

MODELOS DE APTITUD DE TIERRAS PARA LA AGRICULTURA PREHISPÁNICA Y ACTUAL EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA MARÍA, CATAMARCA, ARGENTINA.

Dra. Sonia L. Lanzelotti

Investigadora del CONICET - Museo Etnográfico J. B. Ambrosetti, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. Correo electrónico: sonia.lanzelotti@conicet.gov.ar

Dr. Gustavo Buzai

Investigador del CONICET - Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica, Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján. Correo electrónico: buzai@uolsinectis.com.ar

RESUMEN

La agricultura requiere para su desarrollo la conjunción de varias características ambientales, entre las que se encuentran la disponibilidad de agua, las temperaturas, el tipo de suelo, el relieve, la altitud sobre el nivel del mar, etc. Estos factores varían de acuerdo a los requerimientos ecológicos de las distintas especies. En el Noroeste Argentino la agricultura se retrotrae a tiempos prehispánicos, demostrando que el conocimiento de estos requerimientos es de muy larga data.

Este trabajo tiene como objetivo identificar áreas aptas para el desarrollo de la agricultura en el departamento de Santa María (Catamarca, Argentina) a través de la aplicación de técnicas de evaluación multicriterio con Sistemas de Información Geográfica, y comparar las lógicas de producción agrícola prehispánica y actual. Por tratarse de una primera aproximación el estudio se concentró en la cuenca de los ríos Caspichango y Seco.

Como base cartográfica se utilizaron mapas de elaboración propia que incluyen el mapeo de unidades geomorfológicas, provincias fitogeográficas, hidrografía y áreas con evidencia arqueológica de agricultura prehispánica. Elaborados por el IGN (hidrografía, usos de suelo, infraestructura), el INTA (carta de suelos) imágenes satelitales del radar SRTM y Aster DEM, y

Se observó que el área con mayor potencial para la agricultura en Santa María se ubica en el sector pedemontano de la sierra del Aconquija, seguido por el fondo de valle. Este patrón no concuerda con lo observado en las explotaciones agrícolas actuales, pero sí coincide mayormente con el registro arqueológico prehispánico.

La producción agrícola actual se ubica en el fondo de valle, siendo posible por la aplicación de tecnología agregada. Se postula que sería posible ampliar el espacio productivo, a partir de la reutilización de técnicas de cultivo prehispánicas.

PALABRAS CLAVES: aptitud de suelos; producción agrícola; arqueología; análisis espacial; Sistemas de Información Geográfica

INTRODUCCIÓN

El valle de Santa María conforma el sector sur lo que se conoce como "valles calchaquíes" y se ubica en el sector noreste de la provincia de Catamarca y el oeste de Tucumán. El río Santa María es el colector de una extensa cuenca imbrífera que constituye –junto a su acuífero subterráneo– la principal fuente de abastecimiento de agua del área. Sus afluentes sobre la margen derecha llevan agua durante todo el año, en tanto que los de la margen izquierda sólo llevan agua durante las

precipitaciones estivales y se insumen en sus mismos abanicos aluviales. El clima árido, una temperatura media anual de 16°C con promedios de 21°C en verano y de 8,5°C en invierno. La precipitación media anual del valle es menor a los 200 mm, y se concentra en los meses de diciembre a marzo. Asimismo, la accidentada topografía del valle -que determina niveles altitudinales variables en cortas distancias- influye significativamente en la distribución escasa y puntual del recurso hídrico.

Debido a las características climáticas descritas, la agricultura está condicionada por la aplicación de agua de riego. Por esto es que la actividad agrícola del departamento se ubica principalmente en el aluvio del río Santa María (explotando su acuífero subterráneo) y, en menor medida, en las quebradas transversales con agua permanente.

Las vías principales de comunicación son la Ruta Provincial 307 que conecta la ciudad de Santa María con Amaicha del Valle; y la Ruta Nacional 40, que conecta al norte con las provincias de Tucumán y Salta y al sur con la ciudad de Belén, aunque este último tramo se encuentra en estado regular.

