

# Asistencia tecnológica innovadora para la agricultura familiar en la comunidad de Crescencio González, Departamento de Canindeyú

Laura Torres, Lourdes Génez

## Resumen

El presente reporte técnico describe la experiencia de aplicación de tecnologías geomáticas en el proyecto de “Asistencia Tecnológica Innovadora en la Agricultura Familiar – ATIAF” en la comunidad de Crescencio González, Distrito de Canindeyú, atendiendo que éstas tecnologías, permiten generar productos que sirven como materia prima para la toma de mejores decisiones en una determinada unidad productiva y a su vez contribuyen para la eficiente planificación de las estrategias para el manejo del campo, permitiendo trabajar con datos de la parcela, incluso antes de intervenir operativamente en ella y así emplear los recursos disponibles de forma más efectiva y precisa.

**Palabras Clave:** geomática, agricultura familiar, agricultura de precisión

**Contacto:** [laura.torres@pti.org.py](mailto:laura.torres@pti.org.py), [lourdes.genez@pti.org.py](mailto:lourdes.genez@pti.org.py)

**Reporte Técnico:** 2021-4744.

### Objetivo estratégico:

- OE2 “Promover la innovación con soluciones para problemas reales de forma ágil y disruptiva, logrando que sea comprendida, valorada y demandada”.
- OE3 “Mejorar la calidad de vida de las personas por medio de soluciones innovadoras con alto impacto socioambiental positivo”.

Los reportes técnicos del PTI-PY describen trabajos elaborados por los autores y se publican para suscitar comentarios y fomentar el debate. Las opiniones expresadas en los reportes técnicos del PTI-PY son las de los autores y no representan necesariamente las opiniones del PTI-PY, su Directorio Ejecutivo o su Consejo de Administración.

## 1. Introducción

Sin lugar a duda, la importancia de la agricultura familiar radica en garantizar la seguridad alimentaria y esto, está directamente relacionado a la lucha contra la pobreza y el hambre, permitiendo mejorar la calidad de vida, gestionando responsablemente los recursos naturales y logrando el desarrollo sostenible en zonas rurales.

En cuanto a los sistemas de producción en la comunidad de Crescencio González, siguen siendo convencionales y tradicionales, lo cual no contribuye a la conservación del suelo, al manejo eficiente de los recursos, la mejora de los índices de producción y rentabilidad, así como el cumplimiento de requisitos ambientales.

La innovación en este campo es necesaria para la sostenibilidad del rubro agrícola como sector productivo, viene dada, por una parte, por la implementación del uso de las tecnologías geoespaciales como los SIG<sup>1</sup>, la percepción remota (teledetección), los GNSS<sup>2</sup> y otros, que son herramientas que facilitan la captación y análisis de datos georreferenciados.

En tal sentido, todo proyecto que intente abordar este enfoque innovador debe considerar y tratar detalladamente el uso de dichas tecnologías y métodos e implementar un proceso sistémico que permita la tecnificación del agro.

## 2. Descripción de Problemática

En la comunidad de Crescencio González, los sistemas de producción agrícola utilizados tienen base en conocimientos empíricos que dan lugar a muchos errores en los procesos del desarrollo productivo de cualquier rubro con fines rentables, teniendo en cuenta que muchas de las decisiones tomadas, carecen de base científica y tecnológica, por lo tanto la utilidad resultante no siempre es de signo positivo, lo cual repercute de manera negativa

---

<sup>1</sup> Sistemas de Información Geográfica

<sup>2</sup> Sistema Global de Navegación por Satélite

en lo económico, social y ambiental, por ejemplo, obligando a los jóvenes a emigrar hacia los núcleos urbanos, buscando mejores oportunidades.

### 3. Propuesta o Relato de Experiencia

El Parque Tecnológico Itaipu (PTI), a través del Área de Desarrollo Territorial, con técnicos entendidos en el tema y software de teledetección y SIG, participaron en el proceso de planificación, toma de datos de suelo, análisis de resultados laboratoriales y definición de correcciones de suelo para las fincas agrícolas a ser intervenidas en el marco del convenio con ITAIPU antes citado. Siendo los suelos la base para resultados interesantes en cuanto a producción y renta y la sostenibilidad del rubro, se empezó por el análisis, diagnóstico de la calidad de los suelos y las sugerencias de corrección correspondientes.

Por tratarse de tecnologías sin mucha difusión aún en nuestro país, el caso presentado constituye una innovación en lo que hace al proceso de planificación y producción agrícola del sector de los considerados pequeños productores.

