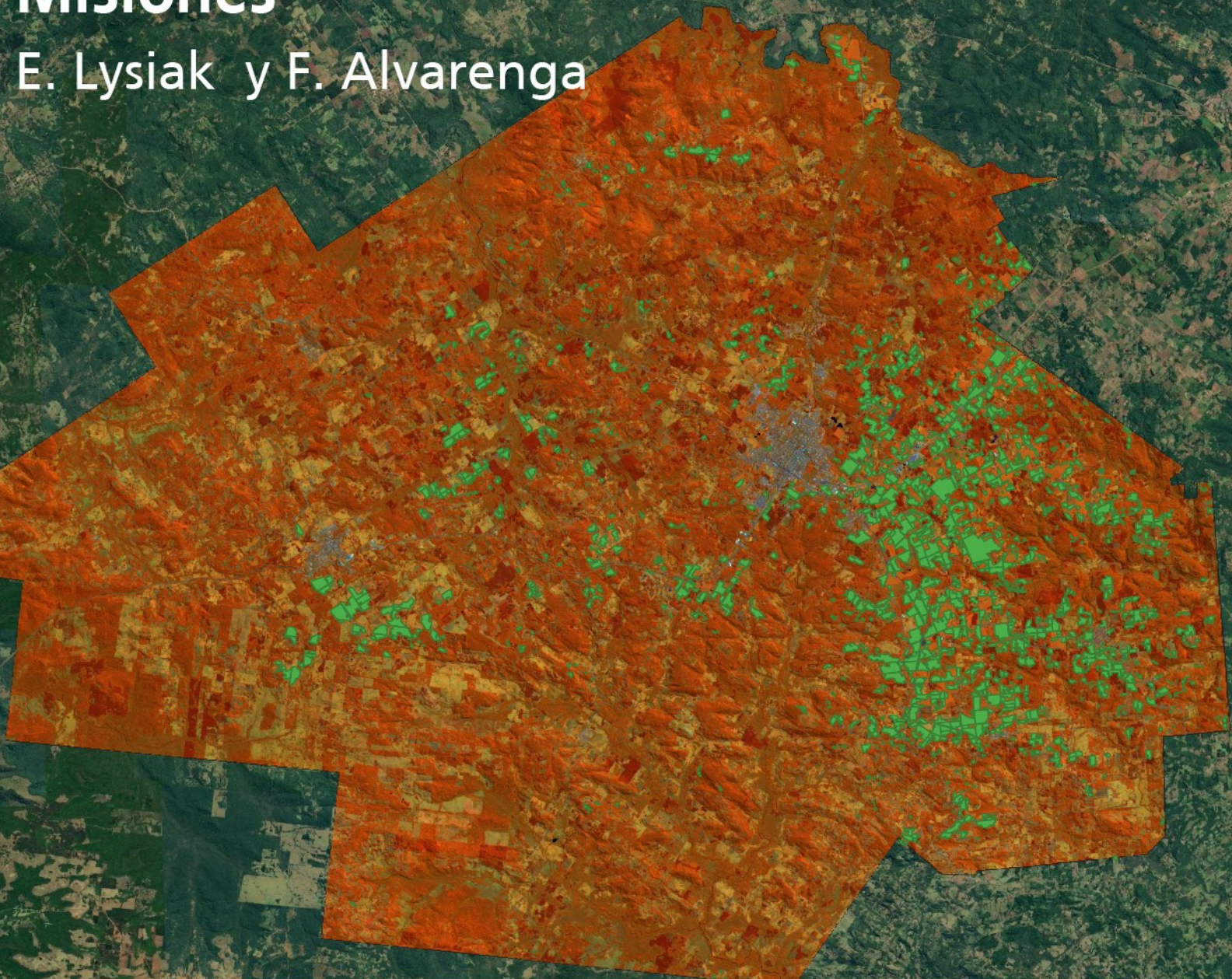


Relevamiento de la superficie de yerba mate con imágenes satelitales en el departamento de Leandro N. Alem, Misiones

E. Lysiak y F. Alvarenga



Relevamiento de la superficie de yerba mate con imágenes satelitales en el departamento de Leandro N. Alem, Misiones

