

# **EVALUACION DE TIERRAS CON CULTIVOS INTENSIVOS: GESTION Y ANALISIS DE LA INFORMACION MEDIANTE UN SIG; CONTROL CARTOGRAFICO CON GPS**

**Carmen E. Mao<sup>1</sup>**

**Raúl Perdomo<sup>2</sup>**

**Estela P. Palacios<sup>3</sup>**

**Daniela P.Nieto<sup>4</sup>**

**Cesar Mondinalli<sup>5</sup>**

## **INTRODUCCION**

Cambios en la geografía: aplicación de SIG y GPS

La evaluación de tierras es, en el proceso de conocimiento del territorio, un vínculo entre el relevamiento e inventario de los recursos del medio ambiente natural y socioeconómico, y la toma de decisiones en la planificación, gestión territorial y en la elaboración de proyectos de desarrollo.

Para efectivizar la relación territorial tanto en el análisis de las variables como en la expresión de los resultados, la tarea de evaluación requiere generar bases de datos geográficos (BDG) que contengan la información referida a las variables o atributos en estrecha correspondencia con el espacio georreferenciado.

El manejo simultáneo de estos dos elementos que componen cada dato: el atributo y la localización espacial, son esenciales en la ciencia geográfica que se caracteriza por generar, procesar y analizar con conceptos y métodos propios su información y la proveniente de otras ciencias con el fin de elaborar diagnósticos y pronósticos territoriales. Por ese motivo este estudio nos permite contribuir con el desarrollo de aspectos teóricos y prácticos que impulsan los cambios tecnológicos operados en el manejo y análisis de este tipo de información.

En esta etapa de profundo cambio tecnológico dominado por el concepto de globalización de las relaciones, posibilitadas por las conexiones ciberespaciales establecidas por la informática, la ciencia geográfica tiene la oportunidad de recuperar, con un nuevo enfoque disciplinar, el centro de atención porque puede contribuir, cada vez con mayor precisión y detalle, con el conocimiento del espacio real para transformarlo en espacio digital para ser procesado por un ordenador. Para ello la informática desarrolló los llamados Sistemas de Información Geográfica con los cuales se puede operar, administrar, analizar y modelar en forma conjunta la localización con los atributos. Por su parte la tecnología GPS permite determinar la precisión de la cartografía utilizada en cada caso y obtener los parámetros de transformación a un sistema de referencia que la conecta al sistema global.

---

<sup>1</sup> Carmen E. Mao: P.Tit.Dto.Geografía.Fac. Humanidades.UNLP.La Plata. Arg.

<sup>2</sup> Raúl Perdomo:P.Tit.Dto.Astrometría.Fac.Cs.Astronómicas.UNLP.La Plata Arg.

<sup>3</sup> Estela P. Palacios:JTP.Dto.Geografía.Fac. Humanidades.UNLP.La Plata. Arg.

<sup>4</sup> Daniela P.Nieto:Ayud. Dto.Geografía.Fac. Humanidades.UNLP.La Plata. Arg

<sup>5</sup> Cesar Mondinalli:P. Adj.Dto.Astrometría.Fac.Cs.Astronómicas.UNLP.La Plata. Arg.

Atendiendo, entonces, a la necesidad de hacer aportes para producir esos cambios en la disciplina es que presentamos en esta ponencia la aplicación de un SIG y el respectivo ajuste cartográfico con GPS en el estudio de evaluación de tierras con cultivos intensivos hortícolas y florícolas periurbanos.

A modo de ejemplo desarrollamos algunas cuestiones metodológicas sobre la forma de evaluar la tierra, así como pautas para el diseño del proyecto con la aplicación del SIG y GPS referidos al proyecto de investigación en ejecución sobre evaluación de tierras con cultivos intensivos del Area Metropolitana de los cinco partidos con mayor superficie dedicada a los mismos; al sur: La Plata, Berazategui y F. Varela; al norte: Escobar y Pilar, presentando comentarios y resultados preliminares del Area Piloto utilizada como campo de prueba.