La intervención se realizó teniendo en cuenta la planificación de la zafra productiva iniciada en ese entonces.

Otras medidas innovadoras implantadas, teniendo en cuenta el sistema de producción empleado por la comunidad, con fines de asegurar la sostenibilidad del modelo (económico, social y ambiental) fueron el reemplazo del sistema convencional de siembra por el de mecanización y siembra directa, los cultivos en dirección contraria a la pendiente del suelo, el uso racional de los defensivos y fertilizantes agrícolas y por supuesto, lo mencionado antes, la corrección del suelo con enfoque de agricultura de precisión.

Desde un punto de vista espacial y para apoyo de dicho proyecto, se trabajó primeramente en la recopilación de datos cartográficos existentes, relacionados a la comunidad como ser perímetro de la finca, malla fundaría (versión INDERT), capas de isocotas con 10 metros de equidistancia vertical, información hidrográfica general, información o mapa de reconocimiento del suelo según Taxonomía USDA, hipsometría con datos del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la NASA (150 a 280 metros sobre nivel del mar), también se adquirieron imágenes de satélite PLEIADES de alta resolución (1,5 m de pixel, para su uso como línea de base del uso del suelo antes del proyecto), con dichas imágenes se realizó la clasificación de uso de suelo de las parcelas agrícolas y de la comunidad en general (usos identificados: agrícola, áreas comunes, barbechos, bosques, pasturas y viviendas, áreas de preservación en cumplimiento de la ley 2524/04 de deforestación cero y otras de protección de cauces hídricos) también se definieron y demarcaron las áreas de intervención de más menos 2 hectáreas por familia en función a los objetivos del proyecto.

Los trabajos de gabinete fueron acompañados por visitas técnicas de campo y el levantamiento de datos georreferenciados.

Específicamente para el estudio de suelo, se trabajó en la composición de capas de información básica y temática para facilitar la ubicación de sitios de toma de muestras de

suelos, teniendo en cuenta la eficiencia del proceso de muestreo del suelo para la agricultura de precisión, considerando que esta operación no debe limitarse a la determinación de contornos georreferenciados de las parcelas de cultivo. Cabe señalar, que los criterios para la definición de zonas de muestreo fueron previamente definidos por el asesor de la Dirección de Extensión Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería, el Ing. Ken Moriya, quien recomendó definir los puntos de muestras utilizando la metodología en Función al Paisaje o Toposecuencia, que es definida como la secuencia o asociación de suelos en un paisaje o ladera, donde el único factor que varía es el fisiográfico [2], también se sumó la información georreferenciada de taxonomía de suelo predominante según datos existentes del reconocimiento elaborado por el proyecto PRUT<sup>3</sup> en su momento.