E. Lysiak¹ y F. Alvarenga²

2021

INTA – ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA CERRO AZUL

E.E.A Cerro Azul – INTA. Informe Técnico N° 105/2021

¹ Lic. en Economía. Magister en Agronegocios y Alimentos. Investigador, Área de Economía Agraria, INTA EEA Cerro Azul, CR Misiones, Argentina E-mail: lysiak.emiliano@inta.gob.ar

² Lic. en Sistemas. Magister en Teledetección y SIG. Investigador, Área de Recursos Naturales, INTA EEA Cerro Azul, CR Misiones, Argentina E-mail: alvarenga.fernando@inta.gob.ar

E.E.A. Cerro Azul – INTA. Dirección: Ruta Nacional 14. Km. 836

3313 – Cerro Azul- Misiones, Argentina

Teléfono: (0376) 449 4740, (0376) 449 4741

DIRECTOR: Ing. Agr. Horacio BABI

COMISIÓN ASESORA DE PUBLICACIONES

Dr. Alejandro TORO

MSc. Emiliano LYSIAK

Dr. Lucas MORETTI (Presidente)

MSc. Diego GUERRERO

Dra. Sandra MOLINA

MSc. Verónica LAMAS

Diseño y Maquetación

MSc. Fernando Alvarenga



Lysiak, E. y Alvarenga, F. 2021. Relevamiento de la superficie de yerba mate con imágenes satelitales en el departamento de Leandro N. Alem, Misiones. Cerro Azul. E.E.A INTA Cerro Azul. Informe Técnico N°105/2021

Relevamiento de la superficie de yerba mate con imágenes satelitales en el departamento de Leandro N. Alem, Misiones.

E. Lysiak y F. Alvarenga

Resumen

Para conocer la evolución de los cultivos extensivos es necesario realizar un relevamiento de la superficie, sobre la cual se harán estimaciones de producción y rendimiento. El uso de herramientas de teledetección en la agricultura se ha planteado como una alternativa para obtener datos cuantitativos que permiten ubicar y caracterizar los cultivos con el fin de tomar decisiones para la planificación y el manejo. El presente trabajo se planteó como objetivo determinar la precisión que se obtiene al identificar lotes de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* A. St Hil.) en el departamento de Leandro N. Alem, Misiones mediante imágenes satelitales de Google Earth. Según los resultados, se obtuvo un 98,72% de exactitud en la identificación de lotes de Yerba Mate, con respecto a las coberturas digitalizadas. Asimismo, se determinó que la superficie de Yerba Mate, para el año 2020, en el departamento de Leandro N. Alem es de 4.897 ha. Estos resultados permiten considerar que es un valor intermedio entre el publicado por el INYM y el CNA18.

Palabras Claves: *Ilex paraguariensis*, Teledetección, Distribución espacial.

Introducción

La provincia de Misiones es la principal productora de yerba mate del país, por ello la estimación de la superficie y su distribución en el territorio adquiere una relevancia estratégica. Hoy en día la actualización de la información es realizada con poca frecuencia, por un lado, a través del Instituto Nacional de Yerba Mate (INYM) y, por otro lado, por medio del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) con los Censos Agropecuarios Nacionales (CNA). Este último determinó para el año 2018 una superficie total de 146.722 ha (INDEC, 2021). En el caso del INYM, para el año 2020, informa un total de 174.820 ha (INYM, 2020). El departamento de Leandro N. Alem es uno de los más importantes de la provincia, debido a que concentra y desarrolla diferentes actividades productivas, tanto en el sector primario como secundario (Reyes *et al.*, 2005), donde, según datos del INYM (2020) existe una superficie de 5.483 ha de yerba mate en el año 2020.

Actualmente, las nuevas tecnologías en teledetección permiten realizar estimaciones de superficies plantadas con mayor rapidez y con buenos resultados, comparado con las tradicionales basadas en censos. Estas tecnologías utilizan diferentes técnicas que posibilitan, mediante las imágenes satelitales,

observar las características de un cultivo con un mayor nivel de detalle, como puede ser un lote de yerba mate.

