

NOTA TÉCNICA

# Aplicación de una herramienta informática para el relevamiento de datos de campo, en el área de Sanidad forestal

*Application of a computer tool for collecting field data, in the area of Forest Health*

L. Diodato<sup>1</sup>, M. Iturre<sup>2</sup>, C. V. Rueda<sup>2,3</sup>, J. Mitre<sup>4</sup>, M. Diodato<sup>5</sup>, A. Fuster<sup>1</sup>, M. P. Rueda<sup>2</sup>,  
D. E. Loto<sup>3,2</sup> y C. Coronel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Protección Vegetal (INPROVE). Av. Belgrano (s) 1912. (4200). Santiago del Estero, Argentina. E-mail: diodatuliliana@gmail.com, fusterandrea9@gmail.com, carmencoronel87@gmail.com

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA). Av. Belgrano (s) 1912. (4200). Santiago del Estero, Argentina. E-mail: miturre@gmail.com, mpatorueda@gmail.com

<sup>3</sup> CONICET. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosque. Av. Belgrano (s) 1912. (4200). Santiago del Estero, Argentina. E-mail: carlavrueda@gmail.com, danteloto87@gmail.com

<sup>4</sup> Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (DNDFI). E-mail: josemitresgo@gmail.com

<sup>5</sup> Universidad Federal Rural del Semi-Árido (UFERSA). Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais (DCAF). Mossoró, RN, Brasil. E-mail: madio61@gmail.com

Recibido en diciembre de 2023; Aceptado en octubre de 2024

## RESUMEN

En las actividades forestales, la recolección de datos en campo demanda recursos financieros y humanos. Recientemente, aplicaciones móviles de uso gratuito, han facilitado esta tarea. En el Chaco Semiárido, la superficie de plantaciones de *Neltuma alba* ha crecido, siendo Santiago del Estero la provincia con mayor cobertura. El monitoreo continuo y el diagnóstico sanitario en las plantaciones son clave para aplicar medidas preventivas o curativas. Como alternativa de bajo costo se puede recabar información en campo a través de cuestionarios digitales. El propósito de esta investigación consistió en diseñar y evaluar en campo un formulario digital mediante la plataforma *Epicollect5*, con el fin de realizar diagnósticos de la sanidad de las plantaciones de *N. alba* en la provincia de Santiago del Estero, Argentina. El cuestionario se elaboró en bloques temáticos referidos a: i) georreferenciación e identificación, ii) silvicultura y iii) sanidad de las plantaciones. En esta fase inicial, se comprobó la utilidad de *Epicollect5* como una herramienta que amplía las capacidades de recolección de datos en terreno, posibilitando la cobertura a nivel regional; siendo su primera aplicación en el ámbito de la sanidad forestal.

Palabras clave: *Neltuma alba*, diagnóstico sanitario, aplicación informática.

## ABSTRACT

In forest activities, field data collection demands financial and human resources. Recently, free-to-use mobile applications have made this task easier. In the Semi-arid Chaco, the area of *Neltuma alba* plantations has increased, being Santiago del Estero the province with the largest coverage. Continued monitoring and health diagnosis in the plantations are key for applying preventive or corrective measures. As a low-cost alternative, information can be collected on the field through digital questionnaires. The aim of this research was to design and evaluate in the field a digital form using the *Epicollect5* platform, to carry out health diagnoses of *N. alba* plantations in the province of Santiago del Estero, Argentina. The questionnaire was developed in thematic blocks referring to: i) georeferencing and identification, ii) silviculture, and iii) plantation health. In this initial phase, the usefulness of *Epicollect5* as a tool that expands data collection capabilities in the field was proven, enabling coverage at the regional and marking; being this its first application in the field of forest health.

