

"Analysis of the Tree Coverage Change in Loma Verde, Buenos Aires, Argentina over the Last 13 Years"

[Traducción en español](#)

Andreola, A.; Aquilini, C.; Arenaza, S.; Cabona, S.; Festa Console, C.; Figueroa Jalil, L.; Fuente, L.; Gabio Romeiro, F.; García Camporro, M.; Gonzalez, T.; Herdegen, S.; Herdener, N.; Lacaruso, J.; Lacouzzi, V.; Lurbe, O.; Marelllo, V.; Marmolejo, F.; Mata Cobas, F.; Miravé, F.; Odriozola, L.; Pastorino Menoyo, S.; Perez Ramirez, P.; Riera García, M.; Rousseaux, J.; Santana, Z.; Sardinias, M.; Turale, M.; Vera Lorenzo, B.; Vergara, A.; Bartrons, P¹, Amato, M.I²

¹ Senior 3 Students from St. Luke's College, Loma Verde, Buenos Aires

² Geography Teacher at St. Luke's College, Loma Verde, Buenos Aires

Summary

St. Luke's College was founded in 2010 in Escobar, Buenos Aires, Argentina. It is characterized by its green areas. The area has experienced growth in recent years, maintaining partial urbanization. Many green areas have been transformed into other types of land cover. Our work is focused on characterizing the tree coverage present in the vicinity of the school and the possible impacts of its changes over time. To achieve this objective, the following research questions were formulated: a) How did tree coverage change in the area of our school between 2010 and 2023? b) Was deforestation observed in the study area? c) How did the recent droughts, smoke, and fire outbreaks in the area influence tree coverage? d) How does NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) help detect changes in biomass production?

The methodology applied to answer the questions involved fieldwork to assess tree biometrics using the GLOBE Observer App and desk work to obtain data on environmental variables influencing tree growth: temperature and precipitation from the METEOBLUE website.

Additionally, satellite information from Global Forest Watch was used to evaluate tree coverage loss, NASA Firms and Worldview were used to analyze heat sources and smoke from fires. The results revealed that no deforestation occurred in the area for the construction of the school. The analysis of meteorological variables over time showed an increase in temperature and a decrease in precipitation in recent years. During the recent droughts, heat sources increased due to fires originating from the Paraná Delta area, which reached the area due to wind action.

Keywords: Tree Height. Biometrics. Tree Circumference. GLOBE Observer App. Tree Coverage. NDVI.

1.INTRODUCTION

Within the framework of the "Trees within LAC" campaign, a formative research campaign organized by the GLOBE Regional Office LAC, aimed at recognizing tree species in the localities where students reside and their dynamics over time through field measurements following GLOBE biometrics protocols (The GLOBE Program, 2014).

Land cover in an area refers to the distribution and composition of different types of natural surfaces or areas utilized by humans in a specific geographic area (Bilenca et al., 2012). Studies of land cover are important for understanding how land is utilized and modified in a given region. This can be useful for land use planning, natural resource management, environmental conservation, and decision-making in areas such as agriculture, forestry, construction, and environmental protection (Matteucci, 2012a; Matteucci, 2012b).

Land cover can change over time due to natural factors such as vegetation growth, soil erosion, or extreme weather events, as well as due to human activities such as urbanization, deforestation, intensive agriculture, and mining. Monitoring and analyzing these changes are essential for understanding trends and impacts in a region (Fernández, 2022).

Considering the above, the students formulated the following research questions:

- a) How did tree coverage change in the area of our school between 2010 and 2023?
- b) Was deforestation observed in the study area?
- c) How did recent droughts, smoke, and fire outbreaks influence the area?
- d) To what extent is NDVI useful for detecting changes in biomass production?

To answer the research questions, the following general objective was proposed: Analyze changes in tree coverage in the vicinity of the school by identifying their main drivers of change. To achieve the general objective, the following specific objectives were proposed:

1. Describing changes in coverage
2. Identifying patterns of precipitation change between 2010 and 2023

3. Identifying and analyzing fire outbreaks that could have influenced coverage changes

4. Identifying seasonal changes in vegetation coverage using NDVI

The hypotheses formulated are as follows:

H1: Land and tree coverage in the area surrounding our school increased since the beginning of its construction.

H2: Some phenomena such as smoke, fire outbreaks, and droughts negatively influenced the ecosystems in the area.

H3: NDVI helped identify periods of increased vegetation growth.

2. METHODS AND MATERIALS

2.1 Study Site

St. Luke's College Haras Santa María (HSM) is located in Loma Verde, 60 km from CABA (Autonomous City of Buenos Aires), in the Partido of Escobar. Its exact coordinates are: Latitude: 34.34445808275812 South, Longitude: 58.848522404084704 West. Furthermore, St. Luke's College is located next to the neighborhood called Haras Santa María. The school has multiple green areas that are used during recess and physical education classes. Surrounding the neighborhood are farms and crop fields that encircle St. Luke's College. The study site includes the school premises and approximately one kilometer around it. According to the climate classification by Kotttek et al., 2006, the area corresponds to classification Cfa (Warm temperate climate, humid with hot summers). The study area encompasses the ecoregions: Delta and islands of the Paraná and Pampa. The Delta features forests and shrubs with vines and epiphytes, in thin riparian strips on embankments, grasslands, and pastures. The Pampa constitutes one of the largest and most species-rich temperate grassland areas, especially communities dominated by grasses.

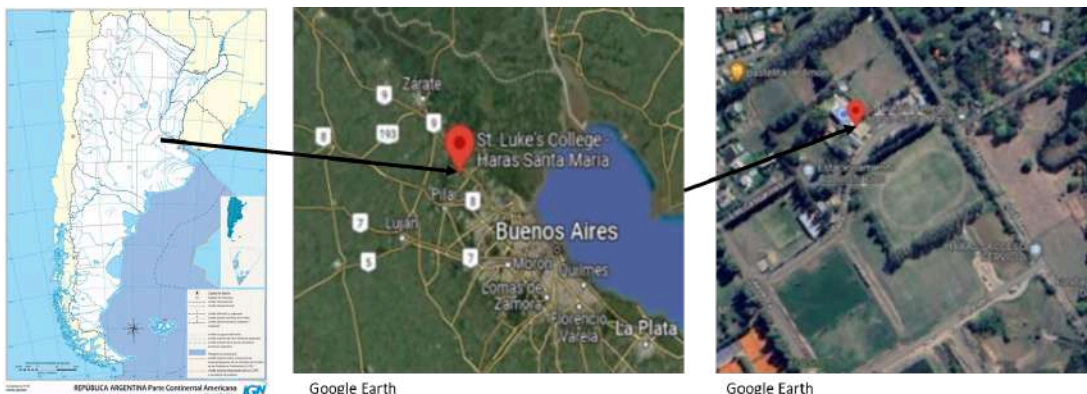


Fig. 1. Study Site, Loma Verde, Province of Buenos Aires.

As a physical characteristic, our area corresponds to the Pampas Plain, which offers optimal conditions for the development of agricultural and livestock activities.

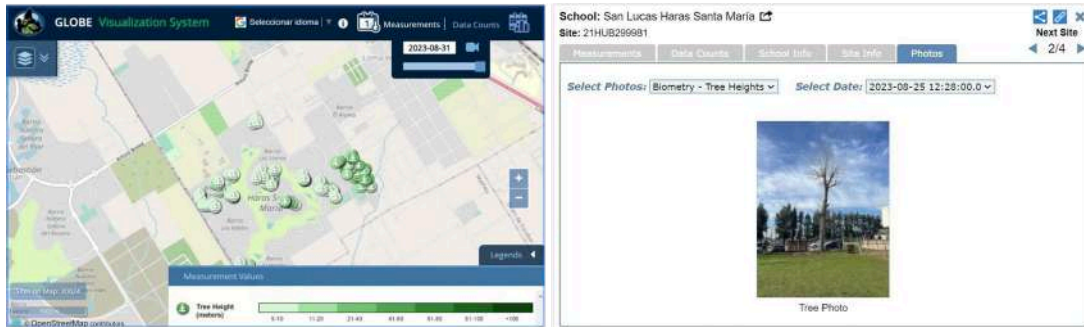


Fig. 2. Sampling of tree coverage on the premises of St. Luke's College and surrounding areas. Source: The GLOBE Program.

2.2 Fieldwork

2.2.1 Tree coverage assessment:

To conduct tree measurements, the GLOBE Observer App: Trees was used. Work teams were formed to measure the trees in different sectors of the school. (Fig. 3)



Fig. 3. Sites for measuring tree height and circumference on the school premises.

Measurements were taken from the year 2021 to 2023. During the field outings, data on tree height and circumference, location (latitude and longitude), and the elevation of the terrain where the trees are located were recorded and organized. Meteorological data were obtained from Meteoblue, which summarizes temperature and precipitation records obtained from satellites over the last 20 years. For the analysis of fires, data on heat sources provided by NASA-FIRMS were used.