Curiosamente, el valle de Santa María, constituye una de las regiones de mayor interés en la historia prehispánica del Noroeste Argentino por el desarrollo económico y demográfico registrado durante los últimos siglos anteriores a la Conquista (Tarragó, 2003). Las sociedades sedentarias, de base agropecuaria, se habrían asentado allí hace alrededor de 3000 años, dando inicio a lo que se conoce como Período Temprano o Formativo. El desarrollo de estas poblaciones se puede observar arqueológicamente a partir del registro arquitectónico de viviendas, infraestructura para la producción agrícola y ganadera, junto restos de tecnologías tales como la cerámica, los textiles por telar y la metalurgia. Posteriormente, hace unos 1000 años atrás se registró el mayor aumento demográfico para la zona, con la construcción de ciudadelas y un visible auge de la metalurgia y otras técnicas de producción de bienes suntuarios y de prestigio, caracterizando así al período Tardío o de los Desarrollos Regionales (Tarragó 2000). El valle también ha sido testigo de la llegada del inca a mediados del siglo XV y, poco después, del español. Esto último desencadenó una prolongada resistencia a la colonización, período conocido como el de las "Guerras Calchaquíes", que duraron 130 años (Lorandi y Boixadós 1988).

OBJETIVO

Este artículo tiene como objetivo presentar una primera comparación entre modelos de aptitud de tierras para la agricultura prehispánica y actual en el valle de Santa María, Catamarca, Argentina.

Por tratarse de una primera aproximación se delimitó un área de estudio menor, conformada por la cuenca de los ríos Caspinchango, Seco y los escurrimientos menores que desaguan directamente en el río Santa María y que se ubican entre ambas cuencas (Figura 1). Se trata de una franja transversal al valle de Santa María, sobre su margen derecha. De este modo, se incluyen intencionalmente un sector de cumbre y ladera del Aconquija, el piedemonte, las *Tierras Malas* (o *badlands*) y el fondo de valle, articulando la diversidad de recursos hídricos, geoformas y microambientes resultantes de la topografía. El área abarca una superficie total de 220,356 km² y tiene un eje de orientación general SE a NE. El 64,6% de la superficie (142,408 km²) corresponde a la cuenca del río Caspinchango, el 14,28% corresponde al río Seco (42,598 km²) y el 13,82% restante (35,350 km²) corresponde a los escurrimientos menores.