Haciendo énfasis en la búsqueda de estimaciones de la superficies de cultivos perennes con sensores remotos en la provincia de Misiones, como antecedente se destaca el relevamiento aerofotogramétrico de la superficie de té del año 2010 (Lysiak y Albarracín, 2014) que arrojó como resultado una mayor superficie cultivada con respecto al Censo Agropecuario 2008. Alvarenga (2019) realiza una comparación de diferentes algoritmos de clasificación supervisada para la identificación de la yerba mate en el departamento de Oberá, obteniendo buenas precisiones globales con imágenes Landsat 8. De modo similar, el informe yerbatero del Gobierno de la Provincia de Misiones (2002), obtiene un panorama de la situación yerbatera utilizando imágenes satelitales Landsat 7 ETM+ para la estimación de superficie, complementado con el censo de productores, arrojando como resultado un mapa de la superficie de yerba mate para la provincia de Misiones de 173.454 ha. Además, se destaca el trabajo realizado por el INYM en el relevamiento de la superficie de Yerba Mate con imágenes aéreas y controles en terreno, pero este último no dispone de un informe final que especifique la metodología utilizada.

Con respecto al sector forestal, es necesario destacar la actualización del inventario de los bosques cultivados de la provincia de Misiones, realizada por la Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la Provincia SEDEFOR (2016), cuya metodología estuvo apoyada en información geoespacial y material fotográfico aéreo de alta resolución del año 2014. Los resultados revelaron que la provincia cuenta, al año 2015, con una superficie de bosques plantados de 419.008 ha de todos los géneros botánicos.

Por otro lado, existen numerosas referencias enfocadas en las estimaciones de zonas de bosques deforestadas en Misiones. Algunos trabajos son Cuevas y Lorán (2012) que estiman la biomasa forestal utilizando imágenes Landsat, Smichowski y Contreras (2020) quienes realizaron un análisis de la deforestación en el departamento Iguazú. Por otro lado, Albarracín Franco *et al.* (2014) y Albarracín Franco (2015) estimaron la pérdida de bosque en el departamento Guaraní. En estos trabajos se utilizaron imágenes satelitales Landsat.

Si bien existen estadísticas de relevancia que dan a conocer la superficie actual de yerba mate, el objetivo del presente trabajo fue determinar la exactitud que se puede lograr en la ubicación de lotes de yerba mate con imágenes satelitales de alta resolución. De obtenerse un buen resultado con aciertos superiores al 95% se puede obtener el dato de la superficie de yerba mate por Municipio, dato que actualmente ninguna fuente difunde.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo mediante un análisis visual de imágenes satelitales Google, digitalizando en forma directa el perímetro de los polígonos de yerba mate, utilizando los programas My Maps, Google Earth y QGIS 3.16. El criterio utilizado para considerar a un polígono como cultivo de yerba mate, es que la imagen debía mostrar claramente los pequeños arbustos de color verde oscuro. En el caso de difícil determinación, se realizó un análisis temporal del lote, recurriendo a imágenes anteriores, dejando excluidas las superficies de yerba mate que se encontraban cubiertas por una masa arbustiva, impidiendo su detección. Por esta limitación, el estudio se concentró en medir solo el grado de acierto en la yerba marcada que no tiene una cobertura forestal de varios años. De esta forma el trabajo en campo consistió en ver si los polígonos marcados tienen o no yerba mate. Quedando de esta forma afuera los yerbales que no se detectaron en el análisis visual.