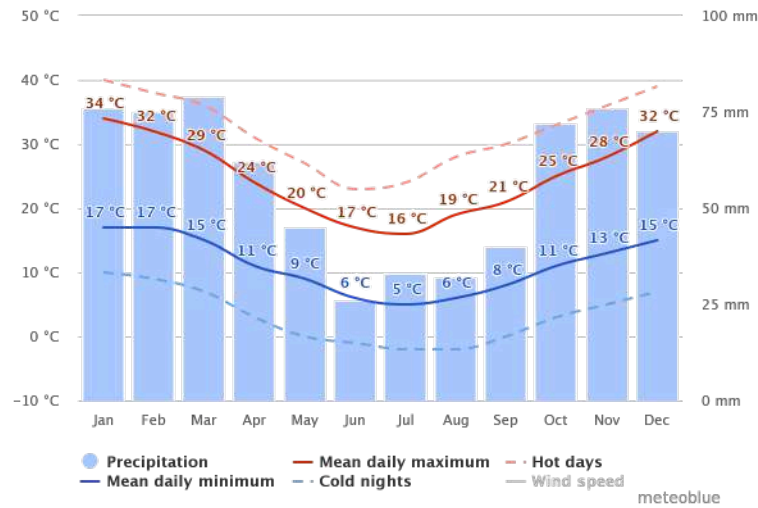


Fig. 4. Climograph of the study site. Meteoblue, 2023.



Fig. 5. Students using the GLOBE Observer app to measure tree height and circumference.

2.2.2 Evaluation of Meteorological Data:

Meteorological data were obtained from Meteoblue (which is based on measurements from GOES, ACQUA TERRA, and SUOMI satellites), summarizing temperature and precipitation records for the studied area.

2.2.3 Evaluation of the main drivers of land cover:

Assessment of land cover changes

To complement field data, satellite information was used, including: a) changes in tree coverage taken from Google Earth in different years. Tree coverage loss from Global Forest Watch (GFW).

Biodiversity Status and Tree Height Gain and Loss on Resource Watch

The NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) is a parameter used to calculate plant density and understand changes in their health. This method utilizes red and near-infrared light. Healthy plants absorb most of the visible light and reflect large amounts of near-infrared light. Healthy vegetation appears in different shades of green; light green indicates little vegetation, while white areas indicate areas without vegetation or represent roads, buildings, etc.

Fire Analysis:

For the fire analysis, data on heat sources provided by NASA-FIRMS and GFW were used. Additionally, Wordview was used to access old and current Landsat satellite images. MODIS images were combined with heat sources to detect smoke from fires. Carbon monoxide emissions from fires were obtained from EarthNull.

Data Analysis

For the analysis of the data collected, the interpretation obtained from the use of the GLOBE Observer application was performed. In Fig 5., measurements taken by the students are observed. The majority of trees are located around the school building, in the sports fields, and along the school driveway.

3. RESULTS

In the study area, it was observed that most trees are young with an average circumference of 136 cm, but some specimens reach 380 cm. This is because most were planted in recent years. The minimum height refers to the youngest trees, which are fruit trees. The average height is 12 m. According to interviews with locals, the tallest trees date back to periods before the school was built. The integration of two trees into the architectural design reflects this. The tallest trees also have the largest circumference. The difference in tree circumference is due to them being different species. Changes in land cover were also glimpsed due to rapid urbanization for the creation of the neighborhood and school. Currently, urbanization continues. Based on the analysis of satellite images, the development of heat sources and smoke from the delta area could be visualized. Considering the importance and raising awareness of environmental care with the students, reflection was made on the benefit of planting native trees in the school area.

3.1 Biometrics



Fig. 6. Sampling of trees in the surroundings of the school. Source: Own data

The recorded tree species are: Oaks (*Quercus robur*), Pines (*Pinus*), Mulberries (*Morus alba*), Cedar (*Cedrus* sp.), Poplars (*Populus alba*), Sheoaks (*Casuarina cunninghamiana*), and Bald Cypress (*Taxodium distichum*). (Gutiérrez, M., 2023)

As part of the ENO Program (Environment Online), the school has conducted native tree plantings between 2015 and 2023, including Jacaranda (*Jacarandá mimosifolia*) and fruit trees such as lemon, mandarin, and orange.

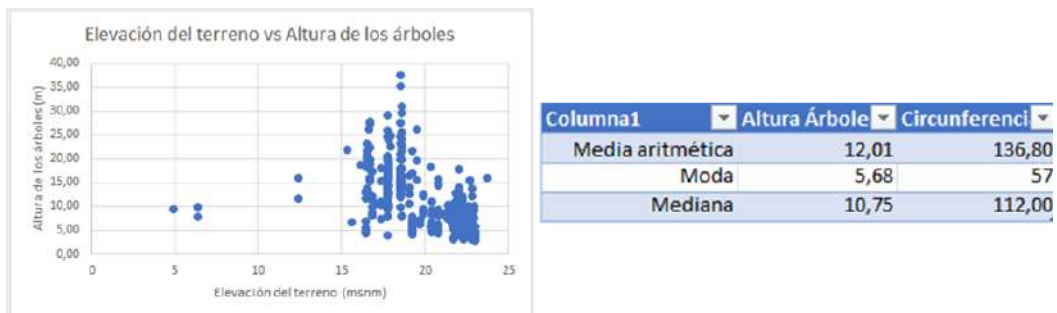


Fig. 7. Height and circumference of trees on the school premises, according to terrain elevation. Source: Own measurements.

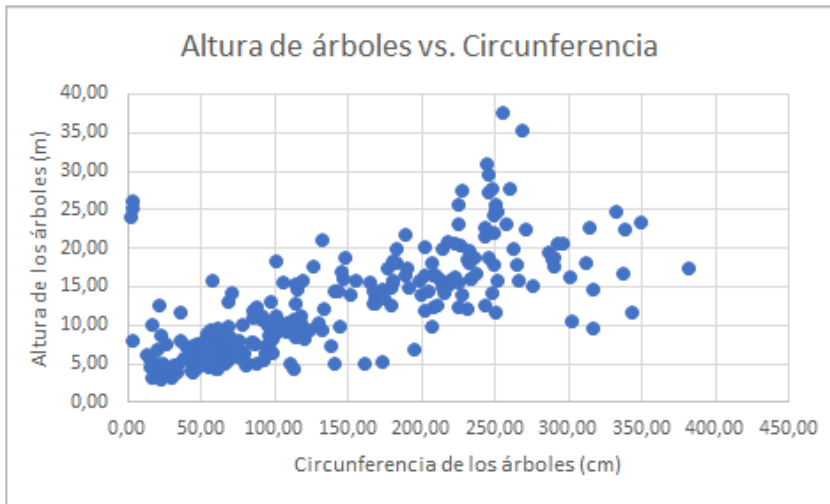


Fig. 8. Correlation between the height and circumference of trees on the school premises.
Source: Own measurements.



Fig. 9. Tree species of St. Luke's College.

3.2 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

The NDVI reflects the vegetation growth period, with a higher intensity of green during the period when plants develop more foliage. Figure ... shows that during the summer, vegetation reaches its maximum development.

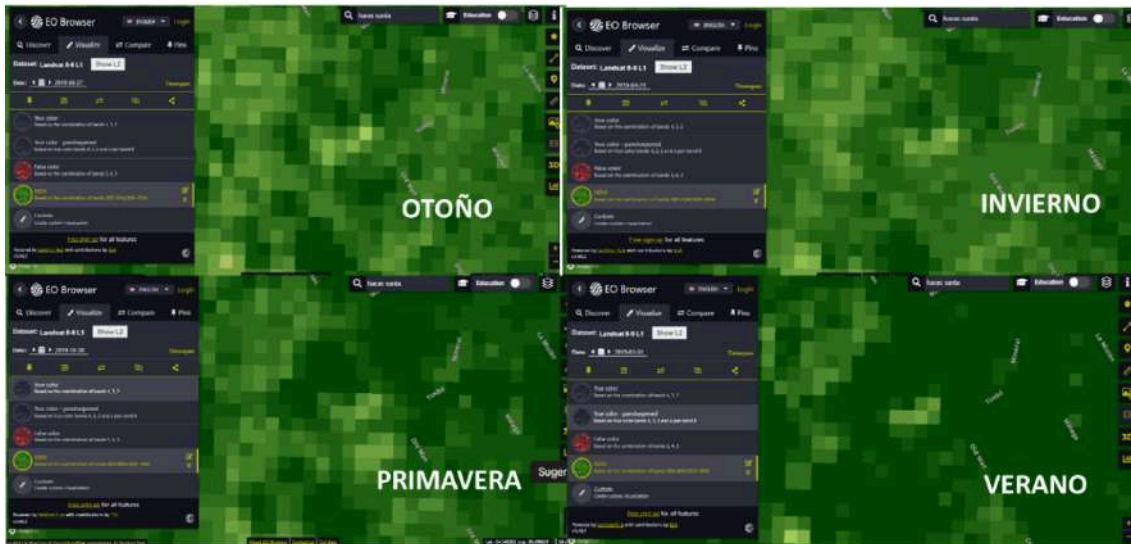


Fig. 10. Seasonal changes during the year 2022. Source: EO Browser (SENTINEL 2 Satellite).