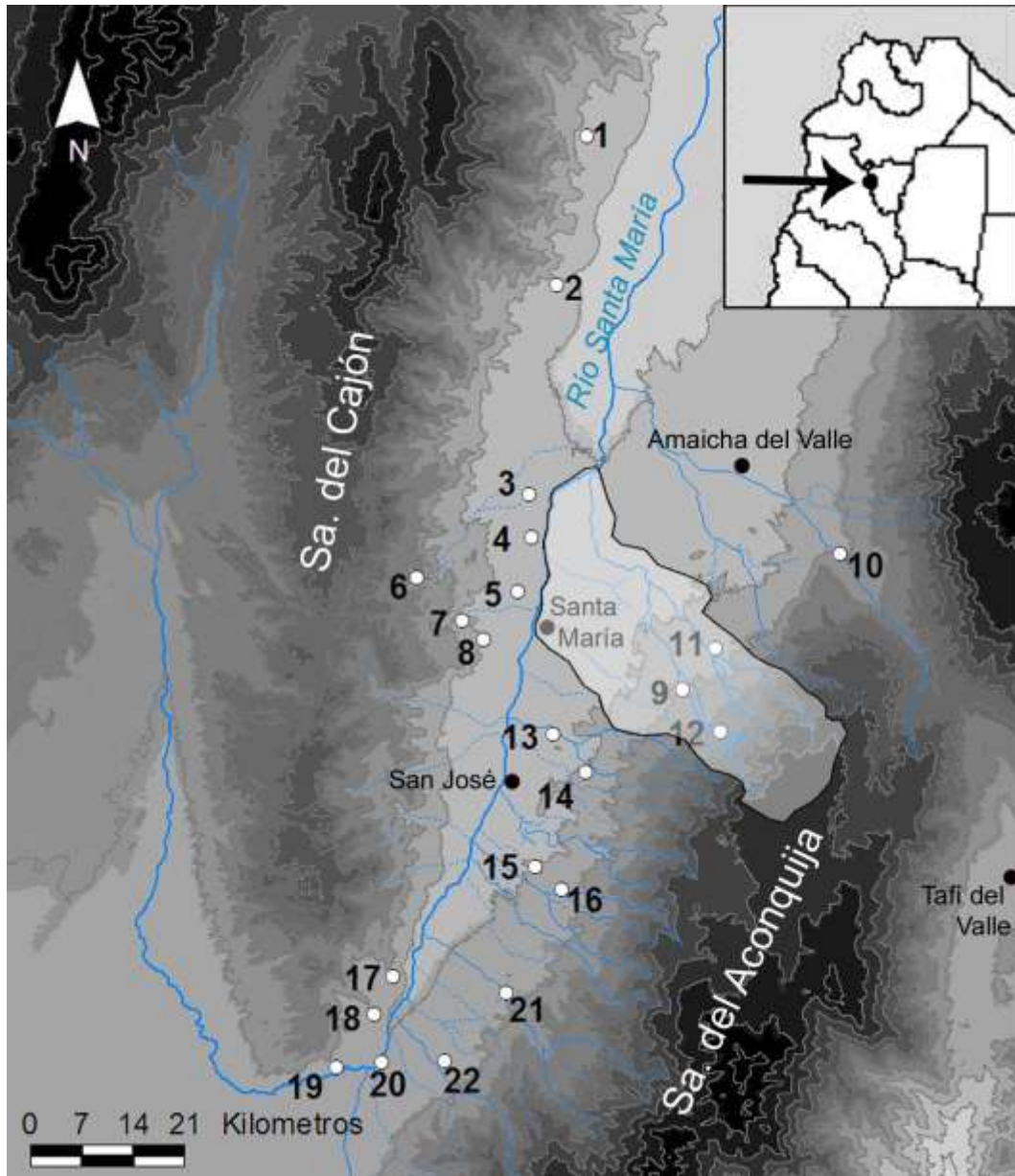


Figura 1. Valle de Santa María con indicación del área de estudio. Los puntos corresponden a poblados prehispánicos conocidos. Referencias: 1.Pichao; 2. Quilmes; 3. Fuerte Quemado-La Ventanita; 4. Fuerte Quemado-El Calvario; 5. Las Mojarras; 6. Morro del Fraile; 7. Virgen Perdida; 8. Rincón Chico; 9. Cementerios de Caspinchango; 10. Bajo los Cardones; 11. Masao; 12. Mesada del Agua Salada; 13. El Aperito; 14. Loma Rica de Jujuil; 15. Loma Rica de Shiquimil; 16. Soria 2; 17. El Colorado; 18. Cerro Mendocino; 19. Bicho Muerto; 20. Punta de Balasto; 21. Ampajango; 22. Morro de las Espinillas

MÉTODO

Modelado cartográfico

El análisis por superposición de mapas es uno de los procedimientos básicos de la metodología geográfica tradicional y actualmente uno de los más utilizados ante el uso de la tecnología SIG. Desde un punto de vista geográfico se sustenta teóricamente en

una perspectiva de actualización de la geografía regional que tiende a considerar la construcción racional del espacio por parte del investigador.

El análisis de superposición tiene como objetivo encontrar respuesta a cuáles son los sitios de mayor aptitud locacional, determinar superficies y distribuciones espaciales a partir de considerar las áreas de asociación espacial entre diferentes características en forma de capas temáticas.

Corresponde principalmente a un análisis por divisiones lógicas, el cual implica un proceso deductivo en el cual se determinan límites internos a un espacio que se considera como conjunto universal. Puede ser llevada a cabo cuando se tiene un buen conocimiento teórico del objeto de estudio y, en base a ello, se pueden determinar las características clave para la definición de clases.

Desde el punto de vista de la geografía racionalista el método de superposición (coincidencia espacial) de regiones sistemáticas (formadas por una única variable) permite una descomposición de un todo en partes que generan áreas homogéneas. Este procedimiento de superposición temática (overlay) es una aplicación básica realizada a través de la tecnología SIG principalmente como resultado de una abstracción intelectual que permite llegar a la construcción de espacios homogéneos en base a la combinación de variables.

Análisis de evaluación multicriterio

La Evaluación Multicriterio (EMC) es uno de los procedimientos de mayor importancia cuando la tecnología SIG es utilizada como herramienta para la toma de decisiones locacionales, por lo tanto cuenta con interesantes desarrollos y sistematizaciones metodológicas en variadas líneas de aplicación.

El análisis de EMC comienza con la información básica compuesta por variables en formato de *layers* que sirven como criterios para llevar adelante los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios; aquellos que presentan valores de aptitud continua en cada variable para asignar el uso del suelo que se intenta ubicar, llamados factores, y las capas temáticas que actúan con la finalidad de confinar los resultados en un sector delimitado del área de estudio, llamados restricciones.