### Evaluación de tierras en el área periurbana: conceptos y métodos

Abordamos el estudio de las tierras agrícolas con cultivos intensivos conscientes de la diversidad de problemas que se entrelazan y relacionan en la unión de dos formas de organización del territorio tan disímiles como lo son la urbana y la rural. En este caso la agricultura se caracteriza, según lo analizado, y tal como lo comentan otros autores ( Berrere 1988 (1) ), por la inestabilidad espacial producto del avance de la urbanización y de los vaivenes económicos que la afectan con gran fuerza; por la reducción de la superficie agrícola a pequeñas unidades productivas, en nuestro caso constatamos que más de la mitad de las explotaciones son menores de 5 ha; por la reorientación de la producción con cultivos cada vez más intensivos por aporte de tecnología, especialmente por la incorporación de túneles e invernáculos; por la participación en el mercado de tierras al margen de su valor productivo; alta presión ecosistémica por competencia en el uso de los recursos suelos y aguas; inestabilidad en la ocupación de mano de obra, a pesar de que disminuye las características de la estacionalidad de la producción por los cultivos bajo cubierta; fuerte influencia del mercado tanto de consumo, como de insumos, lo cuales fuerzan los cambios tecnológicos más allá de una lógica de desarrollo sostenible de la producción.

La complejidad espacial nos llevó a ajustar algunos conceptos sobre la forma de evaluar la tierra para englobar en el análisis aspectos físicos, ambientales, económicos y sociales porque los mismos convergen con igual fuerza en la definición de las variables que hacen a la capacidad de las tierras para producir.

Esperamos con ello contribuir al conocimiento de este espacio con cultivos intensivos hortícolas y florícolas, el cual no ha sido contemplado en los meritorios trabajos de evaluación de tierras realizados en todo el país por el INTA, y que tampoco ha sido objeto de particular atención por quienes se centran en el estudio del espacio urbano cuando se plantean problemas de planificación y ordenamiento que afecta a la segunda y tercera corona Metropolitana. Destacamos, por otra parte, los valiosos antecedentes sobre el funcionamiento del espacio periurbano regional analizado con acierto por Gutman (1987) en *El campo en la ciudad* y por varios investigadores ( Benencia, Iglecias, Scarso, Ringuelet , Tadeo) quienes, en otros, tratan aspectos económicos y sociales del sector.

La dinámica espacial de este tipo de agricultura, así como la complejidad de los sistemas productivos hortícolas y florícolas con subsistemas a campo y protegidos bajo cubierta, determinó la necesidad de adoptar un análisis de evaluación flexible, dinámico e integrado para lograr una evaluación que contemple un desarrollo

sostenible. Por ello se desarrolló una metodología basada en el marco general de las directivas y recomendaciones propuestas por FAO 1985 (2 ) y FAO/1990 (3 ), incorporando importantes ajustes en relación con aspectos particulares de un entorno tan complejo. En esencia, el método de Evaluación FAO consiste en un cuidadoso trabajo de armonización entre las demandas de uso de la tierra en relación con las cualidades o aptitudes productivas de la misma. La información necesaria para el análisis se sistematiza u organiza en seis factores clasificadores. 1) agronómico o de cultivo; 2) manejo de cultivos; 3) desarrollo y mejoras de tierras; 4) conservación y medio ambiente; 5) condiciones económicas y sociales; 6) legales e institucionales. Las variables o atributos de cada factor clasificador, se seleccionan de acuerdo con la escala de trabajo y con el valor diagnóstico asignado a las mismas. La evaluación se realiza mediante el procedimiento de armonización iterativa.

Para reforzar el análisis y valoración del medio ambiente en el cual se desarrolla esta actividad agrícola se incorporó el criterio y las pautas generales contenidas en *Contabilidad económica y ambiental integrada* de las Naciones Unidas (1994) ( 5). Las bases de datos ambientales se organizan siguiendo los *Conceptos y los Métodos de las Estadísticas del Medio Ambiente Natural* de Naciones Unidas (6 ), con el fin de unificar criterios para la comparación y el posterior monitoreo de los recursos.