Para la verificación a campo, la unidad de muestreo fue un polígono, y la variable a medir fue la marcación correcta o incorrecta como yerba mate. Los puntos para corroborar se seleccionaron mediante un muestreo al azar sobre la superficie, marcada como cultivo de yerba mate. El procedimiento de sorteo se realizó mediante la herramienta "Selección aleatoria" del programa QGIS 3.16, la cual toma una capa vectorial y selecciona un subconjunto de forma aleatoria, usando un porcentaje o un número para definir el número total de objetos del subconjunto. El tamaño de la muestra para la cantidad de polígonos se determinó con la siguiente fórmula (Murray y Larry, 2009):

$$n = \frac{NZ^2pq}{(N - 1)d^2 + Z^2pq}$$

Donde:

n = Tamaño mínimo de muestra

N = Tamaño de población (1581)

Z = valor de Z con un nivel de confianza del 95%.

d = nivel de precisión (3%)

p = prevalencia del fenómeno desconocido (0,9)

q = 1- p (0,1)

Con los valores anteriores se determinó la necesidad de verificar 309 polígonos marcados como yerba mate. Dado que muchos polígonos no son accesibles, se sortearon 964 y se hicieron recorridos por diferentes zonas llegando a los 312 polígonos verificados. Algunas de las limitantes para verificar los

polígonos fueron lotes alejados de la vía pública, polígonos aislados, caminos poco transitables y límite de la duración de la batería de los implementos de medición.

Resultados y discusión

Los resultados que se obtuvieron al verificar en terreno los polígonos sorteados son los siguientes. Sobre 312 polígonos, se encontraron 308 con yerba mate (98,72%) y en los cuatro restantes se observó un lote con arbustivas bajas, uno con forestación, uno con tala rasa reciente y un yerbal eliminado por estar en una zona de alta urbanización. De esta forma, el error en la determinación fue del 1,28% (4/312) lo que se puede considerar como bastante bajo. En la Figura 1 se presentan los yerbales sorteados y verificados que formaron la muestra.

Con los resultados de la verificación a campo y un nivel de confianza del 95% se concluye que los polígonos marcados son lotes de yerba mate en un 98,72% de los casos. Con un nivel de precisión o error de muestreo del 3% se define que los polígonos marcados son yerbales en un rango entre el 95,72% y 100% de los casos.

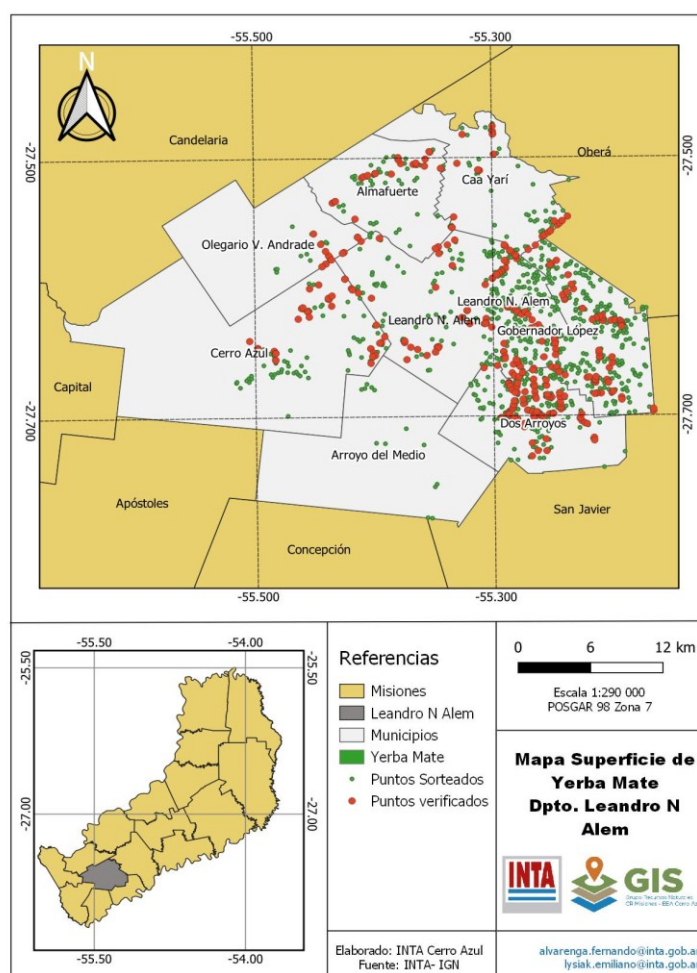


Figura 1. Polígonos sorteados y verificados en terreno en el departamento Leandro N. Alem

Al sumar la superficie en hectáreas de los polígonos marcados se obtuvo una superficie total de 4.897 ha (Figura 2). La superficie total de yerba mate en el departamento de Leandro N. Alem, estimada en el presente trabajo, se encuentra entre los valores relevados por el INYM de 5.483 ha en el año 2020 y el CNA18 de 4.362 ha en el año 2018.