Una decisión locacional en la cual se minimiza el riesgo de seleccionar un lugar inadecuado se lleva adelante a través de aplicar uno de los procesos de mayor selectividad al momento de utilizar la tecnología SIG, como es el trabajar únicamente con mapas de restricciones.

Esto significa que cada uno de los factores (f) utilizados debe quedar estandarizado de acuerdo a la lógica booleana, llevando sus valores a números digitales (DN, digital number) en dos categorías: $DN=0$ (áreas sin aptitud) y $DN=1$ (áreas con aptitud), de esta manera, cada mapa estará definido únicamente por lo que sea evaluado como sus mejores áreas.

Posteriormente el método trabaja por correspondencias espaciales en los valores de cada una de las localizaciones del área de estudio, como grupo candidato a clasificar. Cada uno de los factores booleanos cuenta con similar importancia respecto de la problemática total y los resultados se obtienen a través del uso de procedimientos de superposición temática a través de operaciones matemáticas simples.

Una solución por multiplicación estaría dada por:

$$[1] \quad A = f_1 \times f_2 \times f_3 \times \dots \times f_n = \prod f_x$$

donde A es el resultado que obtendrán las localizaciones del mapa final, será 1 cuando coincidan valores 1 en todos los factores y 0 cuando haya un 0 en alguno de ellos. El procedimiento destaca sólo aquellas localizaciones en las que coincide la mayor aptitud en todos los factores.

Una solución por suma estaría dada por:

$$[2] \quad B = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n = \sum f_x$$

donde B es un resultado que contiene una variedad de aptitudes locacionales. El espacio más favorable adquiere un valor $DN = n$, la segunda área $DN = n - 1$, hasta llegar a las áreas que no tienen aptitud en ninguno de los factores con $DN = n - n = 0$. Esto significa una aptitud escalonada y progresiva en el riesgo de tomar una decisión locacional incorrecta.

En síntesis, la solución A es el resultado de una intersección espacial del tipo AND (correspondencia completa) y la solución B camina por el eje de soluciones decisionales múltiples entre AND y OR. Dentro de la variedad de soluciones posibles, desde el AND al OR nos dirigimos en un sentido de ampliación del tamaño del área resultante con diferencial aptitud y eso nos permitirá obtener resultados variados respecto de la distribución espacial total de los sitios de asentamiento en el área de estudio.

Mapas Temáticos

Utilizando como marco los estudios regionales (Ruiz Huidobro 1972; Morlans 1995; Lanzelotti 2012.), se elaboraron mapas temáticos sobre hidrografía, relieve, geomorfología, vegetación, evidencia arqueológica, usos actuales de suelo y vías de circulación específicos para el área de estudio, aplicando *teledetección* (Chuvienco 1996), y realizando observaciones y correcciones en base a observaciones *in situ*. Los mapas finales pueden observarse en la Figura 2. En base a nuestro conocimiento del área, seleccionamos las siguientes variables dentro de cada mapa temático, para ser utilizados en el modelado:

1) *Hidrografía*: se seleccionaron los cursos de agua (o los sectores de los cursos de agua) de régimen permanente, y se aplicó un *buffer* de 400 metros. Se descartaron los cursos de agua de régimen intermitente y/torrencial, debido a su inutilidad para la práctica agrícola.

2) *Geomorfología*: el relieve del área de estudio incluye una porción del cordón montañoso del Aconquija, piedemonte, afloramiento terciario y fondo de valle. Se seleccionaron las áreas pedemontanas y el fondo de valle.

3) *Altitud*: se seleccionó toda la superficie comprendidas hasta una altitud de 3000 metros sobre el nivel del mar. Se asume que por encima de este valor la mayoría de las especies domesticadas no logran desarrollarse (a excepción, de, por ejemplo, la papa)

4) *Vegetación*: las provincias fitogeográficas seleccionadas fueron las de Monte (Distritos Arbustal y Espinoso) y Prepuna.

5) *Uso actual del suelo*: se seleccionaron las áreas utilizadas para la producción agrícola actual.

6) *Registro arqueológico*: se seleccionaron las áreas arqueológicas con evidencia de infraestructura agrícola. Cabe destacar que la superficie inmediatamente adyacente al río Santa María se encuentra actualmente parcelada. Esto hace que no se observe evidencia arqueológica en superficie, aunque pudo haberla en el pasado.