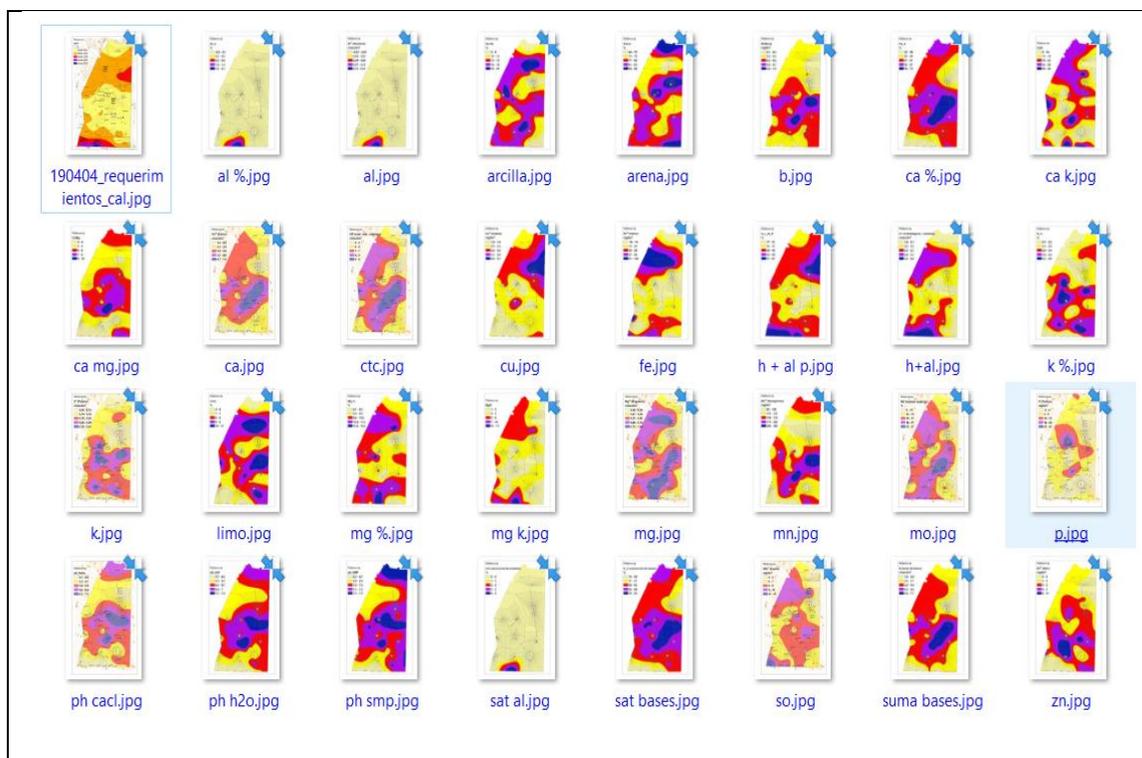
Este tipo de muestreo fracciona la ladera en sus diferentes partes, procurando aumentar la precisión de los análisis de suelo, dado que agrupa suelos relativamente homogéneos por su piso altitudinal y procesos de formación de suelo que predominan en el sitio. Para el efecto, se utilizaron tres equipos GNSS de tipo navegador, para la obtención de datos georreferenciados de 43 puntos de muestreo con 10 sub-muestras para cada muestra compuesta.

Los resultados de laboratorio de dichas muestras fueron relacionados con la información georreferenciada de cada punto, trabajando primeramente en una tabla, para luego llevarlo al software ArcMap, de esta forma se logró tener la capa con los atributos físicos y químicos de cada sitio muestreado.

Asimismo, para un análisis más exhaustivo, se procedió a la interpolación de los puntos de cada atributo físico y químico del suelo, utilizando la caja de herramienta del ArcGIS (versión 10) con la extensión “Geostatistical Analysis, interpolación – método Kriging”, este análisis es un método de inferencia espacial, el cual nos permite estimar los valores de una variable en lugares no muestreados utilizando la información proporcionada por la muestra [3] y de esta manera, estimar la distribución de cada atributo en función a los resultados laboratoriales, entre ellos, los atributos químicos más importantes para la corrección del suelo tales como Calcio (ca) y acidez (PH), al igual que otras variables interpoladas como; Magnesio (Mg), Mo, Potasio (K), Aluminio (Al), Saturación de Bases, Fósforo (P), Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Boro (B), Azufre (S), Ph\_H2O, algunos índices y atributos físicos de textura como; Arena, Limo y Arcilla. En la siguiente galería de mapas se observan algunas de las interpolaciones resultantes para algunas de las variables de estudio.

---

<sup>3</sup> Proyecto de Racionalización del Uso de la Tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. 1994.



*Ilustración 1: Mapas de interpolación de resultados de análisis de suelo por atributo físico/químico. Fuente: elaboración propia.*

Seguidamente, los resultados de la interpolación fueron utilizados para realizar la corrección de suelo, interpretados como mapas de zonas para la definición de la cantidad de encalado de suelo, utilizando la siguiente fórmula señalada en la ilustración 2, de acuerdo a la recomendación para corrección de la acidez del suelo, basado en la aplicación de la fórmula en relación al calcio, ph y la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

$$\text{CaCO}_3(\text{t/ha}) = \frac{(\text{V1} - \text{V2}) (\text{CICE})}{100} \times f \quad (24)$$

**de donde:**

- V1 = Porcentaje de saturación de bases deseado
- V2 = Porcentaje de saturación de bases que presenta el suelo
- CICE = Capacidad de intercambio catiónico efectiva
- f = 100/PRNT
- PRNT = Poder relativo de neutralización total

*Ilustración 2: Fórmula basada en el método Van Raij (1991) [4]*

Los resultados obtenidos indican el requerimiento de cal para diferentes zonas (ver mapa a continuación), para lo cual fueron estandarizadas las cantidades en cinco clases, de esta manera se definió la aplicación de cal agrícola en cantidades de, hasta 500 kg/ha que corresponde a 2.406 hectáreas, que representa el 49% de la superficie total de la comunidad, hasta 1.000 kg/ha con 2.013 ha que corresponde al 41%, hasta 1500 kg/ha distribuidos para 257 ha con el 7%, hasta 2.000 kg/ha para 92 ha. correspondiente al 2% y hasta 2500 kg/ha para 13 ha. del total de la superficie general.