3.3 Trends in Meteorological Variables

Data from Meteoblue (period 1972 to 2021) show a trend of increasing temperatures and decreasing precipitation for the study area. (Fig. 6)

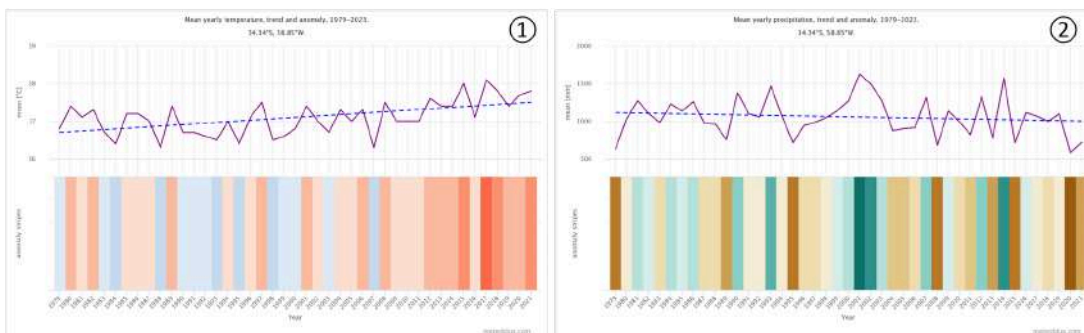


Fig. 10. Trends in (1) Temperatures and (2) Precipitation. Source: Meteoblue (school area)

3.4 Drivers leading to changes in coverage

Identification of fire outbreaks

Since late 2019 to the present, there has been a drought classified as moderate to severe in the wetland ecosystem corresponding to the Paraná River Delta. This situation has facilitated

the occurrence of fires (Montico, et al., 2023). The vast majority of them occurred in areas near the school and in the Paraná Delta area, which is a few kilometers away.

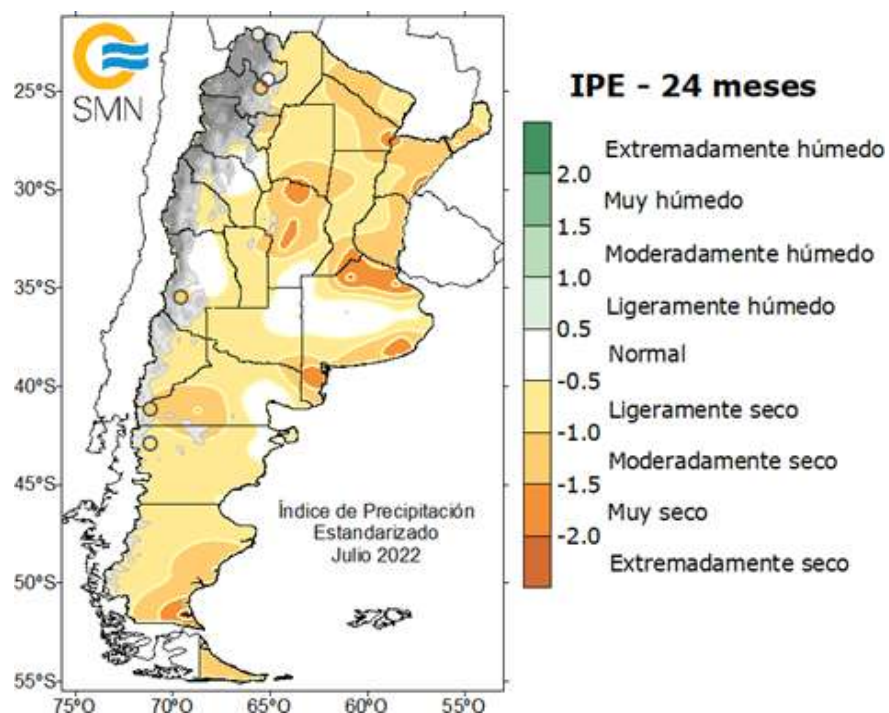


Fig. 11. Spatial variation of Standardized Precipitation Index from July 2021 to July 2022. Source: SPI. National Meteorological Service. SMN

The calculation of the Standardized Precipitation Index (SPI) by the National Meteorological Service (SMN) for the year 2022 recorded that the studied area experienced a prolonged drought (SMN, 2023), leading to numerous fires (Montico, et al., 2023).

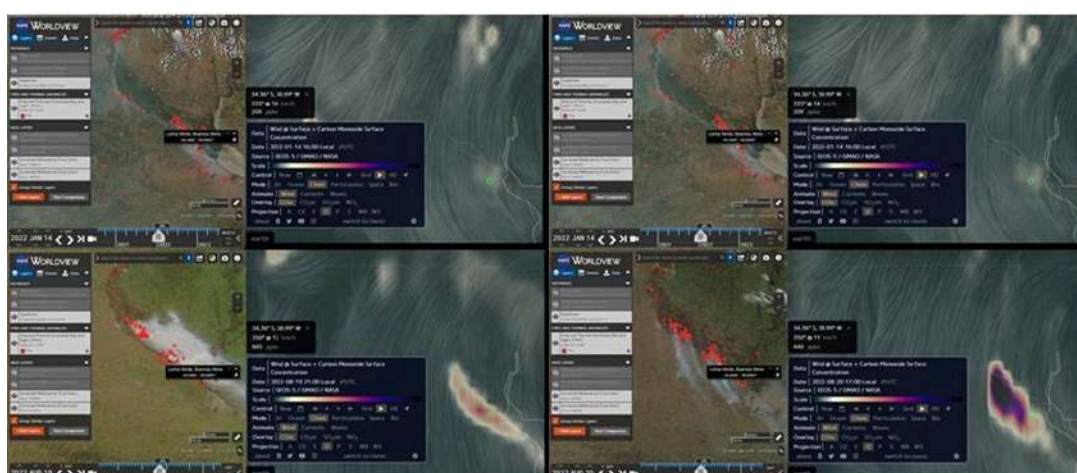


Fig. 12. Situation of fire outbreaks and smoke in the Delta area. Some cases during the year 2022. Source: Worldview and Earth Null.

In Fig. 12, heat sources, wind circulation, and smoke in the Delta area are shown. Due to the southeast wind direction, the smoke reaches the school area and surrounding areas. Satellite images from Google Earth show changes in land cover. From a rural area in 1985 to a partially urbanized zone. Around the year 2005, the Haras Santa María neighborhood was founded. Subsequently, in 2010, St. Luke's College was founded. Many of the current trees can be observed from the year 2010.



Fig. 13. Comparison of satellite images of the studied area from the years 1985 (first Landsat image), 2010 (beginning of school construction), and 2023 (current). Source: Google Earth.

Resource Watch shows areas with biodiversity loss in red and orange due to the construction of the neighborhood (Fig. 10), while other areas where biodiversity remains intact have values of 0.82 or 0.83 for the year 2005 (last available data). Data from Global Forest Watch (GFW) indicate that in the Escobar district, 173 hectares of tree cover were lost, equivalent to a decrease of 6.6% in tree cover since the year 2000.

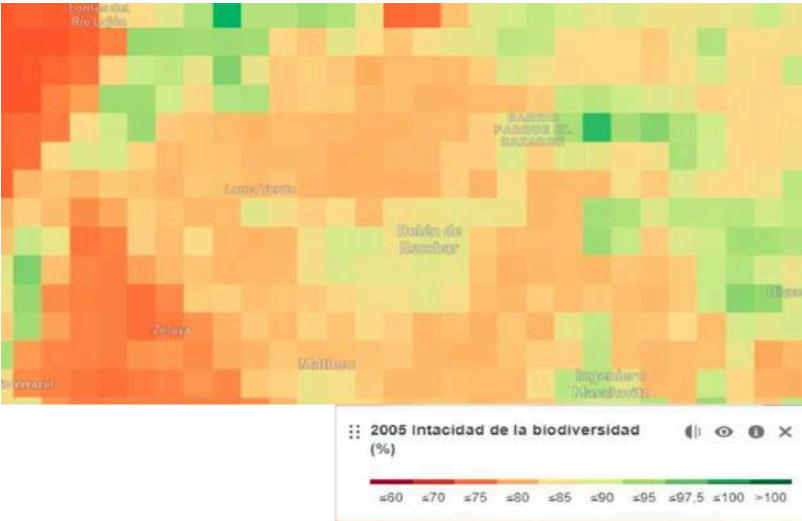


Fig. 14. State of biodiversity in the Year 2005. (Source: Resource Watch)

By communication with local residents, it is learned that in Loma Verde, there has been a loss of native shrubs such as Azota Caballos (*Luehea divaricata*), Acacia Café (*Sesbania virgata*), Tala (*Celtis ehrenbergiana*), and Sen del Campo Senna (*Corymbosa*). Tree coverage around the school has remained consistent since 2001. Fig. 15.

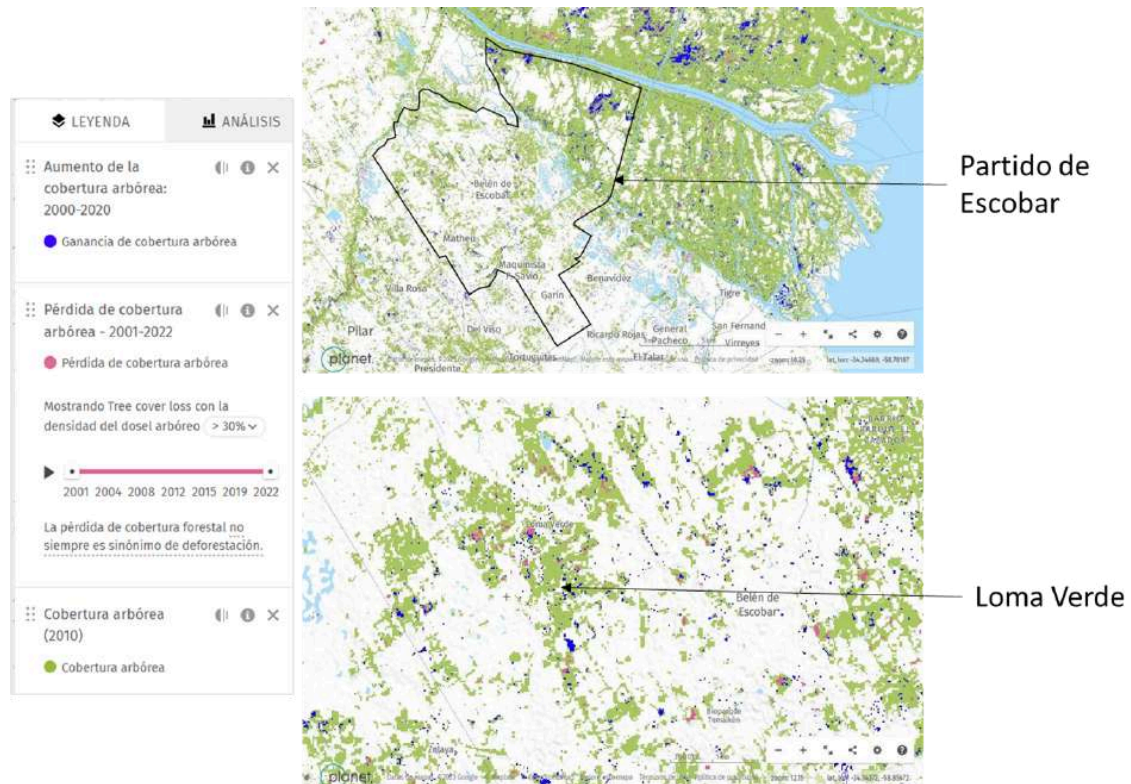


Fig. 15. Tree coverage, loss, and gain of tree coverage in the Escobar district and in Loma Verde. Source: GFW

Fig. 15 shows the changes that occurred in tree height between the years 2000 and 2020. The vast majority of trees remained at the same height since 2000. Green colors indicate that trees did not increase in height or did so very little, remaining between 5 and 10 meters in height. Dark green areas identify tree coverage from 10 to 20 meters. Pink indicates height loss, meaning that during those years, between 5 to 10 meters of height were lost (possibly due to pruning, although this cannot be verified). The blue color represents gain, in this case, from 5 to 10 meters.

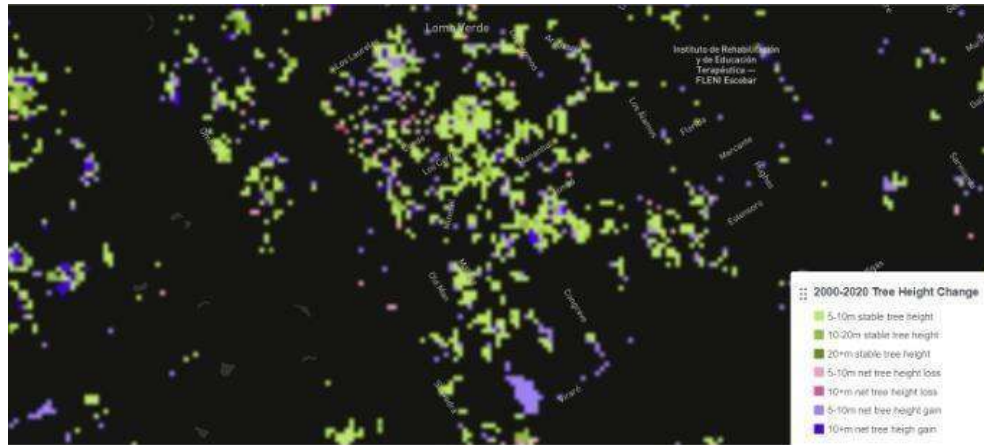


Fig. 16. Gain and loss of tree height in our school. Sources: Resource Watch and GFW.

With the GLOBE Observer App, the elevation of the terrain was recorded between 5 to 23 meters above sea level; the average tree height was 12 meters, and the average circumference was 136.8 cm. (Fig. 7)

Discussion

Since no tree growth was recorded in the studied area, it is proposed to address this question in future research. It is suggested to further explore the impact of smoke in the Delta area and the droughts affecting the region, including biodiversity loss in the area, as also noted by Puig, et al. 2018. Another relevant aspect for future investigation is the frequency of atmospheric darkening due to the effect of smoke from fires, which filters solar radiation and could influence photosynthesis.

As this is a preliminary work, the research will continue over the next few months.

Preliminary Conclusions

Tree coverage remained in the school area, while a portion of land cover changed due to urbanization and the establishment of the school. This historical reference indicates that only a few trees were cut down, but a significant loss of native plants occurred.

In nearby areas, some fires occurred possibly due to prolonged droughts. The largest fires occurred in the Delta area. Smoke reached the study area at different times.

Satellite images showed the influence of drought, the increase in fire outbreaks, fires, and smoke in the area. This could be affecting tree growth. Ecosystems affected by fires have experienced biodiversity loss (Puig, et al., 2018). NDVI is useful for detecting seasonal changes in vegetation because it detects chlorophyll intensity. Vegetation growth was clearly observed in spring and summer.

Acknowledgements

We would like to thank the school administrators for allowing the execution of this research project. Additionally, we extend special thanks to Mentor Trainer Ana Prieto, and Mariana Savino, Regional Coordinator of GLOBE for Latin America and the Caribbean, for the training provided to the students regarding Land Cover and the GLOBE Observer App. This enabled the students to improve their research methods, design their investigation, enhance data collection accuracy, and analyze the data more effectively.

References

Bilenca, D., Codesido, M., González Fischer, C., Pérez Carusi, L., Zufiaurre, E., & Abba, A. (2012). Impactos de la transformación agropecuaria sobre la biodiversidad en la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14(2), 189-198.

Faries, B., & Raszewski, E. (April 17, 2008). Smoke covers Buenos Aires as farmers burn fields.

Fernández, N. (Ed.) (2022). Informe del estado del ambiente 2021. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://acortar.link/OxPIFT>

NASA - Firms. Fire outbreaks (2023) <https://acortar.link/fPFSFs>

Global Forest Watch (2023) <https://www.globalforestwatch.org/>

Global Forest Watch. (2023). Tree cover loss - 2001-2022. Retrieved from <https://www.globalforestwatch.org/map/>

Google Earth (1985 and 2023) <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

Gutiérrez, M. (2023) Personal communication

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263.

Matteucci, S. D. (2012a). Ecoregion Delta and Islands of the Paraná and Uruguay rivers. Argentine ecoregions and ecosystem complexes, 447-488.

Matteucci, S. D. (2012b). Pampa ecoregion. Argentine ecoregions and ecosystem complexes, 391-445.

Meteoblue (2023). Climate change 34.35°S 58.85°W <https://acortar.link/ZLmSFA>

Meteoblue (2023). Simulated historical climatic and meteorological data for 34.35°S 58.85°W <https://acortar.link/AQQKuJ>

Montico, S., Di Leo, N. C., & Berardi, J. A. (2023). Drought, low-water levels, and effects of fires on soils in the Paraná Delta, Argentina. Cuadernos Del CURIHAM. <https://doi.org/10.35305/curiham.vi.199>

NASA Firm <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:today;@0.0,0.0,3.0z>

NASA's Fire Information for Resource Management System (FIRMS) (2023) (<https://earthdata.nasa.gov/firms>), part of NASA's Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)

Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., ... & Kommareddy, A. (2022). The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*, 3, 1-22.

Puig, A., & Olguin Salinas, H. (2018). Ecohydrological evaluations in courses of the "Delta del Paraná" Biosphere Reserve in two extreme hydrological years. Sustainable water management in ecosystems. 237-276

Resource Watch (2023) <https://resourcewatch.org/>

National Meteorological Service (2023) Standardized precipitation index (SPI) <http://www3.smn.gob.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=4>

The GLOBE Program (2014) Biometry: including Tree Height. <https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/Biosphere/biometry-including-tree-height->

Worldview. Smoke and fire outbreaks (2022) <https://acortar.link/qw7xJN>

**Análisis del Cambio de la Cobertura Arbórea de Loma Verde, Buenos Aires,
Argentina en los últimos 13 años**

Andreola, A.; Aquilini, C.; Arenaza, S.; Cabona, S.; Festa Console, C.; Figueroa Jalil, L.; Fuente, L.; Gabio Romeiro, F.; García Camporro, M.; Gonzalez, T.; Herdegen, S.; Herdener, N.; Lacaruso, J.; Lacouzzi, V.; Lurbe, O.; Marelllo, V.; Marmolejo, F.; Mata Cobas, F.; Miravé, F.; Odriozola, L.; Pastorino Menoyo, S.; Perez Ramirez, P.; Riera García, M.; Rousseaux, J.; Santana, Z.; Sardinias, M.; Turale, M.; Vera Lorenzo, B.; Vergara, A.; Bartrons, P¹, Amato, M.I²

¹Estudiantes de Senior 3 del St.Luke's College, Loma Verde, Buenos Aires

²Profesora de Geografía del St.Luke's College, Loma Verde, Buenos Aires

Resumen

El St. Luke's College se fundó en el 2010 en Escobar, Buenos Aires, Argentina. Se caracteriza por tener áreas verdes. La zona ha crecido en los últimos años, manteniendo una urbanización parcial. Muchas áreas verdes se transformaron en otros tipos de cobertura terrestre. Nuestro trabajo está enfocado en caracterizar la cobertura arbórea presente en los alrededores de la escuela y los posibles impactos de sus cambios a lo largo del tiempo. Para lograr este objetivo se formularon las siguientes preguntas de investigación:

a) ¿Cómo cambió la cobertura arbórea en el área de nuestra escuela entre los años 2010 y 2023?, b) ¿Se produjo deforestación en el área estudiada? c) ¿Cómo influyeron las últimas sequías, humo y focos de incendios en la zona? d) ¿Cómo ayuda el NDVI para detectar los cambios en la producción de biomasa? La metodología aplicada para responder las preguntas fue a través de un trabajo de campo para evaluar la biometría de los árboles usando la App GLOBE Observer y trabajo de gabinete para obtener datos de variables ambientales que influyen en el crecimiento de los árboles: temperatura y precipitación de la página de METEOBLUE. Asimismo, se utilizó información satelital de Global Forest Watch para evaluar la pérdida de cobertura arbórea, NASA Firms y Wordview para analizar los focos de calor y el humo de incendios. Los resultados permitieron conocer que no se produjo deforestación en la zona para la construcción de la escuela. El análisis de las variables meteorológicas a lo largo del tiempo reveló que hubo un aumento de la

temperatura y disminución de las precipitaciones en los últimos años. En las últimas sequías del lugar se incrementaron los focos de calor producidos por los incendios procedentes de la zona del Delta del Paraná, que llegaron a la zona por acción de los vientos.

Palabras claves: Altura de Árboles. Biometría. Circunferencia de árboles. GLOBE Observer App. Cobertura Arbórea. NDVI

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la campaña “Árboles dentro de LAC”, campaña de investigación formativa, organizada por la Oficina Regional GLOBE LAC, que está orientada a reconocer las especies arbóreas de las localidades donde residen los estudiantes y su dinámica en el tiempo, a través de mediciones de campo siguiendo los protocolos GLOBE de biometría (The GLOBE Program, 2014).

La cobertura terrestre de una zona se refiere a la distribución y composición de diferentes tipos de superficies naturales o áreas utilizadas por el ser humano en un área geográfica específica (Bilenca, et al.,2012). Los estudios de cobertura terrestre son importantes para comprender cómo se utiliza y se modifica la tierra en una región determinada. Esto puede ser útil para la planificación del uso de la tierra, la gestión de recursos naturales, la conservación ambiental y la toma de decisiones en áreas como la agricultura, la silvicultura, la construcción y la protección del medio ambiente. (Matteucci, 2012a y Matteucci, 2012b)

La cobertura terrestre puede cambiar con el tiempo debido a factores naturales, como el crecimiento de la vegetación, la erosión del suelo o eventos climáticos extremos, así como debido a las actividades humanas, como la urbanización, la deforestación, la agricultura intensiva, y la minería. La monitorización y el análisis de sus cambios son esenciales para comprender tendencias e impactos en una región. (Fernández, 2022)

Considerando lo mencionado, los estudiantes se hicieron las siguientes preguntas de investigación: a) ¿Cómo cambió la cobertura arbórea en el área de nuestra escuela entre los años 2010 y 2023?, b) ¿Se produjo deforestación en el área estudiada? c) ¿Cómo influyeron las últimas sequías, humo y focos de incendios en la zona? d) ¿En qué medida el NDVI es útil para detectar los cambios en la producción de biomasa? Para responder a las preguntas de investigación se planteó el siguiente objetivo general: Analizar los cambios de la cobertura arbórea de los alrededores de la escuela identificando sus principales impulsores de cambio. Para alcanzar el objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Describir los cambios cobertura
- Identificar patrones de cambio de precipitación entre los años 2010 al 2023
- Identificar y analizar los focos de incendios que podrían haber influido en cambios de cobertura
- Identificar los cambios estacionales en la cobertura vegetal utilizando el NDVI

Las hipótesis que se plantearon son:

H1: La cobertura terrestre y arbórea en el área de nuestra escuela aumentó desde el inicio de la construcción de la misma.

H2: Algunos fenómenos como humo, focos de incendios y sequías, influyeron negativamente en los ecosistemas de la zona.

H3: El NDVI ayudó a identificar los períodos de mayor crecimiento de vegetación.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

2.1 Sitio de Estudio

El St. Luke's College Haras Santa María (HSM) está ubicado en Loma Verde a 60 km de CABA (Ciudad Autónoma de Buenos Aires), en el Partido de Escobar. Sus coordenadas exactas son: Latitud: 34.34445808275812 Sur, Longitud: 58.848522404084704 Oeste. A su vez el colegio St. Luke's se encuentra al lado del barrio llamado Haras Santa María. La escuela posee múltiples áreas verdes que se usan en los recreos y en las horas de educación física. Alrededor del barrio hay granjas y campos de cultivo que rodean el colegio St.Luke's. El sitio de estudio comprende el predio de la escuela y aproximadamente un kilómetro alrededor. Según la clasificación de climas de Kotték, et al., 2006 la zona corresponde a la clasificación Cfa (Clima templado cálido, húmedo y veranos calurosos. El área de estudio abarca las ecorregiones: Delta e islas del Paraná y Pampa (Matteucci, 2012a y Matteucci, 2012b). El Delta presenta bosques y arbustos con enredaderas y epífitas, en delgadas franjas ribereñas sobre albardones, pajonales y pastizales. La Pampa, constituye una de las áreas de pastizales templados más grandes y con mayor riqueza de especies de pastos, especialmente comunidades con predominio de poáceas. (Matteucci, 2012b)



Fig. 1. Sitio de estudio, Loma Verde, provincia de Buenos Aires.

Como característica física, nuestra área corresponde a la Llanura Pampeana, que ofrece condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades agrícolas y ganaderas.

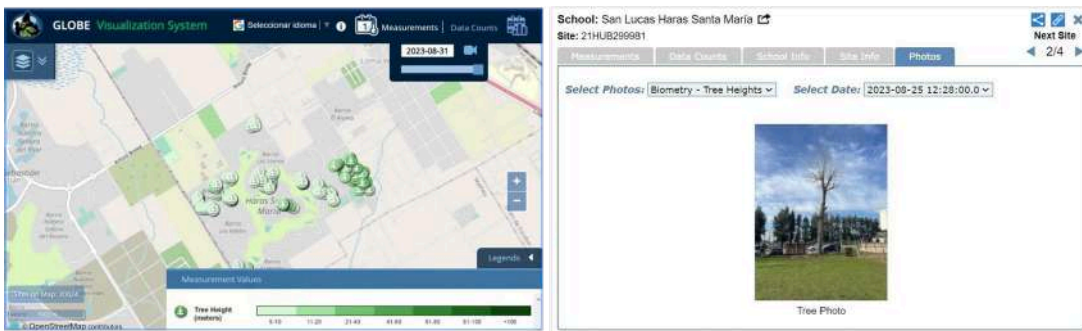


Fig. 2. Muestreo de la superficie arbórea en el predio de la escuela St. Luke's College y alrededores. Fuente: The GLOBE Program.

2.2 Trabajo de campo

2.2.1. Evaluación de la cobertura de árboles:

Para realizar las mediciones de los árboles, se utilizó la aplicación GLOBE Observer App: Trees. Se formaron equipos de trabajo para medir los árboles de los diferentes sectores de la escuela. (Fig. 3)



Fig. 3. Sitios de mediciones de altura y circunferencia de árboles en el predio de la escuela.

Las mediciones se realizaron desde el año 2021 a 2023. En la salida de campo, se registraron y organizaron los datos de altura y circunferencia de los árboles, localización (latitud y longitud) y la elevación del terreno donde se encuentran. Los datos meteorológicos se tomaron de Meteoblue que resume los registros de temperaturas y precipitaciones obtenidos desde satélite durante los últimos 20 años. Para el análisis de incendios se utilizaron los datos de focos de calor proporcionados por NASA-Firms.

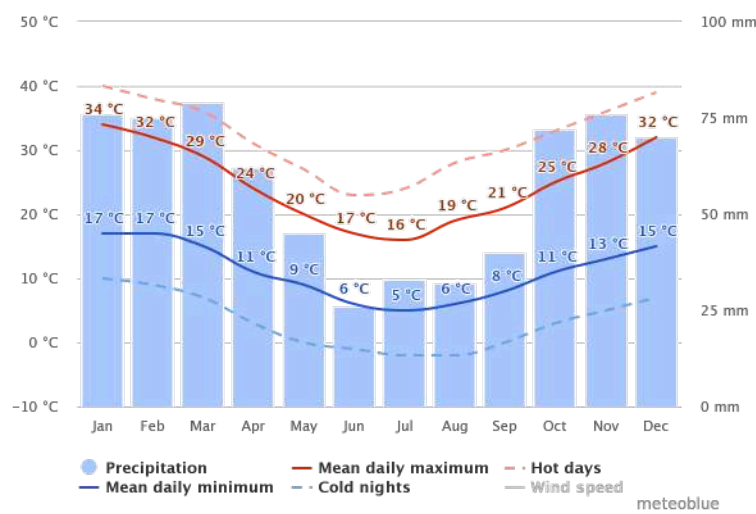


Fig. 4. Climograma del sitio de estudio. Meteoblue, 2023.



Fig. 5. Alumnos utilizando la app GLOBE Observer para medir la altura y circunferencia de los árboles.

2.2.2. Evaluación de datos meteorológicos:

Los datos meteorológicos se tomaron de Meteoblue (que se basa en las mediciones de los satélites GOES y ACQUA TERRA y SUOMI), que resume los registros de temperaturas y precipitaciones para la zona estudiada.

2.2.3 Evaluación de los principales drivers de cobertura terrestre:

Evaluación de cambios de cobertura terrestre

Para completar los datos de campo se utilizó información satelital de: a) cambios en la cobertura arbórea tomados de Google Earth en diferentes años. Pérdida de cobertura arbórea de Global Forest Watch (GFW).