Key words: *Neltuma alba*, health diagnosis, computer applications.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las actividades forestales, la ejecución de trabajos técnicos en campo para recolectar información conlleva altos costos en recursos financieros y técnicos. Esto incluye el traslado y estancia del personal en los puntos de estudio, la recolección y registro de datos en planillas digitales y su posterior análisis. La transcripción y registro de los datos requieren mucho tiempo y atención para evitar errores. Por lo tanto, el uso de una aplicación informática que reduzca los tiempos de recolección y transcripción de datos es altamente práctica y aplicable universalmente (Pakhare *et al.*, 2013).

Junto con la última generación de dispositivos móviles con sistema operativo Android, se desarrollaron aplicaciones que permiten la recolección de datos en formatos de cuestionarios e incluyen la determinación de la ubicación de los sitios mediante el servicio de GPS y Google Maps. Esto brinda nuevas oportunidades para recopilar y analizar datos dentro de aplicaciones en tiempo real. Entre las nuevas aplicaciones se destaca *Epicollect5*, que es una aplicación gratuita, de fácil uso para el diseño de cuestionarios, recopilación de datos a campo, carga y descarga de la información desde servidores web, gestión de mapas y organización en bases de datos para dispositivos móviles (Aanensen *et al.*, 2014). Fue desarrollada en 2009 por investigadores del Departamento de Epidemiología de Enfermedades Infecciosas, Imperial College de London, Reino Unido y de la Universidad de Bath para la recopilación y gestión de datos en encuestas de epidemiología (Aanensen *et al.*, 2009). En comparación con las encuestas en formato papel tradicionales, *Epicollect5* tiene la ventaja de gestionar automáticamente los datos, lo que resulta en un significativo ahorro de tiempo y costos en el procesamiento de la información. A medida que se cargan los datos en el campo, se pueden observar e ir procesando en gabinete. Los cuestionarios pueden incluir preguntas de texto y multimedia, lo que permite una recopilación más rica y diversa de información.

Esta herramienta, que permite el intercambio y la consulta remota de información de campo, se ha utilizado en diversos estudios. Por ejemplo, en el ámbito de la medicina se recopilaron datos de ensayos clínicos y se realizaron encuestas relacionadas con la salud pública (Aanensen *et al.* 2009, Gohil *et al.* 2020). Durante el período de la pandemia COVID19 se utilizó la aplicación para acelerar los tiempos de la vacunación en territorios de difícil acceso y con grupos poblacionales dispersos (Gupta *et al.*, 2022). En las ciencias pecuarias se utilizó para el monitoreo de enfermedades en animales (Islam, 2014) y en el campo de la biología, para gestionar la toma de muestras y de datos en estudios sobre bacterias y sus nemátodos huéspedes (Al-Own, 2013). Su uso en estudios forestales aún no está muy difundido, a pesar del amplio rango de prestaciones de la aplicación y su potencial uso con distintos objetivos.

En las últimas dos décadas, la superficie de plantaciones de algarrobo blanco (*Neltuma alba* (Griseb.) C.E. Hughes & G.P. Lewis.) ha aumentado significativamente en la región del Chaco Semiárido. Este crecimiento ha sido favorecido por los incentivos derivados del régimen de promoción de inversiones en nuevos proyectos forestales, impulsados por la Ley 25.080. Actualmente, las plantaciones abarcan un total de 13.273 hectáreas, concentrándose principalmente en las provincias de Santiago del Estero, Chaco y Formosa, que representan el 45 %, 34 % y 21 % del total, respectivamente (Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, 2023).

Por otro lado, el éxito de un emprendimiento forestal depende de las prácticas silviculturales y de la gestión adecuada de situaciones adversas, por lo que el manejo sanitario debe ser un componente clave en la gestión forestal (Diodato, 2022). El monitoreo sanitario de las plantaciones permite la identificación de plagas, evaluando su causa, gravedad y momentos de mayor vulnerabilidad y diseñar estrategias de manejo eficaces, considerando su viabilidad económica