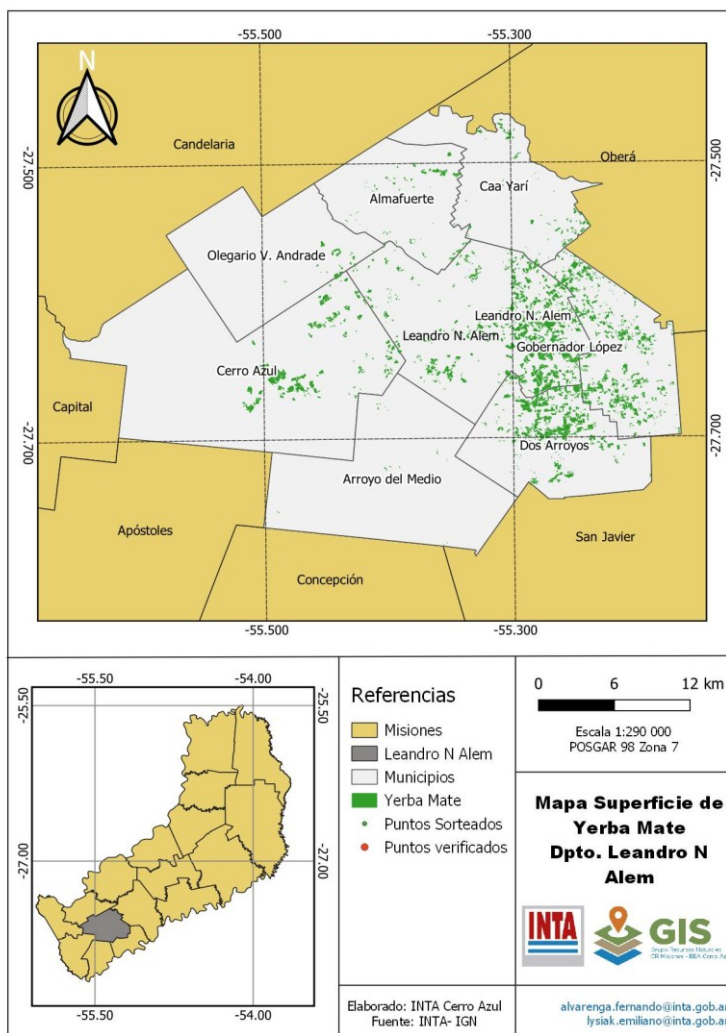


Figura 2. Polígonos marcados como yerba mate en el departamento Leandro N. Alem

Finalmente, con respecto a la distribución de los yerbales entre los municipios se encontró que los municipios con mayor concentración de la superficie son Leandro N. Alem, con el 38%, seguido por los Municipios de Gobernador López y Dos Arroyos, con el 20% cada uno (Tabla 1).

Tabla 1. Superficie total de yerba mate por municipios del departamento Leandro N Alem.

Municipio	Superficie de yerba mate	
	ha	%
Leandro N. Alem	1904,51	38,89
Gobernador López	1021,84	20,87
Dos Arroyos	1006,86	20,56
Cerro Azul	590,21	12,05
Caá Yará	160,89	3,29
Almafuerte	133,15	2,72
Olegario V. Andrade	65,88	1,35
Arroyo del Medio	13,67	0,28
Total	4897,01	

Conclusiones

La precisión que se obtuvo al identificar yerbales en el departamento de Leandro N. Alem con imágenes satelitales de acceso público fue alta, permitiendo obtener un mapa con la distribución espacial del cultivo por municipios, que otras fuentes no proveen.

Si se compara con los resultados de relevamiento obtenidos por las otras dos fuentes, los valores encontrados en el presente trabajo pueden tomarse como promedio de ambas. Este dato resulta esperado debido a los inconvenientes que tienen los censos agropecuarios para llegar al 100% de la superficie relevada. También es razonable que se obtenga una superficie menor al INYM dado que esta institución puede llegar a yerbales que se encuentren debajo de masas forestales.