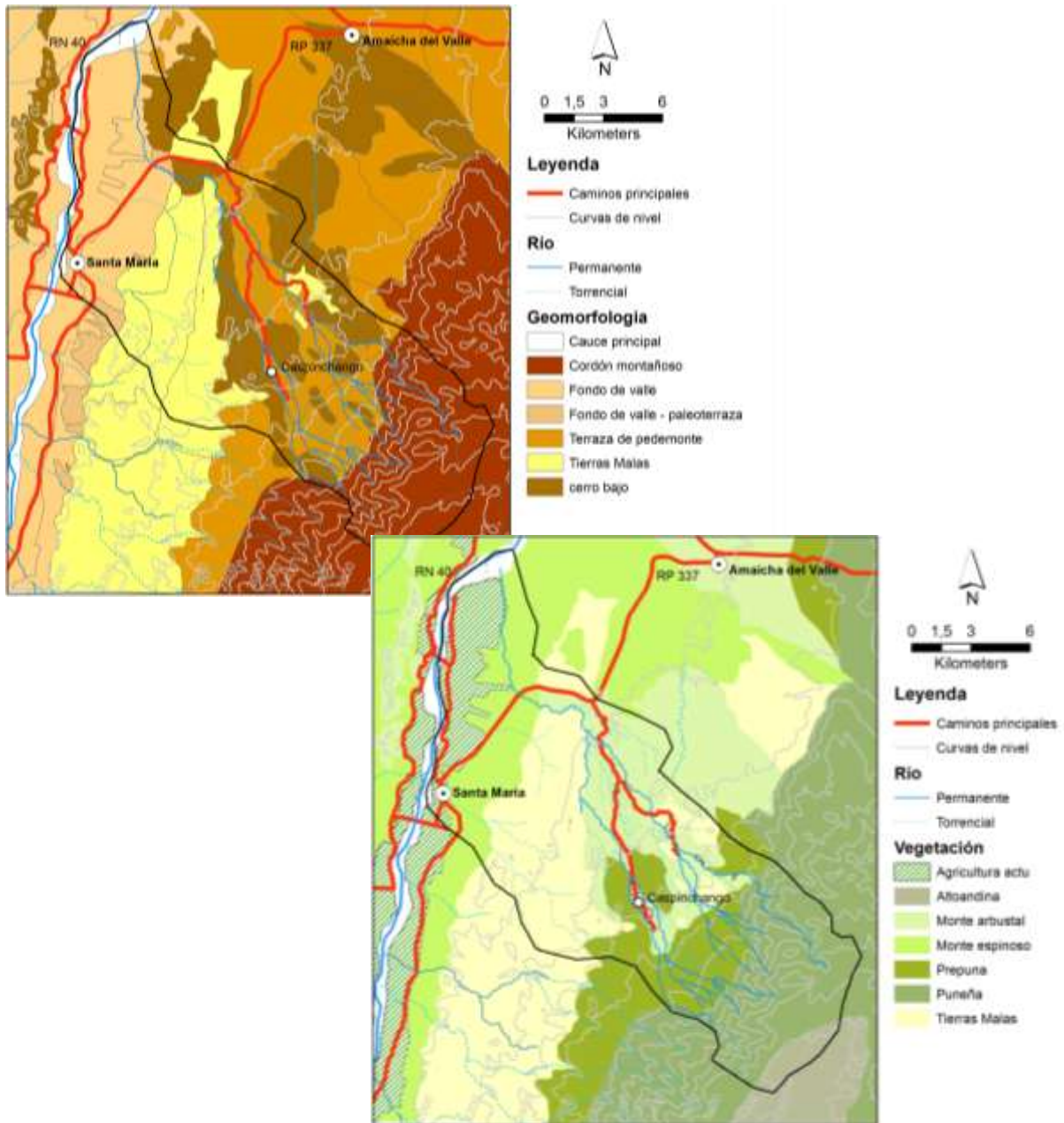


Figura 2: Mapas temáticos del área de estudio. Arriba: Vegetación: Abajo: Geomorgología.

RESULTADOS y CONCLUSIONES

La superposición de mapas con las variables seleccionadas para modelar las áreas aptas para el desarrollo de la agricultura puede observarse en la Figura 3. Esta figura muestra que dentro del área de estudio, los espacios que cumplen los requisitos mínimos para el desarrollo de la agricultura ocupan un espacio muy acotado, y que la variable la variable qué más incluye en este caso, es la disponibilidad de agua permanente.

