



## **PROYECTO “Así son los suelos de mi escuela: Determinación de unidades de muestreo y evaluación de algunas propiedades edáficas con enfoque participativo”**

### **Escuela Agrotécnica Famaillá Famaillá – Tucumán**

**Director: Ing. Agr. Pablo Norberto Durando**

#### **EQUIPO DE TRABAJO**

##### **Estudiantes:**

- Acevedo, Yasmine Alejandra
- Almirón, Jorge Luis
- Brizuela, Iván Rodrigo
- Cáceres, Joaquín Daniel
- Guzmán, Ricardo Isaac
- Lizzi, Deolinda Marisel
- Marchetti, Gabriela
- Rivadero, Gabriela Ahilén
- Romero, Alexander Nahuel
- Sequeira, Facundo Daniel

##### **Docentes:**

- Ing. Agr. María Florencia Benimeli
- Ing. Agr. Antonio Edgardo Andrade

##### **Tutores:**

- Ing. Agr. Dorkas Andina (AACS/FAZ-UNT)
- Ing. Agr. José Ignacio Lobo (CREA)

**Contacto:** Ing. Agr. María Florencia Benimeli

[flopybenimeli@gmail.com](mailto:flopybenimeli@gmail.com)

0381-5731988

**Así son los suelos de mi escuela: Determinación de unidades de muestreo y evaluación de algunas propiedades edáficas con enfoque participativo**



## RESUMEN

La presente investigación cuali-cuantitativa con enfoque participativo se realizó con el objetivo de muestrear y evaluar algunas propiedades de los suelos de la Escuela Agrotécnica Famaillá. Se buscó que el proceso de enseñanza-aprendizaje fuera participativo, colectivo, transversal e interinstitucional. La experiencia fue sistematizada a través de los métodos de observación, revisión de contenidos y registro fotográfico. Se utilizaron dinámicas grupales a lo largo del proceso donde se dio relevancia a la escucha permanente, permitiendo un flujo de comunicación entre los actores y la apropiación del proyecto por parte de los estudiantes. Este trabajo mancomunado, permitió el acceso al conocimiento de las variables edáficas de interés para caracterizar los suelos. Los estudiantes tomaron contacto con nuevas tecnologías de teledetección y de esa manera se pudo delimitar dos zonas de estudio por ambientación con el índice NDVI. El sector con índice NDVI color verde (V) presentó textura más fina que el de NDVI color amarillo (A). En cuanto al color no se registraron diferencias marcadas entre A1 y V1. Analizando los valores medios registrados de C.O. en la capa superficial, se observó diferencias significativas entre las unidades de muestreo. Igual comportamiento se evidenció en los 20 cm superiores con los valores medios de pH. En los 20 cm inferiores no se manifestaron diferencias estadísticas del contenido de C.O. pero sí del pH. Los resultados obtenidos en este proyecto, además de la caracterización del suelo, sirve de sustento de nuevos paradigmas educativos, consideradas y tenidas en cuenta por muchos docentes como herramientas didácticas que favorecen la motivación, atención a las diferencias individuales, el trabajo cooperativo y colaborativo, el aprendizaje autónomo y continuo. El control de los procesos desde el diagnóstico hasta la ejecución, fue la concreción de una lluvia de ideas con la participación de todo el equipo de trabajo.

## INTRODUCCIÓN

La Escuela Agrotécnica Famaillá es una institución secundaria que brinda una formación técnico-profesional donde sus egresados obtienen, al finalizar sus estudios, el título de Técnicos en Producción Agropecuaria. La institución educativa fue creada en el año 2006, en el marco del programa nacional "700 escuelas" (Fig. 1), y desde sus comienzos tuvo como objetivo fundamental promover en los jóvenes solidez en sus conocimientos, habilidades y destrezas,



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



tanto en el ámbito de la producción agropecuaria como así también en otros aspectos transversales como el cuidado de medio ambiente, el trabajo en equipo y el interés en la investigación. Además, posee una amplia trayectoria de vinculación con diversas instituciones del medio, tanto públicas como privadas, las que siempre acercan su apoyo con conocimientos, tecnología e insumos de gran valor para el logro de los objetivos que se persiguen. De tal manera, es que decidimos participar de esta propuesta, con el anhelo de sumarnos a espacios que promuevan la reflexión, concientización y generación de conocimiento en torno a los recursos naturales, enriquecidos con el diálogo entre los diferentes actores de la sociedad.

Nuestra escuela dispone de un predio de prácticas de aproximadamente 20 ha, las cuales se van incorporando a la producción y a la ejecución de diferentes proyectos didáctico-productivos gradualmente. Es así que, teniendo en cuenta que comenzamos a utilizar el suelo como recurso, y considerando que no contábamos con información suficiente para su manejo adecuado y sostenible, y que además es necesario conservar y/o mejorar sus propiedades para que continúe siendo productivo para las futuras generaciones de alumnos, decidimos profundizar en su estudio.



**Fig. 1:** Escuela Agrotécnica Famaillá - Vista de Frente

Hemos propuesto al acto pedagógico como el campo de estudio u objeto teórico de la didáctica. Nos interesa ahora indagar acerca de lo grupal en ese acto, en las concretizaciones que en el cruce de las variables de tiempo y espacio se producen. El diálogo acerca de un conocimiento entre maestro y alumno, la entrevista de orientación con un tutor, un niño que desarrolla un programa de enseñanza en su computadora, un grupo de alumnos que prepara un tema de estudio, un conjunto de alumnos que sigue las explicaciones de un maestro o profesor, son ejemplos de actos pedagógicos concretos, de situaciones que surgen en instituciones y en contextos sociales específicos. Son concreciones posibles del acto pedagógico conformadas por



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



multiplicidad de variables. Son situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que los sujetos no aparecen en forma aislada, sus acciones están en función de las relaciones que se establecen en un momento determinado dentro de un proceso temporal (Souto, M. 1993).

Consideramos fundamental la implementación de acciones complementarias en la docencia, como contribución al proceso de formación de Técnicos en Producción Agropecuaria. Para ello es necesario estimular a los profesores en la construcción de estrategias de enseñanza que promuevan la integración del estudiante con sus pares, sus docentes y el medio edáfico a través del trabajo colectivo y el respeto mutuo. También a pensar alternativas para profundizar en los conocimientos teóricos y prácticos en relación al suelo y al rol que desempeña como recurso no renovable, para la articulación con otras asignaturas y temáticas del plan de estudio, como así también para ofrecer herramientas que aporten a la formación integral. Estos procesos permiten orientar a los docentes en una línea de trabajo que los acerca a una práctica del bien hacer conjugando el conocimiento de nuevas herramientas o tecnologías.

En este marco es que nos proponemos, en el presente trabajo, desarrollar una investigación cuali-cuantitativa que por un lado aborde la búsqueda de información y el aprendizaje de técnicas para su obtención y posterior análisis y, por otro lado, aporte a todo el equipo involucrado y a la comunidad educativa un enfoque participativo y colaborativo de los procesos de construcción de conocimientos.

***“ENSEÑAR NO PUEDE SER UN SIMPLE PROCESO DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS”.***  
**(PAULO FREIRE)**

## OBJETIVOS

### **Objetivos generales:**

- Generar conciencia sobre la importancia de conocer los suelos como buena práctica agronómica para un manejo sostenible del recurso.
- Crear competencias que permitan desarrollar habilidades y destrezas en el muestreo de suelo y en las determinaciones analíticas.
- Evaluar algunas propiedades edáficas de interés agronómico de un sector del campo de prácticas de la escuela.



-Fortalecer los vínculos internos de toda la comunidad educativa y los externos con instituciones, empresas y la sociedad en general, a través del trabajo colaborativo.

### Objetivos específicos:

- Delimitar áreas homogéneas en el sector de estudio.
- Realizar muestreo de suelo y determinaciones analíticas en campo y en laboratorio.
- Evaluar los resultados obtenidos de las determinaciones.
- Profundizar en el conocimiento edafológico.
- Vincular al estudiante con nuevas tecnologías.
- Facilitar la temprana participación de los estudiantes en prácticas de investigación.
- Integrar a los estudiantes en equipos de trabajo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Este apartado se dividió en: herramientas pedagógicas de enseñanza-aprendizaje y herramientas agronómicas-edafológicas.

**Herramientas Pedagógicas:** En un primer momento se buscó consolidar el grupo de trabajo desdibujando los roles docente-tutor-alumno y, mediante una lluvia de ideas, se identificó la visión o imagen-objetivo que se pretendía alcanzar. “Esta es la imagen ideal hacia la que se dirigen las acciones” (Rodríguez G. et al 1999).

Luego se desarrolló un proceso participativo y evolutivo que permitió elaborar un esquema de acciones, las que se detallan a continuación (Fig. 2):



**Etapa de diagnóstico:** se identificaron y se priorizaron los problemas para abordarlos adecuadamente.  
**Etapa de planificación:** se definieron necesidades concretas y se establecieron estrategias de intervención (realización de talleres sobre diversas temáticas).  
**Etapa de ejecución:** se designaron responsables, coordinaciones y articulaciones necesarias con diferentes actores del medio productivo y educativo.  
**Etapa de resultados:** se definieron los procedimientos de evaluación y monitoreo para conocer si los resultados obtenidos estaban dentro de lo esperado.  
**Etapa de elaboración de conclusiones:** se elaboraron conclusiones a partir de los resultados obtenidos durante el proceso de trabajo.

Fig 2: Dinámica de Forma de trabajo articulando la transversalidad de actores en cada etapa.

Se logró este camino de ejecución gracias al abordaje de los temas acordados en siete talleres conceptuales con su posterior práctica en el sitio de estudio:

**Taller 1:** En una primera etapa se realizó la presentación del proyecto a cargo de docentes y tutores, se conformó el equipo de trabajo con los estudiantes y, mediante una dinámica grupal de “lluvia de ideas”, se plasmaron en una pizarra el diagnóstico del problema que nos gustaría



abordar, los objetivos principales del trabajo y el bosquejo de las actividades que debían llevarse a cabo para su logro (Fig. 3).



**Fig. 3:** Equipo de trabajo y lluvia de ideas plasmada en la pizarra durante las etapas de diagnóstico y planificación

**Taller 2:** Presentación, a cargo de uno de los docentes responsables, del tema “Teledetección y obtención de imágenes satelitales”. Dichos conceptos se ampliaron luego con la práctica en campo a cargo del Sr. Eugenio Lobo (Empresa EFFICATIA) quien aportó su amplio conocimiento en nuevas tecnologías y su equipamiento de última generación para la obtención de imágenes satelitales del predio a estudiar mediante el vuelo de un dron y la captura de imágenes con cámara multispectral (Fig. 4).



**Fig. 4:** Taller de teledetección y tecnología para la obtención de imágenes satelitales

**Taller 3:** En esta oportunidad se desarrolló el tema “Muestreo” a cargo de la tutora AACs. Primero se explicó la metodología para la obtención correcta de las muestras y luego, con la ayuda de las imágenes obtenidas, se delimitaron las áreas de muestreo y se procedió a la práctica. Las muestras obtenidas, debidamente etiquetadas se extendieron en bandejas para su secado al aire y posterior acondicionamiento (Fig. 5).



Fig. 5: Taller teórico y práctica de muestreo

**Taller 4:** Una vez secas, otra de las docentes responsables, desarrolló teoría y práctica de “Acondicionamiento de las muestras”, donde los estudiantes tuvieron la posibilidad de adquirir destreza en el molido, tamizado y envasado correctos del suelo para próximas determinaciones analíticas (Fig. 6).



Fig. 6: Molido, tamizado y envasado de las muestras

**Taller 5:** Algunas “Determinaciones de laboratorio” se llevaron a cabo mediante las técnicas adecuadas que se realizaron para la obtención de los primeros datos referidos a propiedades químicas como pH (Fig.7) y % de carbono orgánico (Fig.8).

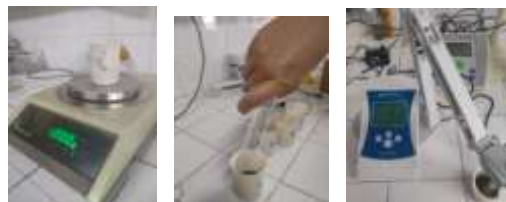


Fig. 7: Determinación de pH (Método potenciométrico)



Fig. 8: Determinación de Carbono Orgánico (Método de Walkley y Black-1934)



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



**Taller 6:** En este caso el encuentro fue virtual, a cargo del Dr. Alberto Quiroga (FA-INTA-CIALP) con el tema “Evaluación visual de la calidad del suelo”, donde se explicaron distintas técnicas para la determinación de propiedades en campo (Fig. 9), las que luego se utilizaron para determinar algunas propiedades físicas como color y estimar textura al tacto (Fig. 10).



**Fig. 9:** Flyer de promoción y captura de la charla-taller “Evaluación visual de la calidad del suelo”



**Fig. 10:** Determinación de color y estimación de textura en campo

**Taller 7:** Una etapa de gabinete con todo el equipo fue necesaria para acordar la redacción del presente trabajo, discutir los resultados y elaborar las conclusiones, además de fijar las pautas para la elaboración del video, síntesis de todo el proceso transitado.