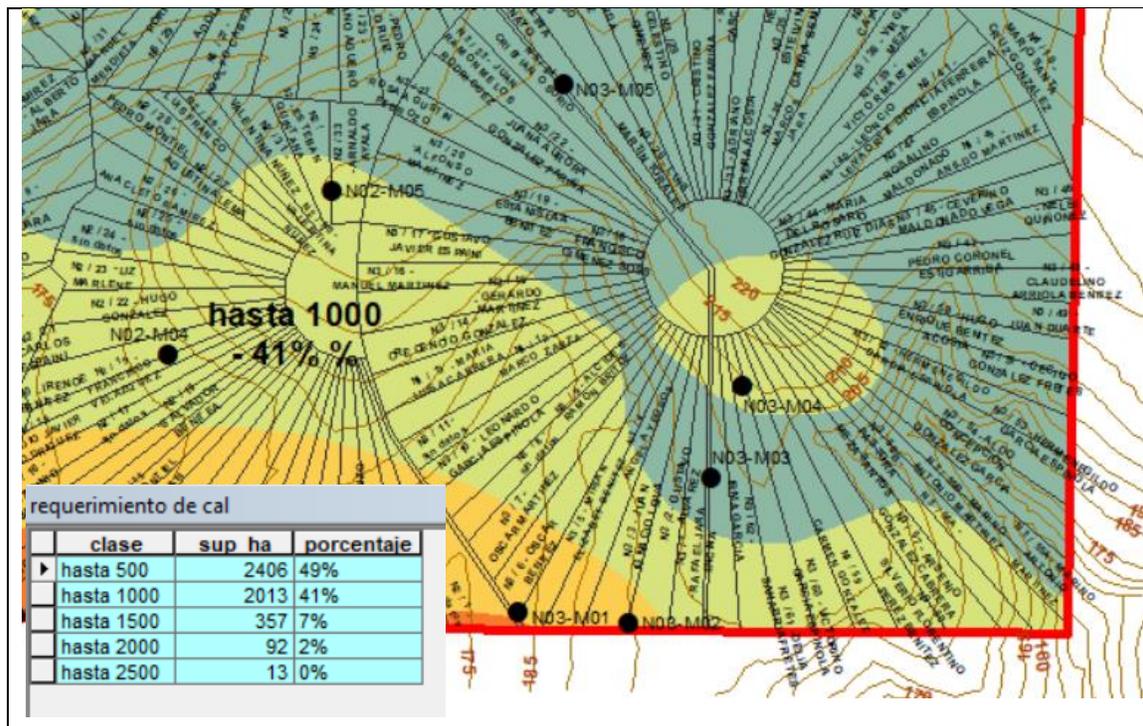


Ilustración 3: Mapa de recomendación de encalado de suelo, con criterio de agricultura de precisión. Fuente: elaboración propia

## 4. Conclusiones

La implementación del uso de tecnología geomática, como factor de innovación en los procesos de producción agrícola en la comunidad de Crescencio González resultó sumamente útil en varios aspectos, desde lo relacionado a las tareas de análisis de suelo y las sugerencias para su corrección con criterios de agricultura de precisión, hasta el monitoreo de las parcelas intervenidas con los datos adjuntos relacionados a propietario, rubros de producción, prácticas y medidas incorporadas, etc.

La información colectada y procesada se puso a disposición y consideración de todos los participantes (técnicos y productores) en forma de planos impresos, teniendo en cuenta que la comunidad no cuenta con un buen servicio de internet, que permita disponer dichos datos en algún tipo de red o internet.

Las tecnologías disponibles tienen mucho potencial aún por aplicarse, por ejemplo, para comparar los resultados en cuanto a índices de producción y rentabilidad, usando

tecnologías y buenas prácticas agrícolas respecto al modelo tradicional con base en conocimientos empíricos.

## 5. Referencias

[1] López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Ríos, E. (1995). Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, Paraguay.

[2] Velázquez, A. P. (2017). Método Kriging de inferencia espacial.

[3] Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). Guía técnica para muestreo de suelos.

[4] Espinosa J., Molina, E. (1999). Acidez de suelo y encalado. International Plant Nutrition Institute.