#### Diseño de la evaluación en un SIG

La aplicación del SIG requirió un minucioso trabajo de relevamiento y diseño de la BD para lograr una clara vinculación entre la información alfanumérica y su entidad geográfica. En muchos casos la correspondencia cartográfica no es fácil de identificar por cambios en los límites, especialmente en el caso de los polígonos con límites arbitrarios como son los de fracción y radio de estadísticas y censos, que se han modificado a través de los años y por tipo de dato relevado.

Se utilizaron fuentes secundarias y fuentes primarias para generar y controlar información, recurriendo a entrevistas con informantes calificados de Cooperativas, Sociedades, Gremios, Secretaría de Agricultura Pesca y Alimentación de la Nación, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia, INTA, etc; además control de campo, encuestas, etc.

#### Entrada de datos por estratos temáticos (layer) del SIG. Control cartográfico GPS

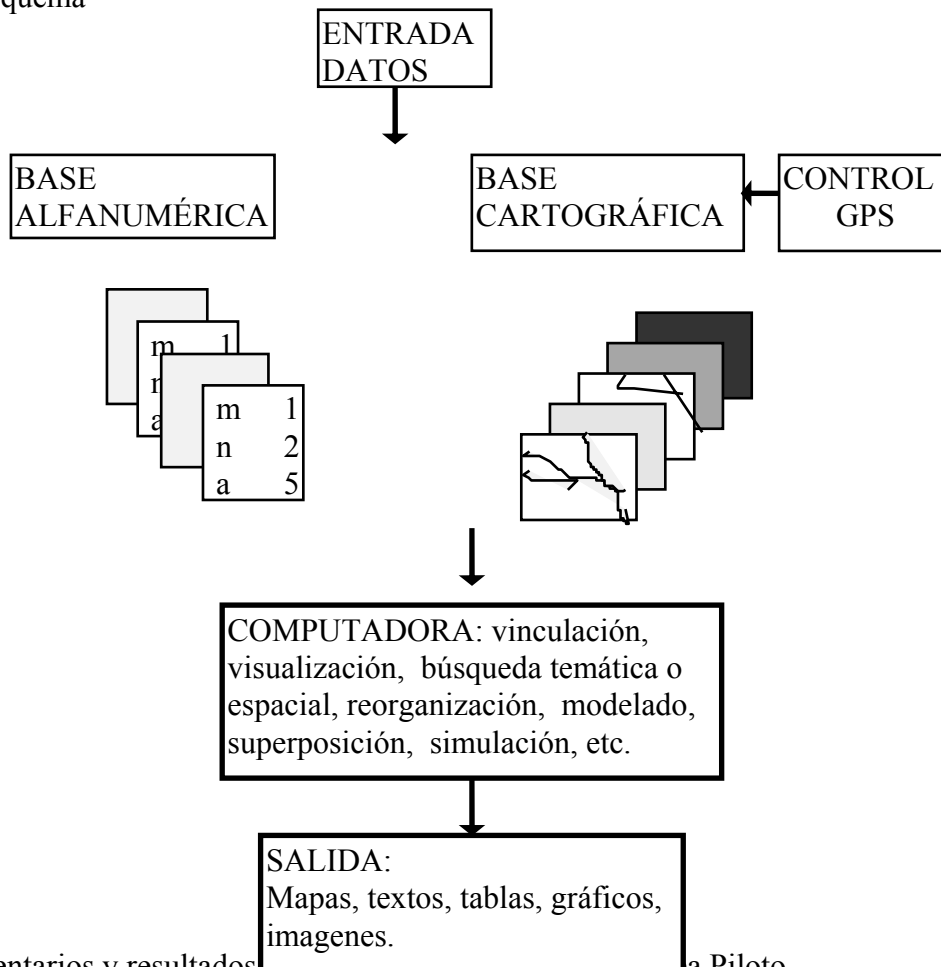
Se está ingresando al sistema, previa organización de las capas temáticas y codificación, los datos alfanuméricos (cargados en DBSE IV), y los datos cartográficos mediante digitalización de la base cartográfica, con el Módulo Tydig del GIS SPANS .