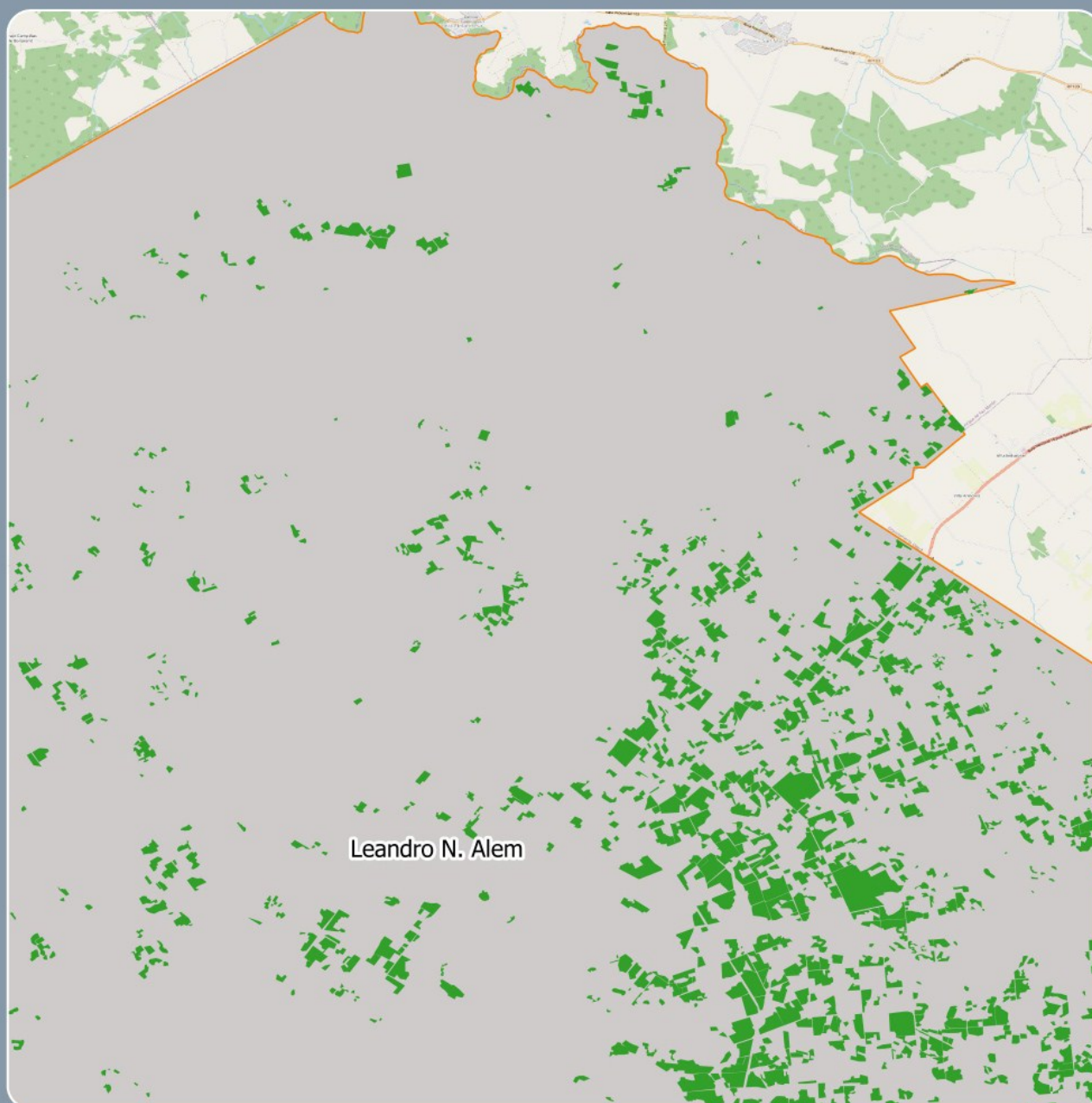
Con respecto a los resultados que se obtienen por municipio, se observa que la yerba mate está presente en todos, pero con mayor proporción en Leandro N. Alem, Gdor. López y Dos Arroyos.