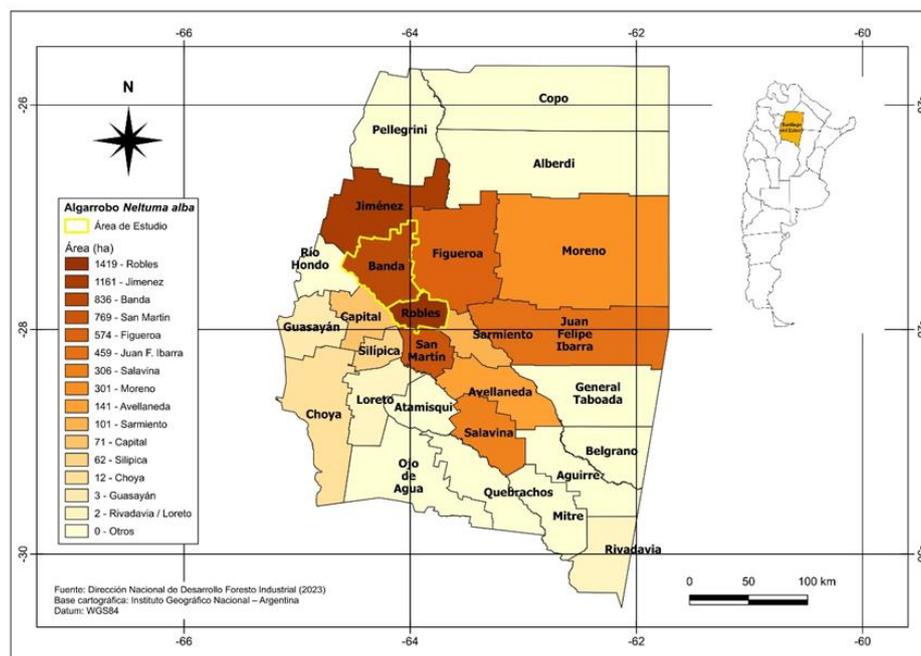
respetando principios ecológicos y sociales (Speight *et al.*, 2008). La detección tardía de plagas puede causar graves pérdidas económicas en el emprendimiento forestal, sin embargo, proteger las plantaciones mediante un monitoreo continuo requiere tiempo y costos. Un enfoque dinámico e interactivo, con aplicación en el ámbito de la sanidad forestal, son las encuestas participativas, que permiten realizar un diagnóstico local sobre las condiciones sanitarias del sistema forestal. El diseño e implementación de encuestas sobre la sanidad de las plantaciones con herramientas informáticas como *Epicollect5*, es una opción económica y útil, que permite a técnicos forestales relevar información en campo, con la participación de productores. En general, los datos recopilados a partir de formularios realizados mediante *Epicollect5*, se pueden transcribir, almacenar y compartir en tiempo real, lo que brinda la oportunidad de realizar un análisis oportuno y una rápida difusión de los resultados obtenidos (Gupta *et al.*, 2022)

El objetivo del presente trabajo consistió en diseñar y evaluar en campo un formulario digital mediante la plataforma *Epicollect5*, con el fin de realizar diagnósticos sanitarios en plantaciones de *N. alba* en la provincia de Santiago del Estero, Argentina.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

En Santiago del Estero, las plantaciones de *N. alba* cubren un total próximo de 6.500 ha distribuidas en 16 departamentos. El estudio se realizó en ocho plantaciones ubicadas en los departamentos de Banda y Robles, áreas con mayor superficie forestada en la provincia (Figura 1) (Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, 2023).