Estado de la biodiversidad y ganancia y pérdida de altura de árboles en Resource Watch

El NDVI es un parámetro que se utiliza para calcular la densidad de las plantas y entender los cambios en su salud. Este método utiliza la luz roja y la luz infrarroja cercana. Las plantas saludables absorben la mayoría de la luz visible y reflejan grandes cantidades de luz infrarroja. La vegetación saludable aparece en diferentes tonalidades de verde; el verde claro indica poca vegetación, las partes blancas indican áreas sin vegetación o representan caminos, construcciones, etc

Análisis de incendios:

Para el análisis de incendios se utilizaron los datos de focos de calor proporcionados por NASA-Firms y GFW. Además, se utilizó Wordview para consultar imágenes satelitales Landsat antiguas y actuales. Las imágenes MODIS se las combinó con los focos de calor para detectar el humo de los incendios. Las emisiones de monóxido de carbono provenientes de los incendios se obtuvieron de EarthNull.

Análisis de datos

Para el análisis de lo realizado, se procedió a la interpretación obtenida de la utilización de la aplicación GLOBE Observer. ENa Fig 5. se observa las mediciones

realizadas por los alumnos. La mayoría de los árboles se sitúan alrededor del edificio escolar, en las canchas de deporte y en el camino de entrada del colegio.

3. RESULTADOS

En el área de estudio, se observó que la mayoría de los árboles son jóvenes con una circunferencia promedio de 136 cm pero algunos ejemplares tienen 380 cm. Esto se debe a que la mayoría fueron plantados en los últimos años. La altura mínima, se refiere a los árboles más jóvenes que son los frutales. La altura promedio es de 12 m. Por entrevistas realizadas por lugareños, se conoce que los árboles más altos corresponden a épocas anteriores a la construcción del colegio. La integración de dos árboles en el diseño arquitectónico, refleja lo mencionado anteriormente.

Los árboles más altos son los de mayor circunferencia. Se observa que la diferencia en la circunferencia de los árboles responde a que son árboles de distintas especies.

También, se vislumbraron cambios en la cobertura terrestre, debido a la rápida urbanización para la creación del barrio y la escuela. Actualmente, ésta sigue creciendo.

De acuerdo al análisis de las imágenes satelitales, se pudo visualizar el desarrollo de los focos de calor y humo procedente del área deltaica.

Teniendo en cuenta la importancia y toma de conciencia del cuidado del medio ambiente con los alumnos, se reflexionó sobre el beneficio de la plantación de árboles nativos en el área de la escuela.

3.1 Biometría

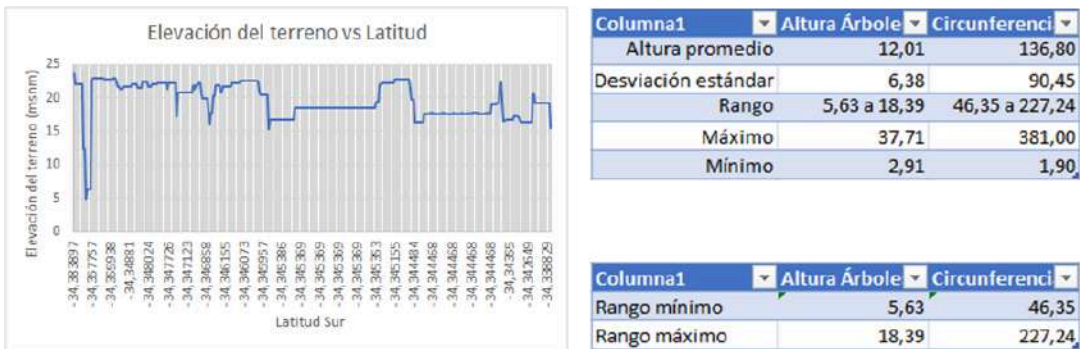


Fig. 6. Muestreo de los árboles en los alrededores del colegio. Fuente: Datos propios

Las especies de árboles registradas son: Robles (*Quercus robur*), Pinos (*Pinus*), Moreras (*Morus alba*), Cedro (*Cedrus sp.*), Álamos (*Populus alba*), Casuarinas (*Casuarina cunninghamiana*), Ciprés de los pantanos (*Taxodium distichum*). (Gutiérrez, M., 2023)

En el marco del Programa ENO (Environment online), el colegio ha realizado entre 2015 y 2023, plantaciones de árboles nativos, como Jacarandá (*Jacarandá mimosifolia*) y árboles frutales, tales como limón, mandarina y naranja.

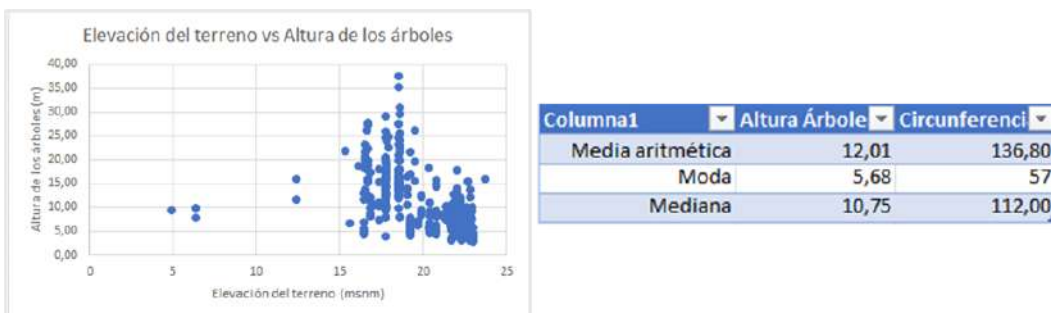
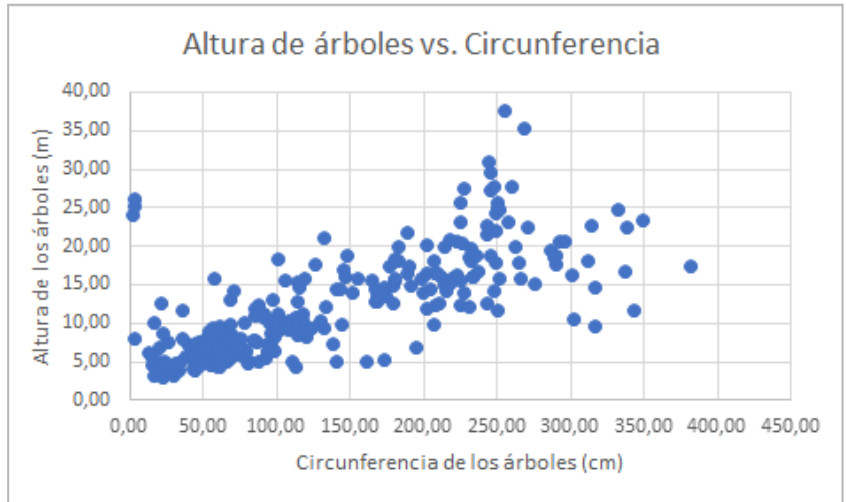


Fig. 7. Altura y circunferencia de los árboles del predio escolar, según la elevación del terreno. Fuente: Mediciones propias.



*Fig. 8. Correlación entre la altura y la circunferencia de los árboles del predio de la escuela.
Fuente: Mediciones propias.*



Fig. 9. Especies arbóreas del colegio St. Luke's College.

3.2 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

El NDVI refleja el período de crecimiento de la vegetación, con mayor intensidad de verde en el período en que las plantas desarrollan más follaje. La Figmuestra que durante el verano, la vegetación alcanza su mayor desarrollo

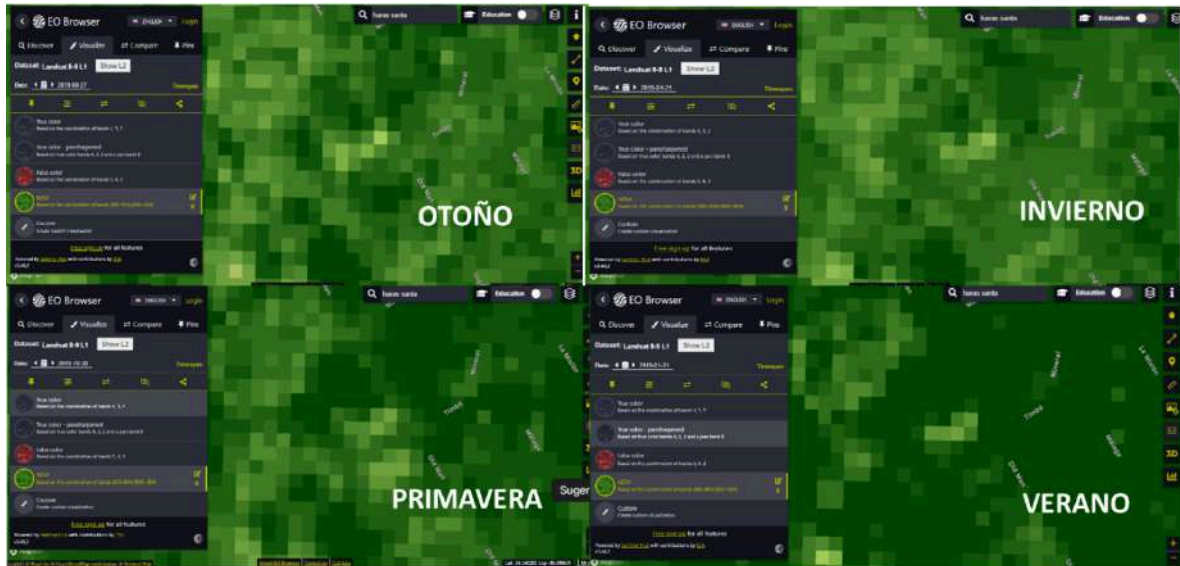


Fig. 10. Cambios estacionales en durante el año 2022. Fuente: EO Browser (Satélite SENTINEL 2).

3.3 Tendencias de las variables meteorológicas

Los datos de Meteoblue (período 1972 a 2021) muestran una tendencia de incremento de temperaturas y disminución de las precipitaciones para el área de estudio. (Fig. 6)

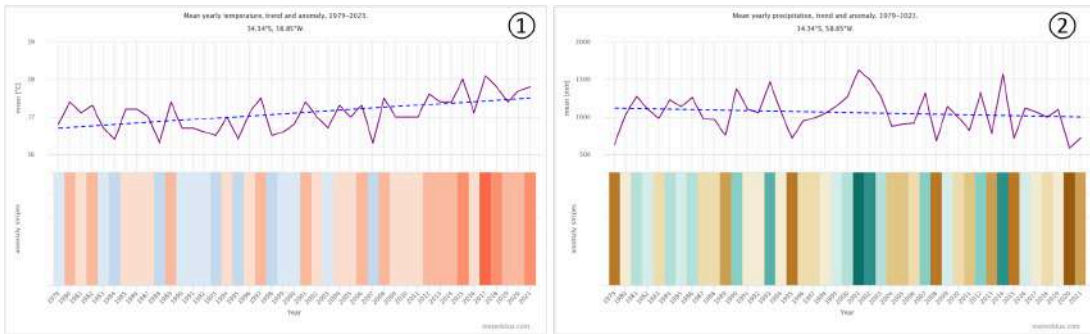


Fig. 10. Tendencias de (1) Temperaturas y (2) Precipitaciones. Fuente: Meteoblue (área de la escuela)

3.4 Drivers que conducen cambios en la cobertura

Identificación de focos de incendios

Desde finales de 2019 hasta el presente, ocurrió una sequía clasificada de moderada a fuerte en el ecosistema del humedal correspondiente al Delta del río Paraná. Esta situación ha facilitado la acción de los incendios (Montico, et al., 2023). La gran mayoría de los mismos, se produjeron en zonas cercanas a la escuela, y en la zona del Delta del Paraná, que se encuentra a pocos km de distancia.

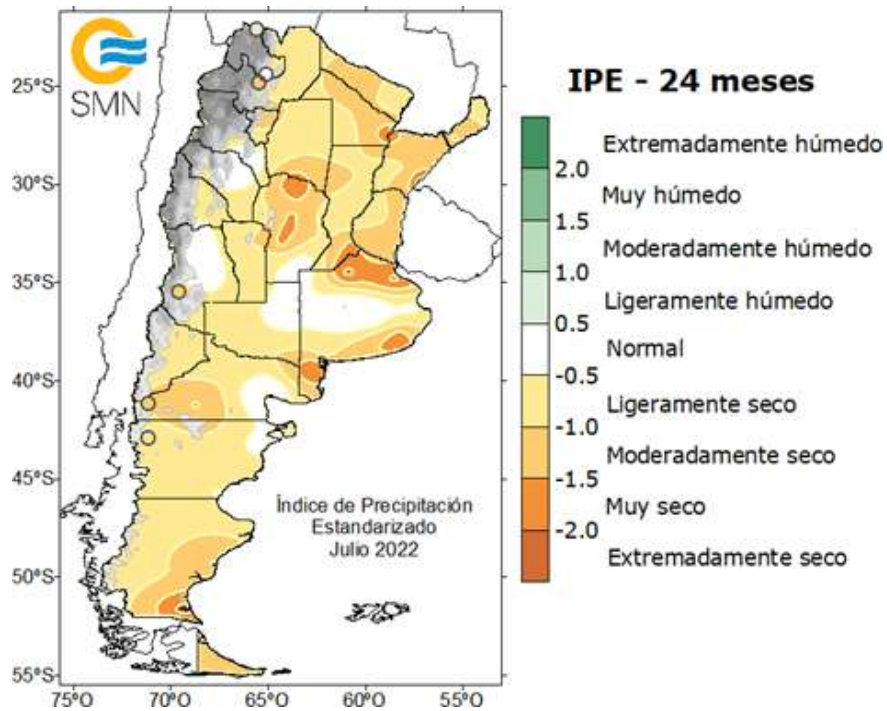


Fig. 11. Variación espacial del Índice de Precipitaciones Estandarizadas desde Julio 2021 a Julio 2022. Fuente. IPE. Servicio Meteorológico Nacional. SMN

El cálculo del Índice de Precipitación Estandarizada (IPE), del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) del año 2022, registra que la zona estudiada sufrió una sequía prolongada (SMN, 2023) generando numerosos incendios. (Montico, et al., 2023)



Fig. 12. Situación de los focos de incendios y humo en la zona del Delta. Algunos casos durante el año 2022. Fuente: Worldview y Earth Null.

En la Fig. 12, se muestran los focos de calor, la circulación de los vientos y humo, que se producen en la zona del Delta. Por acción del viento de dirección SE, se produce la llegada del mismo al área escolar y zonas aledañas.

Las imágenes satelitales de Google Earth muestran cambios en la cobertura terrestre. Desde un área rural en 1985 a una zona parcialmente urbanizada. Alrededor del año 2005, se fundó el barrio, Haras Santa María. Posteriormente, en 2010 fue fundado el colegio St Luke 's College. Gran parte de los árboles actuales se observan desde el año 2010.



Fig. 13. Comparación de las imágenes satelitales de la zona estudiada de los años 1985 (primera imagen Landsat), 2010 comienza la construcción del colegio y 2023 (actual). Fuente: Google Earth.

Resource Watch muestra áreas con pérdida de biodiversidad en rojo y naranja debido a la construcción del barrio (Fig. 10) y otras áreas donde la biodiversidad está intacta es de 0.82 o 0.83 para el año 2005 (último dato disponible).

Los datos de Global Forest Watch (GFW) muestran que, en el partido de Escobar, se perdieron 173 ha de cobertura arbórea, lo que equivale a una disminución del 6.6% de la cobertura arbórea desde el año 2000.

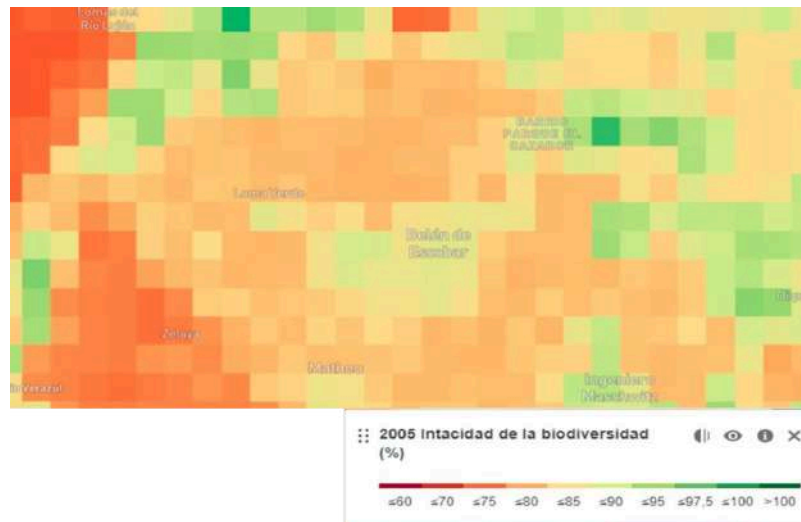


Fig. 14. Estado de la biodiversidad en el Año 2005. (Fuente: Resource Watch)

Por comunicación de pobladores de la zona, se toma conocimiento de que en Loma Verde, se produjo una pérdida de arbustos nativos como la Azota Caballos (*Luehea divaricata*), Acacia Café (*Sesbania virgata*), Tala (*Celtis ehrenbergiana*) y Sen del Campo Senna (*Corymbosa*). Alrededor de la escuela la cobertura de árboles se mantuvo desde 2001. Fig. 15.

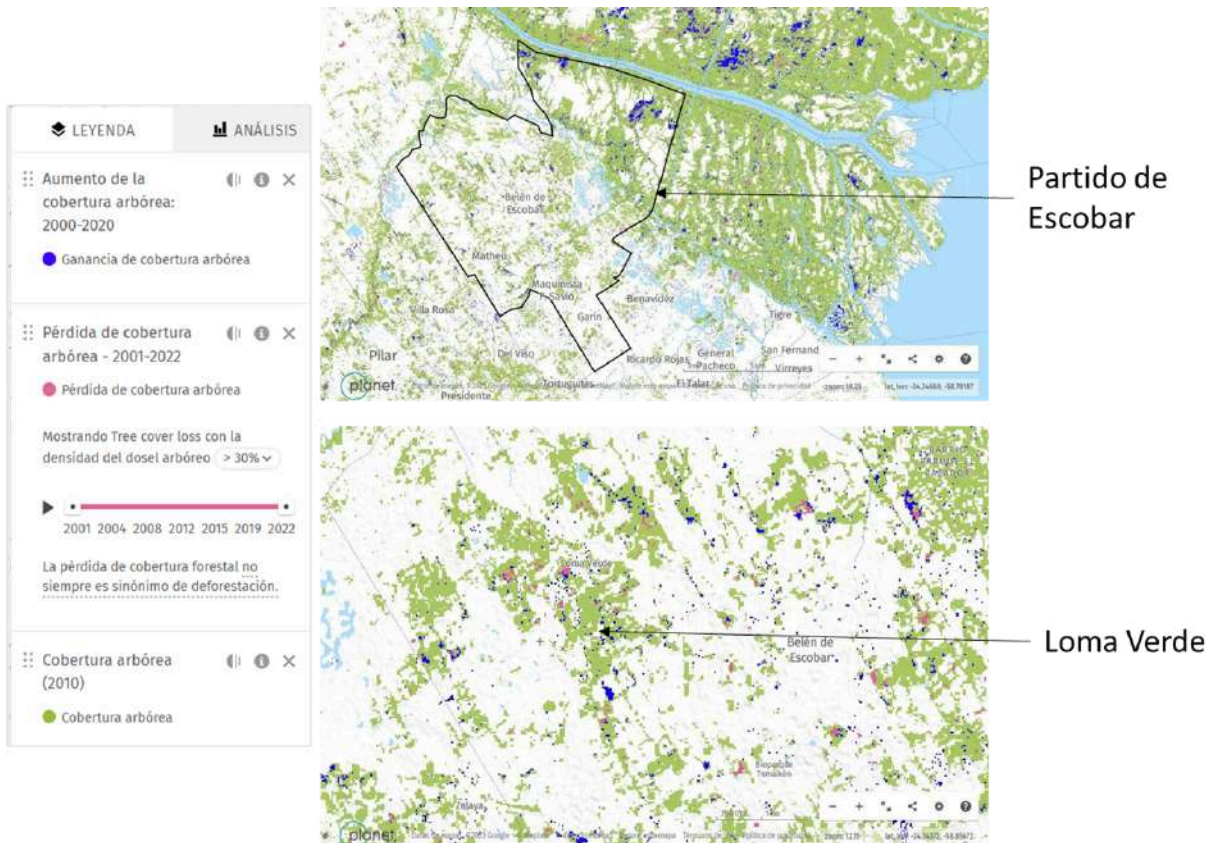


Fig. 15. Cobertura arbórea, pérdida y ganancia de cobertura arbórea en el Partido de Escobar y en Loma Verde. Fuente: GFW

La Fig. 15, muestra los cambios que se produjeron en la altura de los árboles entre los años 2000 y 2020. La gran mayoría de los árboles se mantuvieron en la misma altura desde el año 2000. Los colores verdes indican que los árboles no aumentaron en altura o que lo hicieron pero muy poco manteniéndose entre los 5 y 10 metros de altura. Las áreas verde oscuro identifican cobertura arbórea de 10 a 20 metros. En rosa se muestra la pérdida de altura, lo que significa que durante esos años se perdieron entre 5 a 10 metros de altura (posiblemente por podas, aunque no es posible verificarlo). El color azul representa la ganancia, en este caso, de 5 a 10 metros.

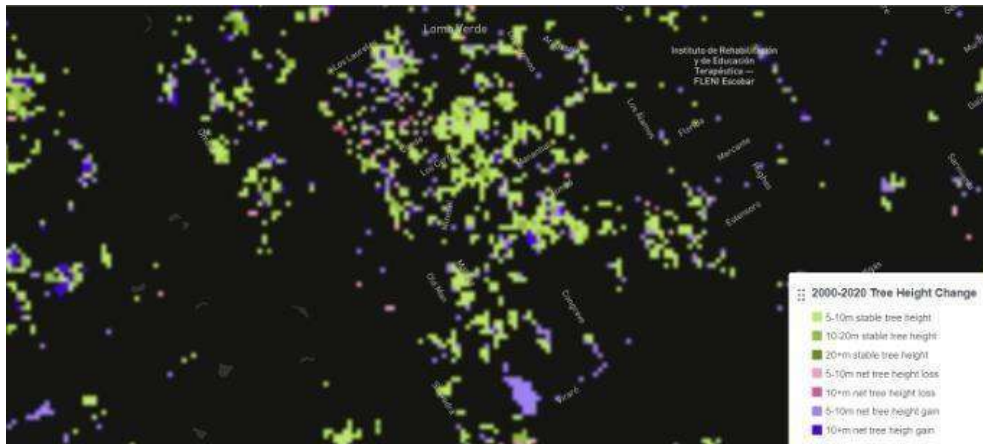


Fig. 16. Ganancia y pérdida de la altura de los árboles en nuestro colegio. Fuentes: Resource Watch y GFW.

Con GLOBE Observer App, se registró la elevación del terreno entre los 5 a 23 msnm.; la altura promedio de los árboles fue de 12m. y la circunferencia promedio fue de 136,8 cm. (Fig. 7)

Discusión

Dado que no se registró crecimiento de los árboles en el área estudiada, en futuras investigaciones, se propone abordar esta pregunta.

Se sugiere profundizar el impacto del humo en la zona del Delta, y en las sequías que afectan a la región; incluyendo la pérdida de biodiversidad en el área, también señalada por Puig, et al. 2018. Otro aspecto de relevancia para investigar a futuro, es la frecuencia del oscurecimiento de la atmósfera por el efecto del humo de los incendios, que filtra la radiación solar y que podría influir en la fotosíntesis.

Dado que es un trabajo preliminar, la investigación continuará durante los próximos meses.

Conclusiones preliminares

Se mantuvo la cobertura arbórea en el área de la escuela, mientras que cambió una parte de la cobertura terrestre debido a la urbanización y la creación de la escuela. Esta referencia histórica nos cuenta que solamente se talaron pocos árboles pero que se produjo la pérdida de gran parte de las plantas nativas del lugar.

En áreas cercanas, se produjeron algunos incendios posiblemente debido a las sequías prolongadas. Los mayores incendios se produjeron en la zona del Delta. El humo llegó hasta el área de estudio en diferentes momentos.

Las imágenes satelitales mostraron la influencia de la sequía, el aumento de focos de calor, incendios y de humo en la zona. Esto podría estar influyendo en el crecimiento de los árboles. Los ecosistemas afectados por los incendios han sufrido pérdida de biodiversidad. (Puig, et al., 2018). El NDVI es útil para detectar los cambios estacionales de la vegetación, debido a que detecta la intensidad de la clorofila. Se observó claramente el crecimiento de la vegetación en primavera y verano.

Reconocimientos. Agradecimientos

Queremos agradecer a los directivos de la escuela, que permiten la realización de este tipo de proyectos investigativos.

Así mismo, agradecemos especialmente, a la Mentor Trainer Ana Prieto; y a Mariana Savino, Coordinadora Regional de GLOBE para América Latina y el Caribe , por la capacitación que recibieron los alumnos con respecto a la Cobertura terrestre y la aplicación GLOBE Observer App. Esto permitió a los estudiantes mejorar sus métodos de investigación, diseñar su investigación, mejorar la precisión en la toma de datos y análisis de los mismos.

Bibliografía

Bilenca, D., Codesido, M., González Fischer, C., Pérez Carusi, L., Zufiaurre, E., & Abba, A. (2012). Impactos de la transformación agropecuaria sobre la biodiversidad en la provincia de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 14(2), 189-198.

Faries, B. y Raszewski, E. (17 de abril de 2008). *El humo cubre la ciudad de Buenos Aires mientras los agricultores queman campos*.

Fernández, N. (Comp.) (2022). *Informe del estado del ambiente 2021*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://acortar.link/OxPIFT>

NASA - Firms. *Focos de calor (2023)* <https://acortar.link/fPFSFs>

Global Forest Watch (2023) <https://www.globalforestwatch.org/>

Global Forest Watch. (2023). *Pérdida de cobertura arbórea - 2001-2022*. Recuperado de <https://www.globalforestwatch.org/map/>

Google Earth (1985 y 2023) <https://www.google.com/intl/es-419/earth/>

Gutiérrez, M. (2023) Comunicación personal

Kottek, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.*, 15, 259-263.

Matteucci, S. D. (2012a). Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, 447-488.

Matteucci, S. D. (2012b). Ecorregión pampa. *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*, 391-445.

Meteoblue (2023). Cambio climático 34.35°S 58.85°O <https://acortar.link/ZLmSFA>

Meteoblue (2023). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para 34.35°S 58.85°O <https://acortar.link/AQQKuJ>

Montico, S., Di Leo, N. C., & Berardi, J. A. (2023). *Sequía, bajante y efectos de los incendios en suelos del delta del Paraná*, Argentina. Cuadernos Del CURIHAM. <https://doi.org/10.35305/curiham.vi.199>

NASA Firm <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:today;@0.0,0.0,3.0z>

NASA's Fire Information for Resource Management System (FIRMS) (2023) (<https://earthdata.nasa.gov/firms>), part of NASA's Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS)

Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., ... & Kommareddy, A. (2022). The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the Landsat archive: first results. *Frontiers in Remote Sensing*, 3, 1-22.

Puig, A., & Olguin Salinas, H. (2018). Evaluaciones ecohidrológicas en cursos de la Reserva de Biósfera "Delta del Paraná" en dos años hidrológicos extremos. *Gestión sostenible del agua en ecosistemas*. 237-276

Resource Watch (2023) <https://resourcewatch.org/>

Servicio Meteorológico Nacional (2023) *Índice de precipitación estandarizado (IPE)* <http://www3.smn.gob.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=4>

The GLOBE Program (2014) *Biometry: including Tree Height*. <https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/Biosphere/biometry-including-tree-height->

Worldview. Humo y focos de calor (2022) <https://acortar.link/qw7xJN>