Por último, esta metodología de trabajo puede profundizar en un relevamiento a nivel provincial o de otros departamentos importantes para la yerba mate y avanzar en nuevas metodologías de estimación y líneas de investigación que se correlacionen con otras características vinculadas al cultivo. Contar con la ubicación y tamaño de las parcelas, permite avanzar en estudios de muestreos de yerbales que sean representativos de la población. Con toda esta base de información se pueden definir nuevas líneas de investigación que busquen correlaciones con las características del suelo, las zonas con presencia de enfermedades, entre otros estudios.

Referencias

- Albarracín Franco, S. 2015. Análisis y evaluación del proceso de fragmentación en la Selva Paranaense del departamento Guaraní (Misiones, Argentina). Tesis de especialización, Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas; Argentina.
- Albarracín Franco, S., D'Angelo, C. & Sosa, A. 2014. Reducción y fragmentación de un sector del bosque atlántico del Alto Paraná (Misiones, Argentina) en el período 1989-2009. Publicado en Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 18, pp.01.55-01.63, 2014
- Alvarenga, F. 2019. Comparación de diferentes métodos de clasificación supervisada de imágenes satelitales para la identificación de la yerba mate. Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs As. Facultad de Agronomía; Argentina.
- Cuevas, S. M. & Lorán, D. 2012. Ecuación para la estimación de Biomasa total de plantación de PINUS TAEDA L. Mediante imágenes satelitales Landsat 5 tm en el noroeste de la provincia de Misiones, Argentina (No. 63 Silvicultura). Universidad Nacional de Misiones Facultad de Ciencias Forestales.
- Gobierno de la Provincia de Misiones, D. L. P. D. M. 2002. Ministerio de Agro y producción: Gobierno de la Nación, Secretaría de Agricultura, ganadería, pesca y alimentación y la cámara de molineros de yerba mate de misiones. *Misiones. Relevamiento Yerbatero*.
- INDEC. 2021. Censo Nacional Agropecuario 2018. Cuadro 4.16. En <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>. (Consultado julio 2021).
- INYM. 2020. Superficie cultivada por departamento. En <https://www.inym.org.ar/publicaciones/superficie-cultivada-por-departamento/> (Consultado julio 2021).
- Lysiak, E. & Albarracín, S. 2014. Relevamiento aerofotogramétrico de la superficie tealera existente en Misiones en el año 2010. Ciencia y tecnología de los cultivos industriales. Año 4 N 6. Ediciones INTA. 85-88. En <https://inta.gob.ar/documentos/relevamiento-aerofotogrametrico-de-la-superficie-tealera-existente-en-misiones-en-el-ano-2010> (Consultado noviembre 2020).
- Murray, R.S. & Larry, J.S. 2009. Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F
- Reyes, H; Sosa, D; Houriet, J & Correa, M. 2005. Diagnóstico Ambiental del Departamento de Leandro N. Alem. Boletín técnico-INTA. EEA Cerro Azul (Misiones-Argentina). Año 2005, N°6.
- SUBSECRETARIA DE DESARROLLO FORESTAL PROVINCIA DE MISIONES. 2016. Actualización Del Inventario De Bosques Cultivados De La Provincia De Misiones. (Sistema de Información Foresto-Industrial). Convenio SDESFOR, FAO, FCF. 68 Pág.
- Smichowski, H. C. & Contreras, F. 2020. Seguimiento de la deforestación del bosque nativo en el departamento Iguazú (Misiones, Argentina). Periodo 1985-2018

Para conocer la evolución de los cultivos extensivos es necesario realizar un relevamiento de la superficie, sobre la cual se harán estimaciones de producción y rendimiento. El uso de herramientas de teledetección en la agricultura se ha planteado como una alternativa para obtener datos cuantitativos que permiten ubicar y caracterizar los cultivos con el fin de tomar decisiones para la planificación y el manejo.



Informe Técnico N° 105/2021



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación