenta la aplicación de la App en los sitios de la EPPI 1345 de Pujato.

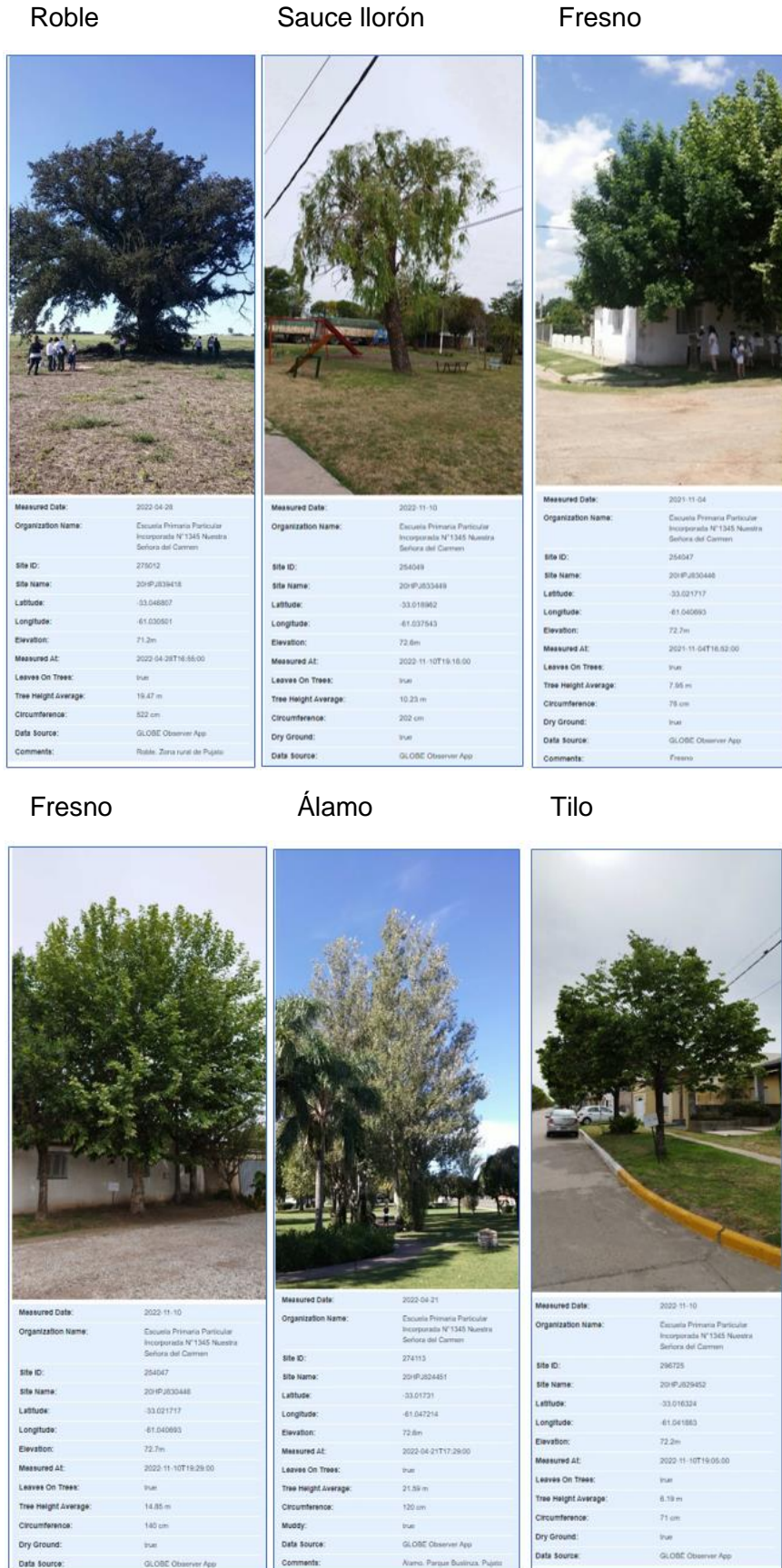


Figura 36: Registros en Globe Observer de los sitios de la EPPi 1345

Sitios del IES “Fernando de Rojas” de Salamanca

En la figura 37 se muestran las mediciones de la IES “F. de Rojas” de Salamanca

Roble	Sauce llorón	Fresno
 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 12/11/2021 13:18:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9645, -5.6568 (40° 57' 52.2", -5° 39' 24.48")</p> <p>Organization: IES Fernando de Rojas</p> <p>Site Name: 30TTL764382</p> <p>Height (m): 10.83</p> <p>Circumference (cm): 70.0</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: Yes; Raining/Snowing: No</p>	 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 01/28/2022 10:30:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9589, -5.656 (40° 57' 32.04", -5° 39' 21.6")</p> <p>Organization: Spain Citizen Science</p> <p>Site Name: 30TTL764375</p> <p>Height (m): 15.52</p> <p>Circumference (cm): 2.2</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: No; Raining/Snowing: No</p>	 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 01/28/2022 11:00:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9607, -5.6551 (40° 57' 38.52", -5° 39' 18.36")</p> <p>Organization: IES Fernando de Rojas</p> <p>Site Name: 30TTL765377</p> <p>Height (m): 10.2</p> <p>Circumference (cm): 84.0</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: No; Raining/Snowing: No</p>
Fresno	Álamo	Tilo
 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 01/25/2022 12:29:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9684, -5.6582 (40° 58' 6.24", -5° 39' 29.52")</p> <p>Organization: IES Fernando de Rojas</p> <p>Site Name: 30TTL763386</p> <p>Height (m): 35.12</p> <p>Circumference (cm): 257.0</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: No; Raining/Snowing: No</p>	 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 01/28/2022 13:02:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9626, -5.6556 (40° 57' 45.36", -5° 39' 20.16")</p> <p>Organization: IES Fernando de Rojas</p> <p>Site Name: 30TTL765380</p> <p>Height (m): 16.46</p> <p>Circumference (cm): 123.0</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: No; Raining/Snowing: No</p>	 <p>Tree Photo</p> <p>Date/Time (UTC): 01/28/2022 10:17:00</p> <p>Data Source: GLOBE Observer App</p> <p>Latitude/Longitude: 40.9634, -5.6573 (40° 57' 48.24", -5° 39' 26.28")</p> <p>Organization: Spain Citizen Science</p> <p>Site Name: 30TTL763380</p> <p>Height (m): 6.22</p> <p>Circumference (cm): 70.0</p> <p>Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: Yes; Raining/Snowing: No</p>