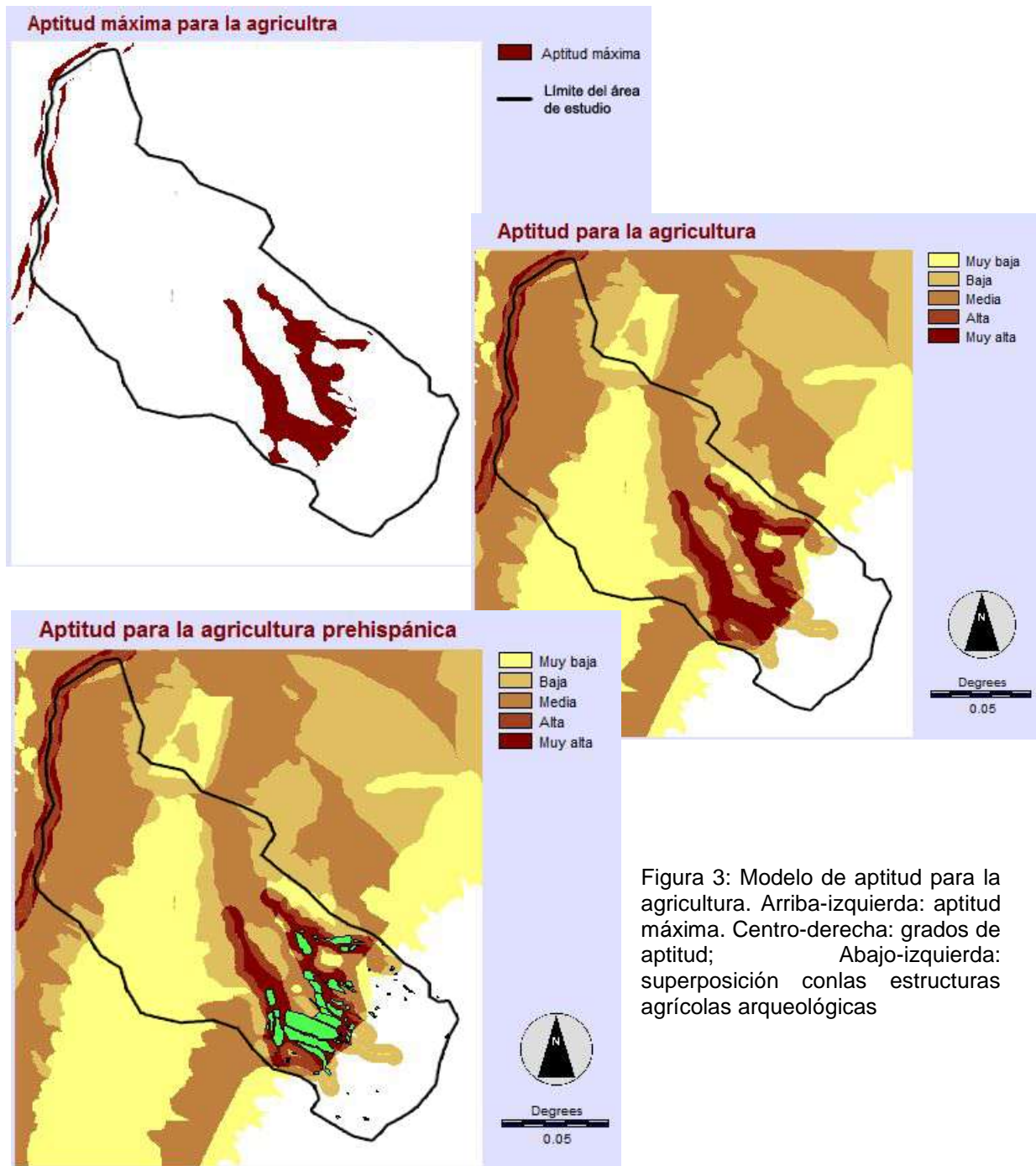


Figura 3: Modelo de aptitud para la agricultura. Arriba-izquierda: aptitud máxima. Centro-derecha: grados de aptitud; Abajo-izquierda: superposición con las estructuras agrícolas arqueológicas