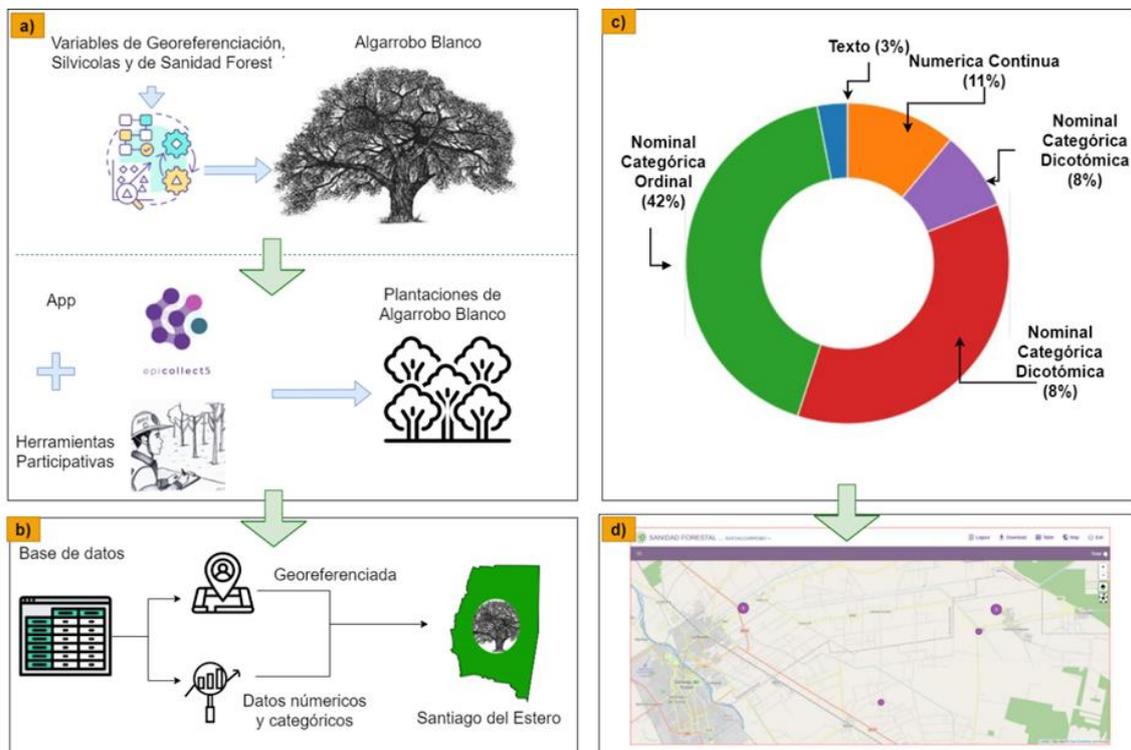
**Figura 1.** Área de estudio y distribución de plantaciones de *N. alba* por departamentos en Santiago del Estero

## 2.2. Diseño del formulario *Epicollect5* y prueba piloto

En gabinete se diseñó el formulario seleccionando las variables vinculadas a la descripción del estado sanitario general de las plantaciones de *N. alba*. La correcta definición e identificación de estas variables incide en la formulación de preguntas claras y específicas a fin de obtener información precisa a partir de las encuestas (Casas Anguita *et al.*, 2003).

En el sitio web de *Epicollect5* (<https://docs.epicollect.net/formbuilder/input-types>), se creó el formulario seleccionando la opción Create Project, (Figura 2a). Con la herramienta Form Builder, se elaboraron las preguntas/respuestas a partir de las 18 opciones que ofrece la aplicación, como por ejemplo: texto sin límite de caracteres, número, opción múltiple, listas, imágenes, audio y coordenadas GPS, entre otras.

Para detectar posibles errores en el formulario elaborado, evaluar su comprensión, ajustar el formato y la longitud, verificar la secuencia y el flujo de las preguntas, así como la calidad de los datos (evitando respuestas irrelevantes o inconsistentes) se realizó una prueba piloto (Casas Anguita *et al.*, 2003). En ella participaron estudiantes y pasantes de carreras de grado, pregrado y técnicos forestales quienes mediante sus celulares efectuaron la encuesta y midieron los tiempos de respuestas del formulario (Figura 2b).



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Formulario de Diagnóstico de Sanidad Forestal (SAFOAL)

En el formulario *Epicollect5*, que se denominó SAFOAL, se desarrollaron en total 42 preguntas/respuestas agrupadas en tres bloques temáticos referidos a: i) georreferenciación e identificación de la plantación, ii) silvicultura de la plantación, y iii) sanidad de la plantación. Las variables consideradas se clasificaron en tipos numérica continua, nominal categórica dicotómica, nominal categórica múltiple y nominal categórica ordinal. Las variables categóricas representaron la mayor proporción dentro del total de variables (Figura 2c).

El bloque de georreferenciación e identificación incluyó siete preguntas referidas a datos específicos de cada plantación, como el nombre del productor, la extensión, la edad de la plantación y su ubicación en datos y coordenadas geográficas. El bloque denominado silvicultura comprendió 12 preguntas orientadas a caracterizar el manejo silvicultural recibido e incluye información sobre: riego, fertilización, podas y raleos. También se requieren estimaciones del diámetro a la altura del pecho (DAP) y de la altura (H) promedio. Para ello, se recomendó medir cinco árboles seleccionados al azar en el centro de la plantación, con el fin de calibrar los valores estimados por los encuestados. El tercer bloque centrado en la sanidad, y objetivo principal del formulario, contó con 23 preguntas/respuestas clasificados según las distintas partes vegetativas de los árboles. Incluye observaciones sobre coloración, desarrollos fisiológicos atípicos y signos de daños de origen biológico (vertebrados, artrópodos, nemátodos, hongos, bacterias y virus) y la identificación de plagas comunes regionales. Este bloque también comprende daños a causa de factores climáticos (heladas, sequías, inundaciones), edáficos, incendios y contaminación atmosférica. Se procuró que en general el formulario sea simple (Gohil *et al.*, 2020; Gnanasabai *et al.*, 2021) y redactado de manera sencilla y familiar a los productores.

#### 3.2. Prueba piloto del formulario SAFOAL

Las preguntas/respuestas de los bloques no mostraron dificultad en el registro para relevarlas. En el bloque silvicultura, se comprobó que la estimación visual del DAP y H coincidió con las medidas efectuadas según recomendación del formulario, con lo cual se consigue agilizar el registro de esta información.

Se comprobó que el diseño del formulario permite incorporar información particular de la plantación, por ejemplo marcos de plantación infrecuentes. Así también, el entorno de la aplicación *Epicollect5* resultó de fácil visualización y uso por los usuarios, como ya observaron otros autores (Gohil *et al.*, 2020; Gnanasabai *et al.*, 2021; Gupta *et al.*, 2022). En general el cuestionario funcionó de forma dinámica y sin redundancias, permitiendo complementar la información con fotografías por ejemplo, de la plantación, de árboles y de daños observados.

El tiempo promedio necesario para completar el formulario varió en un rango de 20 a 30 minutos, valores próximos a los recomendados por otros autores, quienes indican de 15 a 20 minutos para encuestas de 30 a 60 preguntas (Casas Anguita *et al.*, 2003). La duración total de las encuestas, es un aspecto importante a considerar en el momento que se configura el formulario, ya que la complejidad de las preguntas puede alargar los tiempos de respuesta e interferir en la disposición de los encuestados para participar.

Los registros obtenidos se sincronizaron con la base de datos, proceso que puede realizarse según las condiciones de conectividad por las características que brinda *Epicollect5*. Así, los datos pueden ser procesados de diversas maneras, como la generación de mapas, listados, gráficos, estadísticas

descriptivas e inferencias estadísticas, de acuerdo con los objetivos de los estudios, informes y reportes que se requieran.

A partir de las respuestas del bloque de georreferenciación e identificación de la plantación, se obtuvo información que permitió visualizar todos los registros almacenados en un mapa mediante la opción Maps de *Epicollect5* (Figura 2d), que utiliza la aplicación Google Maps. Además, los datos se organizan en tablas para facilitar su procesamiento, lo que permite un seguimiento más eficiente de las plantaciones, fundamental para asegurar la continuidad de los monitoreos y estudios sobre su sanidad.

El análisis de los datos del bloque sanidad, puede orientarse de manera que las variables asocien probabilidades de vinculación (ej. tablas de contingencia) y brinden información sobre distintos aspectos del estado sanitario de la plantación. De esta forma es posible analizar los signos/daños diferenciados según estados fenológicos, edad de la plantación, entorno, etc. y las probabilidades asociadas de ocurrencia. Por ejemplo, según la edad de las plantaciones puede interesarse preguntarse ¿qué frecuencia asociada tiene la presencia de orificios en el fuste? También, mediante el análisis de las diferentes variables categóricas es posible obtener un resumen de las relaciones que existe entre ellas (Di Rienzo *et al.*, 2009).

#### 4. CONCLUSIONES

En esta primera etapa se comprobó que *Epicollect5* es una herramienta accesible y fácil de usar para realizar diagnósticos sanitarios en plantaciones de algarrobo, destacándose su primera aplicación en el ámbito de la sanidad forestal, siendo útil también para el monitoreo continuo de las mismas. La implementación de *Epicollect5* amplía las capacidades de recolección de datos, posibilitando el relevamiento de amplias superficies a nivel regional sin incurrir en mayores costos. No obstante, se recomienda una validación previa, adaptada a las condiciones particulares de cada región, antes de su aplicación a gran escala.

La interacción entre técnicos de distintas unidades organizativas y productores promueve la vinculación y fomenta la generación de propuestas para un manejo forestal sustentable de las plantaciones, basado en el conocimiento obtenido a través de las encuestas.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo para la realización de este trabajo al Concejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, CICyT UNSE, PID 23B-176 y 23B-166; a la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial, a los estudiantes pasantes de la Facultad de Ciencias Forestales-UNSE y a los propietarios de las plantaciones.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aanensen, D. M., D. M. Huntley, E. J. Feil, F. Al-Own y B. G Spratt. 2009. Epicollect: linking smartphones to web applications for epidemiology, ecology and community data collection. Hay SI, ed. *PLoS ONE* 4(9): e6968. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006968>
- Aanensen, D. M.; D. M. Huntley; M. Menegazzo; C. I. Powelly; B. Spratt. 2014. EpiCollect+: Linking smartphones to web applications for complex data collection projects. *F1000Research*, 3. <https://doi.org/10.12688/f1000research.4702.1>

- Al-Own, F. 2013. *Population structure of insect pathogenic bacteria in U.K. soil and their associated nematodes*. Doctoral dissertation, University of Bath.
- Casas Anguita, J.; J. R. Repullo Labrador y J. Donado Campos. 2003. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención Primaria* 31(8): 527-538.
- Diodato, L. 2022. Manejo de insectos plagas en plantaciones de algarrobo. *Revista Quipu*, Ed especial, 10-11.
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada y C. W. Robledo. 2009. *InfoStat* (No. 2009). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial. 2023. *Inventario forestal*. <https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/>
- Gnanasabai, G.; S. Anbazhagan; S. Anbazhagan; M. Kumar; C. Boovaragasamy y M. Rahman. 2021. *Epicollect5* Software ease of use among medical students: *Evaluation Survey*. 9: 68-71.
- Gohil, R; S. Sharma; S. Sachdeva; S. Gupta y M. S. Dhillon. 2020 *Epicollect5*: A Free, Fully Customizable Mobile-based Application for Data Collection in Clinical Research. *J Postgrad Med Edu Res*; 54(4): 248-251.
- Gupta, A.; J. Kumar y S. Chander 2022. Use of *Epicollect5*, a Mobile Based Application for Data Collection to Increase the Pace of Covid19 Vaccination in a District of North India. *Hmlyan Jr Comm Med Pub Hlth*; Vol-3, Iss- 1: 17-19. <https://www.himjournals.com/journal/hjcmph>
- Islam, A. 2014. EpiCollect: A Web-based Mobile Data Collection Tool for Veterinary Epidemiology. *BDvet iNewsletter*, Volume 2 Issue 2.
- Pakhare, A. P.; S. Bali y G. Kalra. 2013. Use of mobile phones as research instrument for data collection. *Indian Journal of Community Health*. 21;25(2): 95-98
- Speight, M. R.; M. D. Hunter y A. D. Watt. 2008. *Ecology of insects*. Concepts and applications. Hoboken; Jhon Willey Sons. 628p.