Figura 37: Registros en Globe Observer de los sitios de la IES F. de Rojas

Sitios de la EETP 449 de Acebal

En la figura 38 se muestran las mediciones de la EETP 449 de Acebal

Roble	Fresno
	
Date/Time (UTC): 02/26/2022 16:05:00	Date/Time (UTC): 02/13/2022 15:12:00
Data Source: GLOBE Observer App	Data Source: GLOBE Observer App
Latitude/Longitude: -33.2413, -60.8371 (-33° 14' 28.68", -60° 50' 13.56")	Latitude/Longitude: -33.248, -60.8336 (-33° 14' 52.8", -60° 50' 0.96")
Organization: Escuela de Educación Técnico Profesional N° 449 "Pago de los Arroyos"	Organization: Escuela de Educación Técnico Profesional N° 449 "Pago de los Arroyos"
Site Name: 20HQJ015198	Site Name: 20HQJ018191
Height (m): 19.53	Height (m): 7.23
Circumference (cm): 460.0	Circumference (cm): 151.0
Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: No; Leaves on Trees: Yes; Raining/Snowing: No	Surface Conditions: Snow/Ice: No; Standing Water: No; Muddy: No; Dry Ground: Yes; Leaves on Trees: Yes; Raining/Snowing: No

Figura 38: Registros en Globe Observer de los sitios de la EETP 449

Imágenes y descripción morfológica. Estudio comparativo

- **Roble - *Quercus pyrenaica***

Se inician las descripciones y comparaciones con el roble, especie arbórea que han estudiado en los tres centros educativos.

A continuación se muestran las imágenes de cada especie a lo largo de las estaciones: Verano, Otoño, Invierno y Primavera de Pujato, Acebal y Salamanca (figuras 39, 40 y 41)



Figura 39: Imágenes del roble del sitio Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci-Pujato



Figura 40: Imágenes del roble del sitio *Plaza Domínguez de Acebal*



Figura 41: Imágenes del roble del sitio *Parque de los Jesuitas de Salamanca*

Una actividad comparativa interesante realizada por los estudiantes de la EETP 449 de Acebal fue realizar un dibujo digital utilizando la App SketchBook (Figura 42)

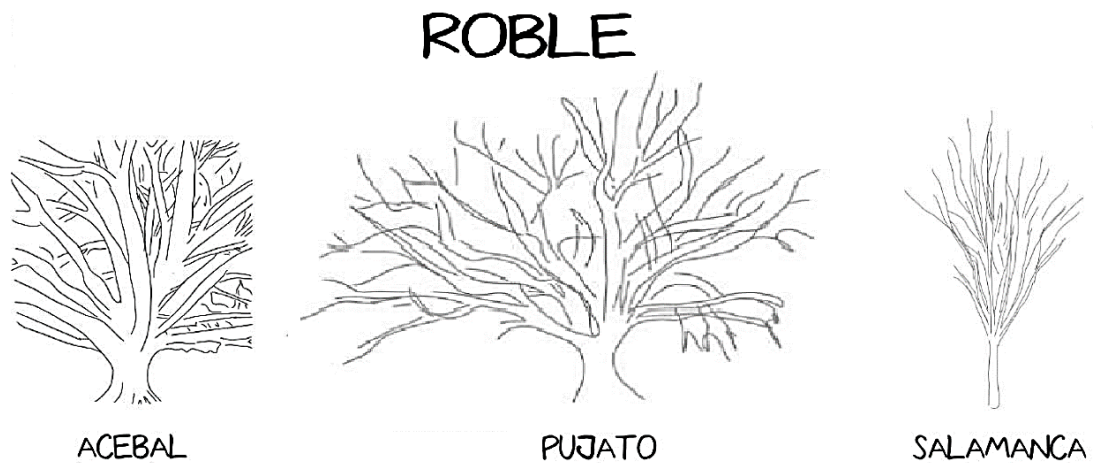


Figura 42: Dibujo digital de los robles en estudio realizado por los estudiantes de la EETP 449

En la figura anterior es posible comparar las estructuras y arquitecturas de estos robles, como puede observarse en los dibujos la forma de los robles de Acebal y Pujato son parecidos, ambos centenarios, con aspecto robusto cuyos troncos fuertes tienen circunferencias similares, de aproximadamente 5 metros y con doseles semejantes que llegan a una altura aproximada de 20 metros. En el caso del dibujo que representa al roble de Salamanca lo muestra mucho

más pequeño, probablemente porque es un árbol más joven, lo que también puede deducirse al ver las medidas de su circunferencia (70 cm) y de su altura (10,8m).

En cuanto a la localización el roble de Pujato está en zona rural, de gran tamaño que podría decirse “en estado natural”. Cuando llega la **primavera** el árbol comienza a llenarse de hojas verdes, que en el **verano** muestra todo su gran follaje, donde también es posible observar gran cantidad de ramas muy bajas que se llenan de hojas.

La fotografía tomada en **primavera** (figura 43) de la cadena de estudiantes de la EPPI 1345 alrededor del roble al igual varias personas requeridas para medir su circunferencia (figura 44) dan idea del tamaño del árbol.



Figura 43: Cadena de estudiantes alrededor del roble de Pujato



Figura 44: Estudiantes rodeando el tronco del roble de Pujato

En la figura 45 pueden observarse en detalle la forma de las hojas del roble que tienen lóbulos redondeados que parten de la línea central. La fotografía fue tomada en **otoño** por lo que pueden distinguirse el cambio de tonalidad ya que nacen en **primavera** y se tornan color verde oscuro en **verano**, antes de su caída en otoño se vuelven marrones al secarse y caerse.



Figura 45 Hojas del roble de Pujato



Figura 46: Hojarasca en la base del roble y un fruto del roble de Pujato

En **invierno** puede verse el árbol desprovisto totalmente de hojas, como se observa en la figura 39. Desde el **otoño** el suelo se cubre de hojarasca (izquierda figura 45) y pueden observarse frutos, -bellotas-, en este caso caídos (derecha figura 46).