Al superponer estos mapas con el registro arqueológico, vemos que coinciden en gran parte. El lugar con mayor cantidad de áreas arqueológicas con evidencia de infraestructura agrícola se ubica en el sector pedemontano proximal y medial, a una altitud de entre 2000 y 3000 msnm, y donde los cursos de agua de los arroyo Caspinchango y Masao tienen agua permanente. Las estructuras arqueológicas ocupan aquí una superficie total de 744,1. Puntualizamos nuevamente que en el *Fondo de Valle* también pudo haber sido utilizado en el pasado, aunque actualmente es imposible detectarlas por el uso actual de este espacio. Esta zona es adecuada para cultivo de vegetales mesotérmicos como el maíz (*Zea mays*), el zapallo (*Curcubita sp.*), el ají (*Capsicum sp.*) y los porotos (*Phaseolus vulgaris*). Las estructuras arqueológicas relacionadas con la agricultura prehispanicas se encuentran ubicadas entre los 2200 y los 3000 msnm. Las posibilidades ecológicas se amplían

aquí, dado que el sector bajo sigue siendo apto para el cultivo de los vegetales mesotérmicos señalados para el fondo de valle (maíz, zapallo, ají, porotos), y el sector de mayor altitud permite el desarrollo de cultivos microtérmicos como la papa (*Solanum tuberosum*), la quinoa (*Chenopodium quinoa*), oca (*Oxalis tuberosa*) y ulluco (*Ullucus tuberosus*). Además habrían sido explotadas otras especies silvestres como el cardón (*Trichocereus atacamensis*), muy apreciado por su fruto la *pasacana* y su madera para la construcción, y las innumerables plantas arbustivas aromáticas de uso medicinal que crecen naturalmente (arcayuyo, té de burro, palo azul, prosopanche, entre otras).

En la ladera y cima del Aconquija, las evidencias arqueológicas se vuelven dispersas y se vinculan mayormente al establecimiento de "puestos" para las actividades de pastoreo y caza de animales. En esta geoforma se registraron unas muy pocas estructuras agrícolas, probablemente relacionadas a estos puestos.