#### Resumen de los principales datos

- Catastro territorial: por partido, circunscripción y sección
- Censos y encuestas: por partido, fracción y radio
- Recursos naturales: geomorfología, suelos, aguas, clima, topografía, etc.
- Uso del suelo por fotolectura

- Vías de comunicación con acceso a los mercados regionales.

Esquema



Comentarios y resultados preliminares para el caso del Área Piloto

Se presentan algunos datos del Área Piloto (AP) de unas 10 mil ha. en la cabecera e interfluvios de los Arroyos Rodríguez, A° Martín y A° Carnaval del Partido de La Plata. El AP es representativa de la complejidad espacial y del funcionamiento de los sistemas productivos, según los datos generales trabajados para los cinco partidos (Mao et al 1996 (4)).

Para enmarcar la evaluación de las tierras en su compleja condición espacial analizamos el uso del suelo mediante fotolectura del vuelo 1992. Allí se evidencia que los cultivos intensivos a campo y en invernáculo ocupan un 22% de la superficie, que un 7% corresponde a parcelas abandonadas que han tenido este uso, que entre ella se intercala un 7 % de la superficie urbana, industrial y grandes equipamientos, un 17 % corresponde a caminos, arroyos y tierras sin uso, y que el resto es agrícola y ganadero.

En la evaluación se analiza la estructura y el funcionamiento de los sistemas intensivos dominantes: hortícola, florícola y mixto de menor importancia. Cada sistema se caracteriza por producir cultivos similares mediante una combinación particular en cuanto al uso y manejo del suelo, con una similar estructura productiva.

Los sistemas se diferencian en subsistemas a campo y bajo cubierta. La tecnología de invernáculos y túneles produce importantes modificaciones en el manejo, en la forma

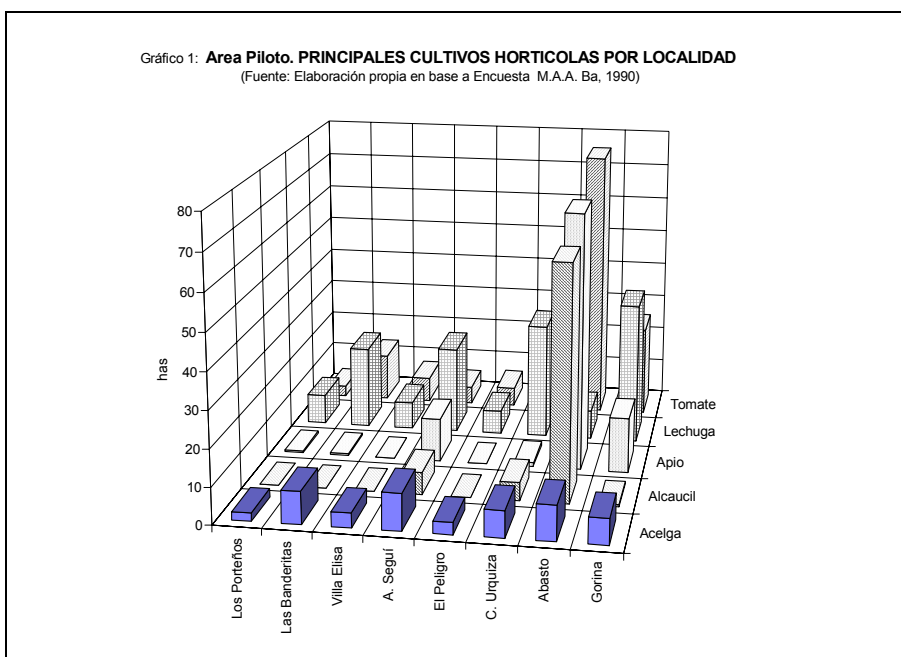
de organizar el trabajo, el capital y el uso de los recursos naturales, de allí su tratamiento especial.

Una característica importante de la actividad es la diversidad de cultivos en pequeñas superficies. Se registran en el mercado más de 50 especies hortícolas, con numerosos variedades de cada uno de ellas, y unas 30 especies de flores de corte, también con gran cantidad de variedades, ( rosas más de 35, claveles más de 40), a las que se suman una alta diversidad de plantas ornamentales.

En el AP tenemos registradas 403 explotaciones con cultivos intensivos. De las cuales 258 son florícolas, representando el 95% del total del Partido y a la vez el 96 % de la superficie total. Las 145 restantes son explotaciones hortícolas que representa el 28 % del total del Partido y el 28 % de la superficie.

La concordancia entre número de explotaciones y superficie, indica que el AP tiene representatividad para las aplicaciones metodológicas de ajustes estadísticos.

Las explotaciones se agrupan espacialmente con cierta especialidad productiva por zonas, en la horticultura, figura



1, se destacan las zonas que se dedican a tomate, alcaucil, apio o a las hortalizas de hojas y en el caso de la floricultura las que se especializan en rosas, claveles o crisantemos, etc. La localización de las explotaciones así como el conocimiento de las respectivas variables que hacen a la evaluación permite formular hipótesis y resolver, mediante el análisis espacial de mapas, muchos problemas geográficos que se presentan en la planificación y la gestión territorial.

Control de la cartografía base del proyecto con GPS:

El trabajo con GPS se refiere al control geométrico de la cartografía con el objeto de:  
a) estudiar la compatibilidad entre cartas con orígenes diferentes; b) establecer la validez de los parámetros de transformación entre coordenadas GPS y de las cartas utilizadas; c) controlar la referencia vertical en la región.

Metodología:

Se realizaron dos breves campañas GPS en el AP: la primera de ellas, tendiente a establecer unos pocos puntos de control (4) repartidos en una superficie relativamente grande. Se utilizaron 3 receptores de tipo geodésico operando en la modalidad de posicionamiento relativo, uno de ellos situado en el punto lpgs del Observatorio Astronómico de La Plata, cuyas coordenadas se conocen con gran precisión en el sistema mundial ITRF94. Un segundo receptor permaneció fijo en la zona de trabajo, y el tercero ocupó los restantes puntos con ocupaciones breves (20 min) suficientes para obtener precisiones centimétricas con la técnica denominada "fast static" (estático rápido).

La segunda campaña se realizó con la modalidad "cinemática" mediante la cual uno de los receptores se montó sobre un vehículo, para obtener una cantidad muy grande de puntos con coordenadas en tres dimensiones.

En todos los casos, los resultados se expresan en primera instancia, en el sistema ITRF94, en el cual se conocen las coordenadas utilizadas para el punto origen del relevamiento (el punto lpgs ya mencionado). Estas coordenadas se transformaron al sistema INCHAUSPE 69 mediante una traslación recomendada por el IGM. Existen trabajos recientes con parámetros mejorados, pero dada la precisión necesaria con fines cartográficos, los valores utilizados son suficientemente precisos. El mismo comentario vale para justificar su utilización para transformar coordenadas entre ITR94 e Inchauspe (cuando en realidad tales parámetros fueron determinados para transformar entre WGS84 e Inchauspe). La diferencia entre ITRF94 y WGS84 en la región de trabajo es inferior a 1 m.

Los valores observados de latitud y longitud (transformados a Inchauspe) se proyectaron en forma convencional para obtener coordenadas planas Gauss-Kruger (GK) directamente comparables con las de las cartas utilizadas. Este procedimiento está detallado en Perdomo et al (1995a) (7).

No obstante, para la referencia vertical, puesto que este procedimiento NO HACE comparables las alturas elipsóidicas GPS con las cotas de carta (sobre el nivel del mar), se prefirió mantener las alturas GPS en el sistema ITRF94. Esto es así por una razón importante: es posible utilizar "modelos de geoide globales" (Perdomo et al, 1995b (9) ) para aproximar las cotas de carta a las alturas elipsóidicas en ITRF94 (por tratarse este último de un sistema de referencia mundial cuya vinculación con el nivel medio del mar es posible aproximar globalmente).

#### Resultados:

Las diferencias entre coordenadas GK, de los puntos de la carta medidos con GPS ( transformados) y las coordenadas obtenidas por lectura directa en la carta están dentro de los errores de apreciación de las coordenadas de estas últimas según la escala. En las cartas a escala 1/5000 las diferencias están por debajo de los 5 m.

De manera tal que, con el procedimiento detallado, se pueden hacer completamente compatibles los resultados GPS con los de la cartografía existente para la región.

La tabla 1 muestra algunas diferencias (en metros) entre cotas interpoladas de las curvas de nivel de la carta del IGM a escala 1/50000 con los valores de las alturas elipsóidicas

obtenidas del procesamiento de las observaciones GPS directamente en ITRF94. Los valores representan las diferencias entre las cotas sobre el nivel del mar de la carta con las cotas elipsóidicas de GPS.

Tabla 1

IDEN.	cota elipsóidica	cota interpolada de la carta	diferencia
467 y 178	35.1	20.0	15.1
178 y 500	39.4	24.0	15.4
178 y tierra	36.6	21.3	15.3
178 y s/nombre	35.7	20.0	15.7
178 y Ao. Rodr.	35.0	20.0	15.0
178 y 517	35.7	20.0	15.7
186 y 500	41.2	25.0	16.2
186 y 492	42.0	27.4	14.6
467 y alcan.	38.6	24.5	14.1
rta. 36 y alcan.	40.6	26.5	14.1
rta. 36 y 515	41.0	25.8	15.2
178 y s/nombre	35.7	20.0	15.7
178 y curso agua	35.7	21.5	14.2
valor medio			15.1
desviación típica			00.7

La diferencia "Geoide - elipsoide" del modelo global OSU91A para la zona es de 17 m aproximadamente por lo que el valor medio de 15 m es completamente aceptable dados los errores de origen de los modelos globales y de las cotas sobre "el nivel del mar".

Las diferencias observadas son completamente razonables, su desviación típica es pequeña (refleja principalmente el error de estimación en la carta) por lo que permite transformar de alturas GPS a cotas tradicionales con solo adicionar un valor constante (-15.1 m en este caso, válido para un área pequeña como la tratada en este trabajo). Muestran también que es posible utilizar GPS para obtener un modelo tridimensional del terreno más preciso y actualizado, o bien, estudiar el modelo existente dado por las curvas de nivel de las cartas con las limitaciones en precisión de estas últimas.

## Bibliografía citada

1. Berrere, P. 1988. "Urbanización del campo en los países industrializados". *En Los espacios rurales y urbanos en áreas industrializadas*. Edit. Oikos-tau, s.a. Barcelona.
2. FAO .1985. *Directivas: Evaluación de tierras para la agricultura de secano*. Boletín de Suelos 52. Roma.
3. FAO .1990.- *Directivas : Evaluación de tierras para la agricultura de regadío*. Boletín de Suelos de la Boletín 55. Roma.
4. Mao, C. E., Palacios , P. , Nieto, D. 1996. "Evaluación de tierras con cultivos intensivos en el cinturón verde del Area Metropolitana de Bs. As". *En Contribuciones Científicas GAEA*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. (pag. 305 a 314). 1996
5. Naciones Unidas. 1994. *Contabilidad ambiental y económica integrada. Manual de contabilidad nacional*. Versión provisional. División Estadística. Serie F 61. Nueva York.
6. Naciones Unidas. 1992. *Conceptos y métodos de las estadísticas del medio ambiente: Estadísticas del medio ambiente natural*. Oficina de Estadística. Serie F 57. Nueva York.
7. Perdomo, R., Mondinalli C y Del Cogliano D. 1995a, "Control de cartas con GPS". *En Actas del Congreso Argentino de Geociencias y Geotécnicas*. Instituto Geográfico Militar, octubre de 1995.
8. Perdomo, R., Mondinalli, C. y Del Cogliano, D. 1995b, "Evaluación Preliminar del geoide en la Prov. de Bs. As". *En Actas de las Cuartas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, vol. 2, Junín, noviembre de 1995.