Durante el **otoño** (figura 47) y en el invierno (figura 48) se observaron hongos sobre la corteza del tronco del roble. En **invierno** fue posible contemplar diferencias notables, en la cara que da al sur se ven hongos y líquenes, mientras que en la que da al norte no, esto ocurre porque en el hemisferio sur, en las latitudes en las que se están realizando las observaciones de los sitios, el tránsito del Sol a lo largo del día es hacia el norte.



Figura 47: Corteza del roble de Pujato - Otoño



Figura 48: Corteza del roble de Pujato – Invierno – Izquierda vista sur y Derecha vista norte.



Para comparar se describe el roble de Salamanca, que aunque se diferencia por ser un árbol más joven comparte variados aspectos.

El roble de Pujato está en la zona rural rodeado sólo de gramíneas en un radio de 100 metros aproximadamente, luego hay sembrados y algunos otros árboles que rodean una casa rural, mientras que el roble de Salamanca se encuentra en una zona parqueizada, cuyo entorno se describe a continuación. En la cara norte hay un pequeño muro de 1,15 metros con tres árboles muy cercanos a él. En la cara este, a dos metros, hay una pequeña valla y 10 centímetros más adelante un paseo hecho de baldosas. En la cara sur, a 1,78 metros podemos observar otro árbol de menos altura. El suelo está húmedo, con hierba y bellotas a su alrededor. En la cara oeste hay un muro que también limita la estructura del parque en el que se encuentra nuestro árbol de estudio.

En **verano**, apreciamos un árbol esbelto, muy alto con respecto al grosor de su tronco. Presenta multitud de **hojas**, estas son membranosas, brillantes y lobuladas, más claras por el envés, que además es glauco, es decir, sin pilosidad. (Figura 49).

Es más larga que ancha, pero se va estrechando mucho hacia el peciolo, el nervio central marca una división bastante simétrica de los lóbulos y la anchura de la hoja.



49: Hojas del roble de Salamanca - Verano

El fruto, es la bellota, maduración anual, es un aquenio lustroso de color verde en **verano**, como muestran las imágenes con un pedúnculo colgante; la cúpula tiene escamas ovado - triangulares, imbricadas y más o menos soldadas entre ellas (figura 50).

En la visita realizada en **otoño**, a diferencia de otras especies el roble aún tenía muchas hojas de color verde y otras amarillas y marrones. Las bellotas ya han cambiado de color y se muestran marrones.(Figura 51)



Figura 50: Frutos del roble de Salamanca - Verano



Figura 51: Hojas del roble de Salamanca - Otoño



Figura 52: Roble de Salamanca - Invierno

En la figura 52 se observa el roble de Salamanca en **invierno**, se aprecia mejor la arquitectura del árbol puesto que, aunque no haya perdido todas las hojas podemos observar sus ramas interiores.

A los 2 metros, el tronco presenta musgos verdes, que cambia totalmente la apariencia del árbol y sobre todo el color del tronco. A la altura de 1,82 metros empiezan a surgir multitud de ramas más delgadas y todas ellas verticales o paralelas al tronco principal, de las que sales ramas más finas con orientación más horizontal.

Si se agrega en esta comparación el roble de Acebal, es importante considerar que los alumnos de la EETP 449 estudiaron en profundidad las hojas del árbol ubicado en el sitio de la Plaza Coronel Domínguez. Entre otras actividades analizaron los colores, en particular cuando es verde (primavera/verano) y marrón (otoño/invierno) como se ve a la izquierda de la figura 53. También determinaron el color de esas hojas, a partir de la Guía de colores vegetales de GLOBE, a modo de ejemplo se muestran los resultados a la derecha de esa figura.



. Figura 53: Hojas del roble de Acebal, verde y marrón

En esa imagen puede observarse la forma de las hojas del roble de Acebal con los lóbulos redondeados característicos.

Es posible comparar los tres robles, de Pujato, de Salamanca y de Acebal. Previamente ya se comentaron diferencias en cuanto al tamaño, producto de los años de cada ejemplar y el entorno donde se localizan los árboles. Aquí podemos mencionar las similitudes, por ejemplo la

forma de las hojas y el cambio que las mismas sufren del verde de la primavera/verano hacia el amarillo y marrón en otoño para quedar totalmente secas, tal como se ve en las figuras 45, 51 y 53. Asimismo, en otoño, las bellotas que se observan en la figura 46 del roble de Pujato y se mencionan en el roble de Salamanca que se vuelven marrones.

En las fotografías de las figuras 39, 40 y 41 se pueden observar los cambios que los tres robles

- ✓ del sitio Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci-Pujato
- ✓ de la Plaza Coronel Domínguez de Acebal
- ✓ del Parque de los Jesuitas de Salamanca

muestran a lo largo de las estaciones, el cambio de los colores, en particular en las hojas, la caída de las mismas y el aspecto del árbol en general, son modificaciones similares para todos estos robles que se están comparando.

• Sauce llorón - *Salix babylonica*

Con relación a esta especie arbóreas se consideran los sitios definidos por la EPPI1345 de Pujato y por el IES "F. de Rojas" de Salamanca

A continuación se muestran las imágenes de cada especie a lo largo de las estaciones: Verano, Otoño, Invierno y Primavera de Pujato y Salamanca (figuras 54 y 55).



Figura 54: Imágenes del sauce llorón del sitio Arg1345-SAUCE LLORÓN-Plaza de las Américas-Pujato



Figura 55: Imágenes del sauce llorón del Parque de los Jesuitas en Salamanca

Tal como se puede observar en las imágenes estos especímenes son muy similares. Durante el trabajo de campo los estudiantes de ambos centros intercambiaron fotografías, apreciaciones que los llevaron a comentar esta semejanza.

En el caso del sauce de Salamanca fue elegido como sitio de estudio porque es el más grande del parque de los Jesuitas, está ubicado en la zona sur junto a las pistas deportivas, tiene un

gran espacio de césped a su alrededor para que puedan crecer sus raíces, y en verano es regado, por este motivo creemos que se puede haber desarrollado más que otros sauces de su misma edad.

En comparación de tamaños el sauce de Pujato es menor lo que hace suponer que también es más joven.

En ambos casos estos árboles están siempre expuesto a la luz solar, puesto que no recibe sombra de ningún muro, ni de edificios. En cuanto a las temperaturas que soportan, las mismas son muy cambiantes, típicas del clima templado o mesotérmico, acorde a la clasificación de clasificación de Köppen.

En **verano**, estos árboles muestran la típica imagen del sauce llorón con sus ramas cargadas de hojas que llegan casi hasta el suelo. Estas son lanceoladas, mucho más largas que anchas, de borde aserrado y verde claro en la cara inferior, más oscuras en la superior.

A principios de **otoño**, sus hojas se tiñen de un color amarillento y como todos los árboles caducifolios, pierde sus hojas al finalizar esta estación o en **invierno**; esto depende del tiempo, ya que, debido a la disposición péndula de sus finas ramas, estas están muy expuestas al viento y el árbol puede perder antes sus hojas. En **primavera**, cuando surgen las nuevas hojas hacen que el sauce la hojas se ven de color verde.

En ambos casos también pudo observarse la corteza caracterizada por ser gruesa y corchosa, con grandes y pronunciadas fisuras tal como se observa en la figura 56.



Figura 56: Corteza de los sauces, a la izquierda el de Salamanca y a la derecha el de Pujato

- **Fresno – *Fraxinus exelsior***

Con esta especie se realizan descripciones y comparaciones desde los tres centros educativos. A seguir, se observan las imágenes de los fresnos a lo largo de las estaciones en: Verano, Otoño, Invierno y Primavera, en Pujato, Acebal y Salamanca (figuras 57, 58 y 60).



Figura 57: Imágenes del fresno del sitio ARG1345-FRESNO-Poggiani-Pujato



Figura 58: Imágenes del fresno del sitio EETP 449 de Acebal



Figura 59: imágenes del fresno del Parque de los Jesuitas de Salamanca

Se puede observar que los tres árboles son similares, tal vez el fresno de Acebal es algo más robusto y está rodeado de una cobertura de cemento: vereda y calle, mientras que los otros dos están implantados sobre suelo cubierto de herbáceas que se van secando desde el verano

hasta el invierno, para reverdecer nuevamente en primavera. Sin embargo las características de los cambios a lo largo de las estaciones en ambos hemisferios son similares.

En **verano**, el fresno está en su máximo desarrollo de hojas, éstas son imparipinnadas, con 9 a 13 folíolos lanceolados y de bordes dentados (figura 60).

Los estudiantes de la EETP 449 hicieron un estudio detallado de las hojas tanto de la forma como del color (según la Guía de colores vegetales GLOBE). Figuras 60 y 61

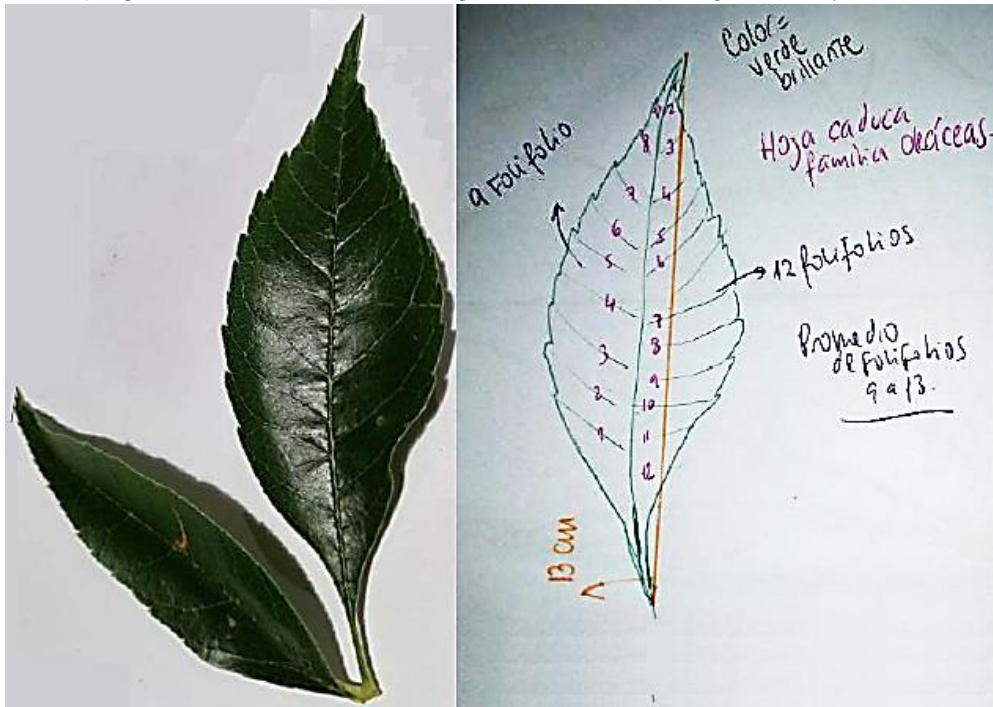


Figura 60: A la izquierda hojas del fresno de Acebal en primavera/verano. A la derecha gráfico con indicaciones de folíolos de 9 a 13.



Figura 61: Comparación de Colores de la Hoja de Fresno a partir de la Guía de Colores Vegetales de GLOBE

Tal como se observa en la figura 61 son bastante oscuras y numerosas, dando un aspecto a la copa de abundancia o frondosidad. De hecho, como se observa en las fotografías de los sitios de Pujato y Salamanca de verano parecen fusionarse las copas con los árboles vecinos, proporcionando bastante sombra al entorno.

En **verano** también pueden verse los frutos (figura 62), estos son de color verde y rodean a la semilla con una estructura adaptada a la dispersión por el viento que recibe el nombre de sámara.

En **otoño** las hojas van cambiando de amarillas a marrones, secos y membranosos. En su mayoría permanecen en las ramas (figura 62) y suelen caer antes que las de otras especies.



Figura 62: Hojas y frutos verdes en verano (a la izquierda) y, amarillos y marrones o (a la izquierda). Sitio de Salamanca.

Una diferencia interesante que puede señalarse entre los fresnos de diferentes hemisferios es la formación de musgos en el tronco. En el caso del fresno de Salamanca (figura 63), localizado en el hemisferio norte, se han formado en la cara norte del tronco, mientras que en los árboles del hemisferio sur, como se aclaró con el roble los musgos cubren la cara sur. Como ya se explicó anteriormente, esto ocurre debido a que el trayecto aparente del Sol a lo largo del día, en el hemisferio norte, en la latitud que corresponde a Salamanca, se produce hacia el sur, es decir hacia ese punto cardinal la incidencia del Sol disminuye la formación de musgos, hongos, líquenes mientras que estos especímenes se forman en la zona más oscura, de sombra y humedad que, para Salamanca, corresponde a la cara norte.



Figura 63: Musgos en la cara norte del fresno de Salamanca

- **Plátano de sombra - *Platanus hispanica***

Se describen y comparan a continuación los sitios ARG1345-PLÁTANO DE SOMBRA-Poggiani-Pujato y el Parque de la Alamedilla donde se encuentra el plátano estudiado por el alumnado del IES “F de Rojas” de Salamanca.

A continuación se muestran las fotografías de los plátanos de Pujato y Salamanca a lo largo de las estaciones del año.



Figura 64: Imágenes del plátano de sombra de Pujato



Figura 65: Imágenes del plátano de sombra de Salamanca

De la observación de las imágenes puede advertirse como únicas diferencias entre ambos ejemplares aquellas relacionadas con los tamaños y las edades de los árboles. Los tamaños se aprecian por las mediciones de biometría que muestran que la circunferencia y la altura del plátano de Salamanca (257 y 35,12 metros) son mucho mayores que las del de Pujato (140 y 14,85 metros). También puede compararse los tamaños relativos de los árboles con las personas y los edificios que se incluyen en las imágenes. Además cuando se han definidos los sitios se aclaró que los estudiantes de Salamanca eligieron este ejemplar por ser el árbol más alto de la ciudad.

En todos los órganos comparados se observan grandes similitudes, de modo que no se exponen ninguna diferencia encontrada en las especies comparadas.

Como ejemplo se muestran algunas características comunes registradas en fotografías. El tronco el plátano de sombra es recto, su corteza asemeja un mosaico de varios colores en la siguiente figura se pueden ver con detalle los troncos de los plátanos de ambos sitios con sus características placas que se van desprendiendo a lo largo del año (figura 66).



Figura 66: Corteza de los plátanos de Salamanca a la izquierda y de Pujato a la derecha

Como una especie caducifolia puede observarse en **verano** un gran follaje, denso y tupido que proyecta una gran sombra, de allí su nombre. Las hojas que son simples, alternas, palmeadas con 3-7 lóbulos tienen gran tamaño. En esta estación son de color verde (figura 67).

Con la llegada del **otoño**, los árboles comienzan a perder su colorido manto, las hojas van cambiando su color hasta llegar al marrón, se secan y caen (figura 68).



Figura 67: Hojas Plátano de sombra de Salamanca



Figura 68: Hojas Plátano de sombra de Pujato



Figura 69: Estudiantes de Pujato en la hojarasca del Plátano de sombra



Figura 70: Hojas nuevas en la Plátano de sombra de Salamanca

El suelo se va cubriendo poco a poco de hojas y la hojarasca bajo el plátano de sombra es una de las estampas más espectaculares de esta estación (figura 69). Finalmente en **invierno** el árbol queda sin hojas, que vuelven nacer en **primavera** con los colores verdes claros (figura 70).

De esa manera en ambos hemisferios las modificaciones que las estaciones producen sobre esta especie arbórea es similar.

- **Álamo - Populus alba**

En el estudio comparativo de esta especie arbóreas se consideran los sitios definidos por la EPPI1345 de Pujato y por el IES "F. de Rojas" de Salamanca

A seguir se muestran las imágenes de cada especie a lo largo de las estaciones: Verano, Otoño, Invierno y Primavera de Pujato y Salamanca (figuras 71 y 72).

Al observar ambos ejemplares y comparar las mediciones biométricas es posible advertir que el álamo de Salamanca (circunferencia: 123cm y altura:16,49m) el de Pujato (circunferencia: 123cm y altura:16,49m) tienen tamaños similares.



Figura 71: Imágenes del álamo de Pujato



Figura 72: Imágenes del álamo de Salamanca

Las hojas con un tono verdoso muy claro en el envés y verde oscuro en el haz es señal clara de que la estación del año es el **verano** (figura 73). Es posible observar que en el ejemplar de España las hojas son más oscuras por fuera que el árbol de Argentina. Las hojas son caducas, simples, alternas, ovales o palmeadas, de borde dentado; cubiertas en el envés de una capa densa de pelos de color blanquecino. Sus frutos son pequeñas cápsulas que se desarrollan en esta época.



Figura 73: Hojas, a la izquierda álamo de Salamanca y derecha el de Pujato

Ambos tienen las copas alargadas, su crecimiento es puntiagudo, sus ramas dirigidas hacia arriba, la corteza de ambos árboles es bastante lisa y de color blanco con grietas grisáceas que muestran algunas zonas más oscuras (figura 74).



Figura 74: Corteza de los troncos de los álamos de Salamanca (a la izquierda) y de Pujato (a la derecha)

Solo se observan diferencias morfológicas en las ramas del ejemplar de Argentina que se desarrollan casi desde su base.

Como se trata de una especie caducifolia se puede observar que en **otoño** las hojas van perdiendo su color verde oscuro y claro, y se van transformando en un verde amarillento y comienzan a caerse, perdiéndolas todas en **invierno**, quedando sus ramas desnudas lo que permite observar con más detalle la arquitectura de cada árbol, que es bastante esbelta, puesto que su tronco principal se eleva hasta bastantes metros, con pequeñas ramas en la parte inferior, y, en lo alto un cúmulo de ramas gruesas y finas, todas ellas sin hojas, que presentan un crecimiento vertical, proporcionando al álamo una copa alargada.

En **primavera** las hojas vuelven a nacer y el álamo muestra un follaje nuevo más claro.

Por tanto, a nivel de adaptación no se observan diferencias, incluyendo su entorno que corresponde a un espacio verde parqueado, en el que cada uno de estos árboles está situado en un suelo con gramíneas. Es decir, las modificaciones que se producen a lo largo de las estaciones del año son similares.

- **Tilo - *Tilia cordata***

Se describen y comparan los tilos de Salamanca y de Pujato.

Una primera diferencia que surge de la comparación de las medidas biométricas para el tilo de Salamanca (circunferencia:180cm y altura: 12,58m) y el de Pujato ((circunferencia:71cm y altura: 6,19m) es que el de España es de mayor tamaño, es mucho más alto, con un tronco más grueso y rugoso, al igual que sus ramas, por tanto tendrá más años.

En cuanto al entorno, ambos son árboles que forman parte del arbolado urbano y tienen su base rodeada de gramíneas. En el caso de Salamanca se encuentra en el Parque de los Jesuitas, en una zona de paseo con tránsito de personas y animales de compañía; tiene un muro en su parte oeste y a su alrededor hay otros dos tilos y pequeños arbustos. El de Pujato está sobre una vereda, próximo a la calle asfaltada y frente a una vivienda que se localiza sobre la dirección este-oeste, del lado norte; entre el edificio y el tilo hay unos pequeños arbustos.

A continuación pueden observarse las fotografías de ambos árboles a lo largo de las estaciones del año (figuras 75 y 76)



Figura 75: Imágenes del tilo de Pujato



Figura 76: Imágenes del tilo de Salamanca

De la observación de las imágenes es posible afirmar que ambos ejemplares presentan morfologías y adaptaciones similares en ambos hemisferios a lo largo de las estaciones del año.

En **verano**, como muestran las fotografías, se observa en ambos hemisferios que los árboles están cargados de hojas de morfología similar y también presentan las flores ya secas con los frutos pequeños aun de color amarillo verdoso lo que indica que todavía no han madurado.

Su copa es grande y redonda, con hojas muy verdes. Tiene forma acorazonada con un marcado nervio central que hace que la hoja acabe una punta, su borde es aserrado, y son muy numerosas por cada rama. Llama la atención, en ambos ejemplares, que el haz de las hojas está dispuesto de modo horizontal, que las permite recoger mayor cantidad de luz y ofrecer más sombra (figura 77). También encontramos pequeñas flores amarillas, con una bráctea de color verde muy claro casi amarillo. Son muy aromáticas y forman pequeños racimos amarillos, en la figura 77 puede observarse en la imagen de la izquierda, que corresponde al tilo de Salamanca.



Figura 77: Hojas de los Tilos de Salamanca a la izquierda y de Pujato a la derecha.

Como es un árbol caducifolio, en **otoño** pierde sus hojas. Se ve que el tilo de Pujato ya las ha perdido en el momento de la visita de los estudiantes de la EPPI 1345 mientras que el tilo de Salamanca presenta aún hojas de color verde, aunque su mayoría ha empezado a cambiar de color, mostrando una gran variedad de tonalidades, que parece que seguir un patrón de colores que va desde el verde pasando por amarillo y acaba en marrón y siempre desde el nervio central hacia el exterior como se aprecia en la figura 78



Figura 78: Hojas del tilo de Salamanca durante el otoño

En **invierno** ambos ejemplares han perdido sus hojas. El ejemplar de España mantiene los frutos durante toda esta estación mientras que el de Argentina los ha perdido. También se observa, que en España alrededor del Tilo no hay herbáceas en invierno y el suelo presenta aun restos de hojarasca y semillas, sin embargo, en Argentina sí que se encuentra más cubierto de vegetación y ya no se observa hojarasca.

Con respecto al tronco, presentan colores y texturas muy diferentes que pueden deberse también a la edad, en el Tilo de España se puede apreciar musgo fundamentalmente en su cara norte, sin embargo, en Argentina no observamos musgo, pero si vemos especies de líquenes que le dan al tronco ese aspecto grisáceo.

En **primavera** el tilo comienza a brotar, en la figura 79 se muestra, en una rama del tilo de Pujato, uno de los primeros brotes en los inicios de la primavera, que se transforman en las nuevas hojas que llenan la copa del árbol con un follaje de color verde claro brillante como se puede observar en las imágenes 75 y 76

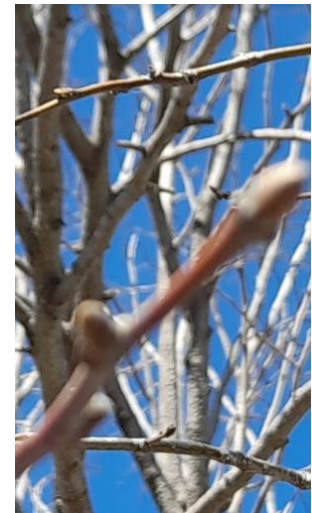


Figura 79: Brote en el tilo de Pujato

Como con las especies anteriores, estos dos tilos son muy parecidos, las modificaciones que pueden verse a lo largo de las estaciones del año son similares, a nivel de adaptación no se observan diferencia.

Discusión

Los árboles son muy importantes para el ambiente. Ejecutan varias funciones que favorecen a los centros urbanos. Mejoran la calidad del aire, ya que reducen la contaminación atmosférica. Generan oxígeno, absorben dióxido de carbono, también reducen la contaminación sonora. Pueden aumentar la humedad y hacen disminuir o aumentar las temperaturas. dependiendo de la época del año, incluso pueden purificar el agua gracias a sus raíces. Los árboles también albergan un gran ecosistema formado por aves, todo tipo de invertebrados, líquenes, entre otros. Ofrecen una compensación ante los fríos edificios de las zonas urbanas, proporcionando a sus pobladores beneficios estéticos, sociales y psicológicos (Bastin y otros, 2019)

De modo que es posible decir que los árboles mejoran la salud y el bienestar de las personas en los poblados y otras áreas, y que son muy importantes para la existencia en este planeta. Es por eso que, estudiar los árboles del entorno donde uno habita, dentro de un proyecto escolar, posibilita conocer con más detalle sus funciones, la importancia de conservarlos y sobre todo seguir reforestando, no solo los bosques, sino los centros urbanos.

Además, se ha aprendido que, al observar detalladamente los árboles para describir sus características morfológicas, tomar datos de biometría y realizar fotos para después compartir con un grupo de estudiantes del otro hemisferio, permite entender mejor las adaptaciones de los árboles a su entorno que también es el propio. Y tras haber visto sus cambios a través de las estaciones, en ambos hemisferios, es interesante continuar trabajando en proyectos de este tipo, por un lado, para observar cómo el cambio climático afecta a las especies arbóreas presentes en las zonas urbanas y por otro, para transmitir y divulgar el conocimiento a la población.

Conclusiones

El estudio descriptivo que se ha desarrollado en este proyecto permite responder las preguntas de investigación planteadas inicialmente.

Se puede decir que los árboles estudiados en latitudes templadas tanto en el hemisferio norte (Salamanca en España) como en el hemisferio sur (Pujato y Acebal en Argentina) muestran variaciones morfológicas y funcionales a lo largo de las estaciones del año y que esas modificaciones están relacionadas con el desarrollo de órganos (hojas, flores, frutos y semillas) que permiten su nutrición, relación y reproducción.

Con respecto a las especies de árboles comparados, no se han encontrado diferencias significativas, salvo las relacionadas con las fechas de las estaciones, la edad de las especies o al sitio donde se encuentran localizadas. Sin embargo, dichas diferencias no dependen directamente de las características propias de las especies estudiadas.

Se evidencian similitudes en cuanto a la época de caducidad de las hojas, el color del follaje, la forma de las hojas, la estructura del tronco y sus ramificaciones, la corteza, la arquitectura arbórea, entre varios detalles descriptos. Lo antedicho permite afirmar que los efectos de las estaciones en los árboles estudiados son iguales en el hemisferio norte y en el hemisferio sur.

Una observación llamativa e interesante, ya mencionada, es una diferencia que no corresponde a modificaciones funcionales sino que es una característica distintiva de cada hemisferio, en particular dependiente del movimiento aparente del Sol en el cielo. Es el hecho que, como el clima templado favorece el crecimiento de líquenes y musgos sobre los troncos, en Argentina estos especímenes se presentan sobre la corteza que queda hacia el sur, porque acorde a la latitud de Pujato y de Acebal, (hemisferio sur), el Sol nunca les da en esa cara, porque su tránsito aparente en el cielo es por el norte. En cambio, en Salamanca (hemisferio norte), sucede lo contrario, los líquenes y musgos proliferan en la cara que da hacia el norte, ya que por su latitud la sombra se encuentra hacia ese punto cardinal.

Además es posible afirmar que los árboles están adaptados a un clima similar y a la variación de las horas de luz, independientemente de vivir en un hemisferio u otro.

Con respecto a la biodiversidad en las zonas urbanas, se ha evidenciado que este estudio tan detallado -basado en la observación, la escucha, la precisión en la toma de datos y el posterior análisis de las imágenes- ha permitido comprender que alrededor de los árboles se generan

comunidades de especies que aumentan la biodiversidad en dichas zonas y que por tanto es muy importante para la ingeniería y el diseño de las nuevas ciudades generar grandes áreas con arbolado.

Por último, se destaca la importancia y el impacto que ha tenido en el aprendizaje el trabajo colaborativo. Se ha aprendido mucho sobre los árboles y su función beneficiosa en las ciudades, pero lo que más ha dejado como enseñanza este proyecto ha sido la posibilidad de trabajar y compartir datos científicos con otros estudiantes a miles de kilómetros de distancia. Además, viviendo en otro hemisferio diferente, se ha aprendido que en los hemisferios sur y norte las estaciones son opuestas, que cuando en uno es verano en el otro es invierno y cuando es primavera en uno, en el otro es otoño. Asimismo, se han podido distinguir que los ciclos lectivos también son diferentes y relacionados de algún modo por las condiciones climáticas impuestas por las estaciones del año.

El hecho de trabajar sobre las adaptaciones de las especies en su entorno ha hecho reflexionar sobre el trabajo de los equipos, tanto en Argentina como en España, los cuales han podido adaptarse a los horarios y las estaciones de ambos hemisferios para poder llevar a cabo este proyecto, cumpliendo con el objetivo general del trabajo.

Cabe aclarar que cada centro educativo ha ido completando el trabajo e incorporado otras actividades vinculadas con el contexto histórico, cultural y artístico, enriqueciendo de esa manera el estudio realizado. En este aspecto se consideró, la connotación cultural del árbol, tal como lo expresa el Ministerio de Ambiente y Cambio climático de la provincia de Santa Fe, Argentina:

El árbol ha estado desde siempre en las expresiones culturales de los pueblos, vinculado a valores, creencias e hitos históricos, evocado en mitos, leyendas, en la literatura y en las artes plásticas. Tiene una condición privilegiada y un alto valor simbólico: es la naturaleza en su mejor expresión (2021, p.7)

Todas las actividades realizadas en este estudio han resultado de sumo interés para la comunidad educativa de los centros GLOBE intervinientes. Para los estudiantes, tanto para los niños del nivel primario (Pujato) como para los adolescentes y jóvenes del nivel secundario (Acebal y Salamanca), resultó gratificante el intercambio y la adquisición de nuevos conocimientos con metodologías diferentes a las habituales. Para los docentes resultó enriquecedor el intercambio profesional, la posibilidad de acordar formas de trabajo de manera colaborativa aunando criterios y procedimientos para lograr los objetivos comunes planteados. Esta motivación ha sido muy importante porque ha abierto un camino de crecimiento tanto en el conocimiento como en la actitud hacia el ambiente, en particular hacia los árboles, ya que se promueve una mirada global, promocionando el cuidado y el respeto por la biodiversidad que se desarrolla de la misma manera en Pujato, Acebal y Salamanca.

Para finalizar se espera que este tipo de estudio planificado con esa mirada global pueda, como afirma Mellilo (2011): "servir de base a una conciencia ecológica, a amar, respetar, admirar y comprender el ecosistema global del cual formamos parte" (p.23).

Bibliografía

a. Materiales listados

- Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79.
- Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: *World Map of KöppenGeiger Climate Classification updated*. Meteorol. Z., 15, 259-263. http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/pdf/kottek_et_al_2006_A4.pdf
- Melillo, F. (2011). *Educación ambiental. Ideas y propuestas para docentes. Nivel primario*. Ministerio de Educación - Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS). http://www.unter.org.ar/imagenes/nivel-primario_FUNDAMENTOS.pdf
- Ministerio de Ambiente y cambio climático.(s.f.). *Arbolado público. Listado de especies adecuadas para arbolado público en la Provincia de Santa Fe*. <https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/download/258651/1361577/>
- Ministerio de Ambiente y Cambio Climático de Santa Fe (2021) *Guía de Arbolado Público*. Santa Fe, Argentina. <https://www.santafe.gob.ar/index.php/web/content/download/266706/1394714/>
- Ministerio de Medio Ambiente (s.f.) *Arbolado Público. Elección de especies forestales para ambientes urbanos de la Provincia de Santa Fe*. <https://acortar.link/ONgB9j>
- Radio Facundo Quiroga (16 de marzo 2018) *Anahí - Y la leyenda de la Flor del Ceibo*. <https://www.youtube.com/watch?v=nn7Rf5Xk9aA>
- Ricker, M. y Rincón, A. (2013). *Manual para realizar las colectas botánicas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Instituto de Biología. UNAM. México. https://www.snieg.mx/DocAcervo/INN/documentacion/inf_nvo_acervo/SNIGMA/Inv_Nac_For_Suelos/INFyS_2013_Anexo_manual_colectas_botanicas.pdf
- Schilthuizen, M. (2020). *Darwin viene a la ciudad: la evolución de las especies urbanas*. E. Jordá Trad. Turner. (Obra original publicada en 2018) <https://www.perlego.com/book/1865000/darwin-viene-a-la-ciudad-la-evolucion-de-las-especies-urbanas-pdf>
- Sketchbook (2022) [Aplicación móvil]. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.adsk.sketchbook&hl=es&pli=1>
- Terrasa, S. (10 de diciembre de 2018). *Clasificación climática de Köppen*. Geografía. <https://geografia.laguia2000.com/climatologia/clasificacion-climatica-koppen>

b. Materiales GLOBE usados

- Programa GLOBE.(2005). *Investigación de Aprendizaje GLOBE. Investigación de Cobertura Terrestre / Biología* https://www.globe.gov/documents/10157/381040/land_chapter_es.pdf
- Programa GLOBE. (2005). *Guía del Maestro. La Tierra como sistema*. https://www.globe.gov/documents/10157/381040/earth_chap_es.pdf

Programa GLOBE (2005). *Instrumentos de Investigación. Cobertura Terrestre/Biología*.
http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/cobertura_terrestre_y_biologia/protocolos/instrumentosdeinvestigacion.pdf

Programa GLOBE (2017). *Biosphere. Carbon Cycle Tree Circunference Student Field Guide*.
<https://www.globe.gov/documents/355050/cd26cbd8-b86d-48ce-83e4-d2e3103b4d7d>

Programa GLOBE Organizaciones: *Escuela Primaria Particular Incorporada N°1345 "Nuestra Señora del Carmen"*. <https://www.globe.gov/web/escuela-primaria-particular-incorporada-n.-1345>

Programa GLOBE Organizaciones: *Escuela de Educación Técnico Profesional N° 449 "Pago de los Arroyos"* <https://www.globe.gov/es/web/escuela-de-educacion-tecnico-profesional-n-449-pago-de-los-arroyos>

Programa GLOBE Organizaciones: *IES Fernando de Rojas* <https://www.globe.gov/es/web/ies-fernando-de-rojas>

Globe Observer (2019) [Aplicación móvil]. Google Play
<https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.nasa.globe.observer>

Videos de You tube:

Presentación EPPI 1345 Pujato y los ceibos 2021.
<https://www.youtube.com/watch?v=tZarWYZp7zA>

Radio Facundo Quiroga (16 mar 2018) ANAHÍ y la leyenda de la Flor del ceibo.
<https://www.youtube.com/watch?v=nn7Rf5Xk9aA>

Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci - Pujato – INVIERNO: <https://youtu.be/PLMoE8oQKqA>

Arg1345-ROBLE-Campo Lambertucci - Pujato – VERANO: <https://youtu.be/fhSSZ8dHQ-Q>

Arg1345-SAUCE LLORÓN – Plaza de las Américas – Pujato – INVIERNO:
<https://youtu.be/FXGQacFH6EM>

Arg1345-ÁLAMO – Parque Bustinza - Pujato – INVIERNO: https://youtu.be/QF2_5H5i61U

INSIGNIAS

Ser Colaborador

Este trabajo ha sido un proyecto colaborativo ya que en todo momento los estudiantes de cada centro, de Argentina y España, se han dividido en grupos y dentro de ellos repartido el trabajo para ser más eficaces a la hora de la ejecución de las diversas tareas a realizar para poder completar con éxito el proyecto. No solo se ha colaborado entre los propios alumnos dentro de la misma escuela, sino se han realizado videollamadas entre la Escuela de Educación Técnico Profesional N.º 449 "Pago de los Arroyos" de la localidad de Acebal, Santa Fe, Argentina; la Escuela Primaria Particular Incorporada N.º 1345 "Nuestra Señora del Carmen" de Pujato, Santa Fe, Argentina y el IES "Fernando de Rojas" de Salamanca, España, con el fin de entrar en contacto, conocerse y poner en común las actividades a realizar, coordinar el trabajo, acordar criterios, entre otras cuestiones. Además de trabajar con archivos y carpetas compartidas en la nube de internet donde se iba proporcionando la información necesaria para poder completar las diversas tareas del proyecto. Este es un mero ejemplo de cómo los participantes de las tres escuelas han sido capaces de, aun estando a cientos de kilómetros, trabajar en equipo y colaborar entre todos para que este proyecto siguiera adelante.



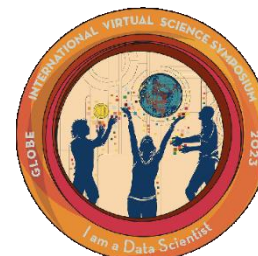
Hacer un impacto

Este proyecto genera un impacto social y sobre todo educativo, en cada una de las personas que han colaborado. Con todo el trabajo desarrollado se ha comprendido el gran valor de los árboles, puesto que son muy importantes para todos los seres vivos, ya que, entre otras cosas, transforman el CO₂ en oxígeno mediante su proceso más importante, la fotosíntesis. A la vez, también se ha aprendido a valorar los árboles de otros países y a identificar sus semejanzas y diferencias. Por último, se han adquirido habilidades para el desenvolvimiento y trabajo con personas de otros países, en este caso, Argentina y España. Asimismo se ha comenzado una nueva relación educativa entre centros que trabajan con el programa GLOBE.



Ser un científico de datos

Este proyecto merece ser recompensado con esta insignia, ya que se han recogido diferentes datos cuantitativos acerca de la altura, la circunferencia y medida de las hojas de distintos árboles. Para ello, se ha tenido que manejar varios instrumentos de medida, como la cinta métrica o el clinómetro, se han aplicado conocimientos matemáticos como aplicación de escala, construcción de triángulos, cálculo de la tangente de un ángulo, aplicación de promedios y uso de tablas. Todo esto, añadido a los datos cualitativos acerca de la descripción de los árboles que ha permitido elaborar tablas de datos y manejar multitud de imágenes digitales con las que se ha podido comparar las características más relevantes de los cambios producidos en los árboles a



través de las estaciones entre el hemisferio norte y el hemisferio sur. Todo ello ha ayudado a ejecutar un proyecto de investigación colaborativo más efectivo.