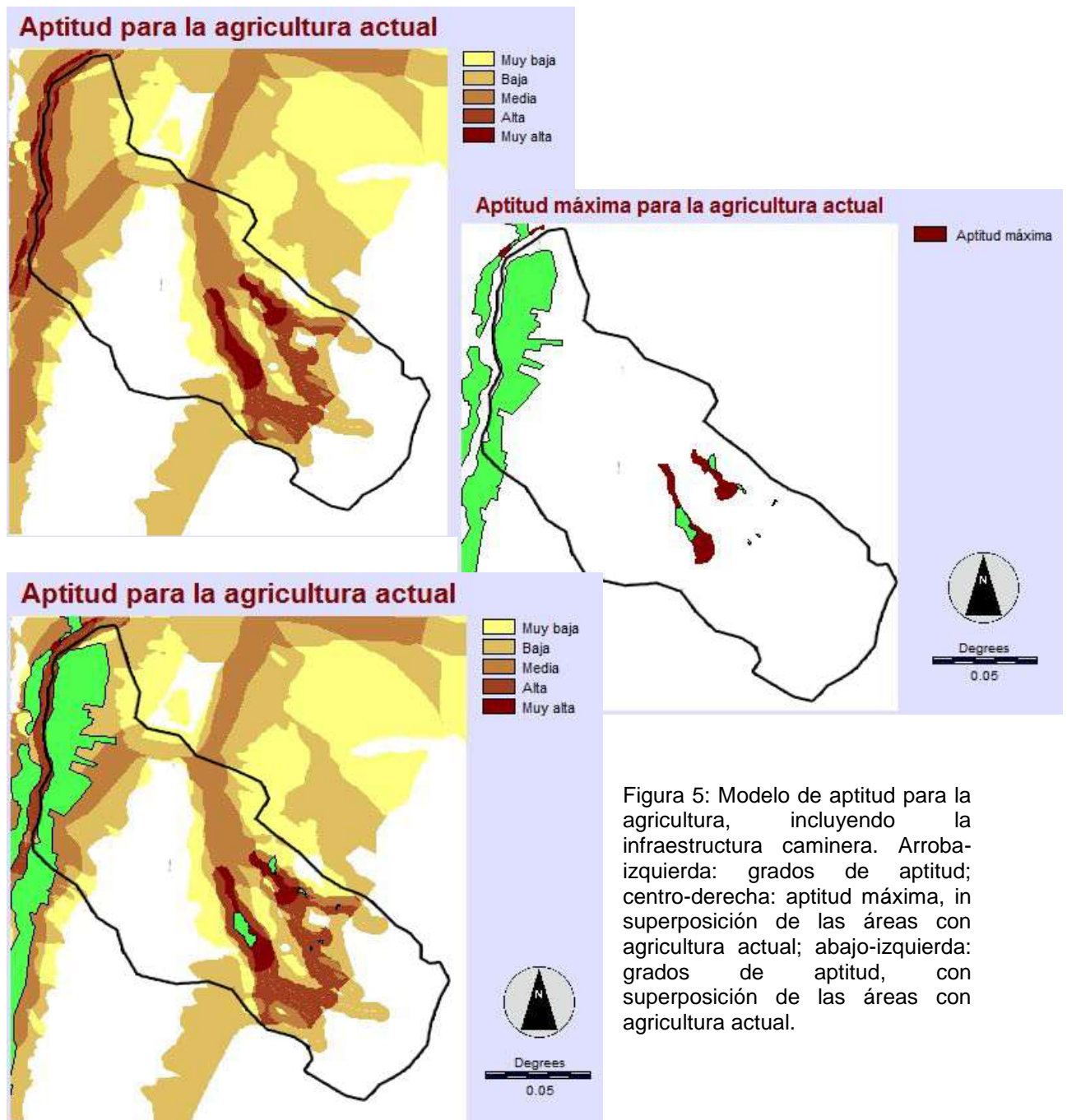


Figura 5: Modelo de aptitud para la agricultura, incluyendo la infraestructura caminera. Arriba-izquierda: grados de aptitud; centro-derecha: aptitud máxima, en superposición de las áreas con agricultura actual; abajo-izquierda: grados de aptitud, con superposición de las áreas con agricultura actual.

El panorama cambia al comparar el modelo de aptitud con el uso actual del suelo. En este último caso, la franja de mayor ocupación para la actividad agrícola se encuentra a la vera del río Santa María. Podemos explicar este fenómeno teniendo en cuenta la disponibilidad actual de caminos, que condicionan la circulación de los productos. (Figura 5). de este modo, se amplían las posibilidades de explotación agrícola que no reúnen la totalidad de las condiciones. La tecnología moderna permite suplir algunas carencias (como la cercanía al río, por ejemplo, se suple bombeando agua de las napas), aunque resulta llamativo la subexplotación del sector pedemontano, en coincidencia con la falta de caminos.

En síntesis, los procedimientos de modelado cartográfico y evaluación multicriterio permitieron delimitar las áreas óptimas para el desarrollo de la agricultura. Respecto de su utilización en el pasado prehispánico y en la actualidad, pudimos observar que varias diferencias. Mientras que para las sociedades prehispánicas la producción agrícola era practicada en las terrazas pedemontanas, en cercanía directa a las fuentes de agua, en la actualidad se elige al fondo de valle para este tipo de actividad. Se postula que sería posible ampliar el espacio productivo en la actualidad, ampliando las vías de circulación disponible, y reutilizando de técnicas de cultivo prehispánicas.

BIBLIOGRAFÍA

BUZAI, G.D.; BAXENDALE, C.A. 2011. **Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica – temáticas de base raster.** Lugar Editorial. Buenos Aires.

CHUVIECO, E. 1996. **Fundamentos de Teledetección Espacial.** Rial. Madrid.

GONZÁLEZ, O., M. VIRUEL, R. MON, P. TCHILINGURIAN Y E. BARBER. 2000. **Hoja Geológica 2766-II San Miguel de Tucumán.** Boletín N° 245. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250000. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires

LANZELOTTI, S. L. 2012. **Uso del espacio y construcción del paisaje agrícola en la cuenca del río Caspinchango, valle de Yocavil, provincia de Catamarca.** Tesis de Doctorado inédita. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

MÓRLANS, M. 1995. Regiones naturales de Catamarca. Provincias geológicas y provincias fitogeográficas. En: **Publicaciones On line, Área Ecología.** Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Catamarca. Disponible en <http://editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/006-fitogeografia-catamarca.pdf> (febrero 2009)

RUIZ HUIDOBRO, O. 1972. Descripción geológica de la Hoja 11e, Santa María (Catamarca y Tucumán). **Boletín del Servicio Nacional Minero Geológico** 134: 1-72.

TARRAGÓ, M. 2003. Arqueología de los Valles Calchaquíes en perspectiva histórica. En P. Cornell y P. Stenborg (eds.), **Local, Regional, Global: prehistoria, protohistoria e historia en los Valles Calchaquíes,** Anales Nueva Época N° 6: Instituto Iberoamericano - Universidad de Göteborg. Göteborg, pp. 13-42.