### **Herramientas Edafológicas y Agronómicas:**

La Escuela Agrotécnica Famaillá se encuentra en la región agroecológica conocida como llanura aluvional o llanura deprimida (Fig.11). Ambos nombres hacen referencia a características fundamentales de su génesis y factores que predisponen su morfología. Esta llanura constituye una amplia planicie aluvial de suaves ondulaciones y débiles depresiones, con pendientes menores del 0,5%. El sector ubicado al occidente del río Salí está recortado por una densa red hidrográfica constituida por ríos y arroyos. Por el contrario, al este del río Salí, no existe una red de drenaje organizada y el único cauce existente lo constituye el arroyo Muerto-Mista. Toda el área está afectada por la presencia de una capa freática a escasa o mediana profundidad cuya naturaleza determina la diferenciación de dos subregiones: Subregión de la Llanura Deprimida no salina u occidental y Subregión de la Llanura Deprimida salina u oriental (Sanzano, A., Fernández de Ullivarri J. 2020). En la Llanura deprimida no salina se pueden encontrar, a nivel de subgrupo, suelos clasificados como Argiudol acuico, Argiacuol típico y Hapludol fluvacuéntico,





según el sistema americano de clasificación - USDA (Zuccardi y Fadda 1985). Este trabajo se llevó a cabo sobre la subregión no salina (Fig.11).



**Fig. 11:** Llanura deprimida salina (blanco) y no salina o aluvional (anamarillo)  
(Mapa tomado del Bosquejo Agrológico de la Provincia de Tucumán)

Este proyecto se desarrolló en un sector de la finca experimental de la escuela con el fin de conocer algunas de sus propiedades edáficas (Fig. 12). Se delimitaron dos sitios de estudio contrastantes dentro del mismo lote. Cada unidad de muestreo se separó por el índice de vegetación o índice verde (NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*). Se tomaron muestras compuestas al azar con tres réplicas, se llevaron al laboratorio y se acondicionaron. Luego se realizaron algunas determinaciones analíticas, tanto en laboratorio como en campo.



**Fig 12:** Escuela Agrotécnica Famaillá: Vista en planta, edificio y lote destinado a este proyecto.

**Separación de unidades de muestreo:** Los NDVI son combinaciones de las bandas espectrales registradas por los satélites de teledetección, cuya función es realzar la vegetación en función de su respuesta espectral y atenuar los detalles de otros elementos como el suelo, la iluminación, el agua. Se trata de imágenes calculadas a partir de operaciones algebraicas entre distintas bandas espectrales. El resultado de estas operaciones permite obtener una nueva



imagen donde se destacan gráficamente determinados píxeles relacionados con parámetros de las coberturas vegetales. <https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis/>. Este proceso estuvo a cargo de la empresa Efficatia, que colaboró en este proyecto desinteresadamente. Realizó el taller de tele detección en forma teórica y práctica, respondiendo a todas las inquietudes de los estudiantes(<https://www.instagram.com/p/CTsc2AAJ9Mn/> ).

**Muestreo:** se tomaron muestras compuestas a dos profundidades (0-20 y 20-40 cm).

#### **Determinación cuantitativa de algunas propiedades edáficas:**

- pH actual: método potenciométrico (1:2,5)
- Carbono orgánico (C.O. %): Método de Walkley y Black (1934)

#### **Determinación cualitativa de algunas propiedades edáficas:**

- Color: se determinó color en seco y húmedo, de los primeros 20 cm del suelo, por comparación con la tabla de Munsell.
- Estimación de la Clase textural: método organoléptico (FAO, 2009)

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Delimitación de las unidades de muestreo:** Con la tecnología de teledetección se pudo separar dos áreas de trabajo o unidades de muestreo (Fig 13). Los estudiantes aprendieron las técnicas de muestreo, etiquetado y acondicionamiento.



**Fig 13:** Proceso de delimitación de las unidades de muestreo.



## Evaluación cualitativa:

**Tabla 1:** Color y clase textural estimada de la capa superficial del suelo de cada unidad de muestreo.

Denominación de la muestra	Color		Clase textural estimada
	Seco	Húmedo	
V1	10 YR 5/2 (pardo amarillento grisáceo)	10 YR 3/1 (negro parduzco)	FaL
A1	10 YR 5/2 (pardo amarillento grisáceo)	10 YR 3/2 (pardo negruzco)	AF

**Nota:** F: Franco, A: Arenoso, L: Liimoso, a: Arcilloso. V1: unidad de muestreo con el índice NDVI Verde, de 0-20 cm. A1: unidad de muestreo con el índice NDVI Amarillo, de 0-20 cm.

El sector con índice NDVI color verde (V) presentó textura más fina (Tabla 1) que el de NDVI color amarillo (A). Esta diferencia textural puso de manifiesto el material original que le dio origen a los suelos de la región. Las clases texturales de cada zona influyen directamente en el movimiento y retención del agua en el suelo. Si bien en las zonas A el ascenso capilar es menor que en la V en la época seca (abril a octubre) presentan un menor almacenamiento de agua. En cuanto al color de la capa superficial no se registró diferencias manifiestas entre A1 y V1. Se puede inferir que, por color, se trataría de un horizonte Mólico.

## Evaluación cuantitativa:

**Tabla 2:** Valores medios de pH y Carbono orgánico del suelo (C.O) de ambas unidades de muestreo (V y A) tomadas en las profundidades estudiadas (1 y 2). Exposición de valores de referencia (R) de suelos de la zona en las dos profundidades estudiadas 0 a 20 y 20 a 40 cm.

Denominación de la muestra	pH	C.O. %
V1	5,86a	1,67a
V2	6,22a	1,02
A1	5,92b	1,26b
A2	6,22a	0,73
R1	6,20c	1,40c
R2	6,60b	1,30

**Nota:** comparación de medias entre unidad de muestreo verde, amarillo y referencia entre profundidades, prueba tuckey al 5%, Letras distintas diferencias significativas entre profundidades.

Analizando los valores medios registrados de C.O. en la capa superficial, se observó diferencias significativas entre las unidades de muestreo (Tabla 2). Igual comportamiento se evidenció en los 20 cm superiores con los valores medios de pH. En los 20 cm inferiores no se manifestaron diferencias estadísticas del contenido de C.O. pero si del pH.



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



Se puede inferir que el contenido de carbono en el suelo refleja positivamente el índice verde de la unidad de muestreo y esta relación podría ser la causa de un valor menor de pH en V1 a consecuencia de mayor humedad debido a la textura, mayor contenido de materia orgánica (M.O.) y mayor actividad microbiana.

Retomando la idea que el horizonte superficial podría ser clasificado como Mólico por el color y teniendo en cuenta el requerimiento de M.O. (mayor a 1%) podríamos reafirmar tentativamente esta clasificación ya que falta analizar otras propiedades edáficas (distribución catiónica porcentual, estructura, pentóxido de fósforo en ac. Cítrico) o parámetros (profundidad).

Entre los resultados también se destaca que el plan de trabajo fue una elaboración conjunta entre todos los actores y que las dinámicas grupales permitieron mantener el interés de todos los integrantes del proyecto.

## CONCLUSIONES

Con este proyecto logró construir, a través del trabajo colectivo, un conocimiento sumamente valioso para nuestra comunidad educativa, además de estimular a los profesores en la búsqueda permanente de estrategias que promuevan la integración del estudiante con sus pares y con el resto de la sociedad. Los estudiantes, docentes y tutores se integraron con las dinámicas propuestas, haciéndolo propio al proyecto con la idea de preservar el recurso suelo para las próximas generaciones de estudiantes.

El estudiante logró conocer que el suelo de su escuela es heterogéneo en cuanto a las variables estudiadas en este trabajo.

El uso del índice NDVI es una buena herramienta para separar zonas homogéneas y delimitar unidades de muestreo.

La vinculación con las nuevas tecnologías, ayudó a despertar interés de los alumnos por otros conocimientos que antes les parecían muy lejanos.

La información obtenida a través de esta investigación será utilizada como punto de partida para futuros equipos de trabajo interesados en continuar profundizando en la caracterización de los suelos de nuestra institución.



# ASÍ SON LOS SUELOS DE MI PAÍS



## BIBLIOGRAFÍA

- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos Cuarta edición Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAO SALIM, Nairobi, Kenya-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia).
- Rodríguez, G., J. Gil Flores, E. García Jiménez. 1996. Metodología de la Investigación Cualitativa. Ed. Aljibe, Málaga.
- Sanzano, A., Fernández de Ullivarri J. 2020. SUELOS DE TUCUMÁN. <https://www.edafologia.org/descargas/>
- Souto, M. 1993. Hacia una didáctica de lo grupal Por
- <https://mappinggis.com/2015/06/ndvi-que-es-y-como-calcularlo-con-saga-desde-qgis/> . NDVI: Qué es y cómo calcularlo con SAGA desde QGIS. Revisado 10/9/2021.
- Zuccardi, R. B.y G. S. Fadda. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Miscelánea N°86. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán