

ISSN 0104-1347

Zonificación de ambientes edáficos con sensores remotos

Zoning of edaphic environments with remote sensors

Fernanda Julia Gaspari¹, Bernardo Abel Hauri² y Rosana Marisa Rickfelder³

Resumen - Para la planificación sustentable de una región es elemental el conocimiento del suelo y de su aptitud de uso. La implementación de técnicas de sensoramiento remoto permite analizar las relaciones del suelo con el medio ambiente para la evaluación de su capacidad de uso. El objetivo del presente trabajo es evaluar la utilidad de la interpretación de imágenes satelitales y el material aerofotográfico como herramienta de apoyo en la zonificación de ambientes edáficos y confección de cartas de suelo. El proyecto se realizó en el establecimiento El Amanecer, Buenos Aires, Argentina. El área en estudio es de 238.62 hectáreas ocupando planicies suavemente onduladas, con cubetas y charcas aisladas. Sus suelos presentan aptitud de uso según Lanfranco diversa: 34.48% agrícola con una capacidad de uso (C.U.) de 80 puntos; 36.22% forestal con C.U. de 47 puntos y 29.28% ganadera en los bajos y depresiones con C.U. de 20 puntos. En las partes más elevadas son aptos para cultivos de cereales, oleaginosas, forestaciones y pasturas implantadas. Las áreas más bajas representadas por depresiones, vías de escurrimiento, cañadas y bajos se recomiendan para la conservación de flora y fauna. A partir de un análisis aerofotográfico, de imágenes satelitarias y antecedentes edáficos y modelización agroclimática se puede interpretar la condición de evolución de los suelos, para una potencial zonificación y cartografiado de ambientes edáficos.

Palabras clave: sensores remotos, zonificación, ambiente.

Abstract - For the sustainable planning of a region, it is important the knowledge of the soil and of its aptitude of use. Remote sensing techniques allow us to analyze the relationships of the soil with the environment for the evaluation of its capacity of use. The objective of the present work is to evaluate the usefulness of the satellite images interpretation and airphotograph material as tool of support in the edaphic environments zoning and confection of soil maps. The project was informed at El Amanecer, Buenos Aires, Argentina. The study area has 238.62 hectares occupying gently waved plains, with basins and pond isolated. Its soils present various aptitude according to Lanfranco: 34.48% agricultural with a use capacity (C.U.) of 80 points; 36.22% forest with C.U. of 47 points and 29.28% cattle breeding in the depressions with C.U. of 20 points. The topmost parts are suitable for cereal cultivation, oily, forestations and implanted pastures. The areas most decreases represented by depressions, runoff process, glens and low are recommended for the flora and fauna conservation. Using airphotographic analysis, satellite images and edaphic and agroclimatic modelling can be used to interpret soil condition, aiming a potential zoning and mapping of edaphic environments.

Key words: remote sensors, zoning, environment.

¹Mg.Sc. Ing.Forestal Prof. Adj. Manejo de Cuenas Hidrográficas – Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – Universidad Nacional de La Plata. Diag.113 N469. (1900) La Plata. Buenos Aires. Argentina. corrector@ceres.agro.unlp.edu.ar.

²Ing.Forestal Ay.D. Manejo de Cuenas Hidrográficas – F.C.A.F. – U.N.L.P.

³Ing.Forestal Ay.D. Manejo de Cuenas Hidrográficas – F.C.A.F. – U.N.L.P.

Introducción

El conocimiento de un suelo y de su aptitud de uso es fundamental para planificar racionalmente su aprovechamiento. Este aprovechamiento deberá tender a una agricultura sustentable, a la protección de los recursos naturales y a la conservación de la biodiversidad. La ciencia que manifiesta esta asociación temática es la agroecología, que además permite interpretar el manejo ecológico de los suelos, el agua de riego, las plagas y enfermedades de los cultivos, malezas y la biodiversidad en forma integral, tomando en cuenta las variables ambientales, económicas y sociales.

La agrometeorología se encarga de evaluar, integrar e interpretar, como los eventos físico-ambientales (temperatura, humedad, precipitación) que afectan a los distintos sistemas productivos agrarios. A partir del análisis de datos meteorológicos y edáficos se infiere situaciones que permiten tomar decisiones acertadas para el manejo de estos sistemas.

El presente trabajo se basa en la confección de una carta de suelo, que tiene como finalidad divulgar los conocimientos sobre las características y propiedades edáficas de una región, exponer su distribución geográfica, asignando una clasificación por su aptitud de uso y describir sus necesidades de manejo (ETCHEVEHERE, 1981; USDA, 1999). La misma otorga una base útil que en combinación con la agrometeorológica, el sector agrario deberá implementar para proporcionar el uso pleno de la información generada en beneficio de la investigación y la producción agraria.

La fotointerpretación en la confección de cartografía de suelos, proporciona un análisis detallado de las relaciones del suelo con el medio ambiente, por ejemplo, los límites geográficos de los suelos que coinciden con el cambio en las características de alguno de los factores formadores. La misma puede definirse como el acto de examinar imágenes aerofotográficas con el propósito de identificar objetos y juzgar su significado. Como tal, representa una herramienta ágil y de fácil obtención para el levantamiento de datos (GEBHARD, 2001). En general, las técnicas de estudio para suministrar información a partir de material aerofotográfico pueden ser descriptas en un nivel creciente de complejidad: lectura, análisis e interpretación (CHUVIECO, 1996). El uso de fotografía aérea, permite obtener, en forma rápida y económica, información de la superficie terrestre, ya sea para su

interpretación como para su mapeo (GEBHARD, 1978). El uso de las mismas fue el primer método de sensoramiento remoto (teledetección) por medio de imágenes, el cual aun está vigente (SABINS, 1987).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la utilidad de la interpretación de imágenes satelitales y el material aerofotográfico como herramienta de apoyo en la zonificación de ambientes edáficos y confección de cartas de suelo.

A partir del cumplimiento del mismo, se pretende generar pautas para la implementación de tecnologías cartográficas espaciales y agrometeorológicas, aplicadas al manejo de suelo, nutrición y riego, que permitan la obtención de producciones agrícolas, frutícolas y hortícolas, sustentables a través del tiempo, de alta calidad y en cantidad que satisfagan las demandas del mercado interno y externo, siendo esto reconocido como sistema de información geográfica.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el establecimiento El Amanecer, localizado sobre la ruta provincial 36, partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires, Argentina, correspondiente a la carta topográfica I.G.M. 3557-20, denominada Magdalena, escala 1:50 000 (I.G.M., 1966), cuyo centroide está ubicado en la latitud: $-35^{\circ}14'54.9263$ y la longitud: $-57^{\circ}37'57.5936$, cuya cota media es de 16 msnm.

En la clasificación de Köppen, el clima de la región se define como templado húmedo sin estación seca y con verano cálido (SAYG, 1977). Las características de este tipo climático, asociadas a las condiciones físicas de la región inciden en la evolución de los suelos y en la recarga y excesos de agua en el perfil edáfico. En la región, la precipitación media anual es de 900 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvias en el semestre cálido y replicando la marcha interanual de la presión atmosférica. La temperatura media anual oscila entre 15.2 y 16.2°C , siendo en enero (verano) de 21.9 a 24.7°C y en julio (invierno) de entre 7.4 y 11°C . La cantidad de días con heladas varía de 4 a 19, entre los meses de mayo y septiembre (SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL, 1990).

Presenta planicies suavemente onduladas, de poca pendiente, con cubetas y charcas aisladas, características de esta región costera pampeana.

El establecimiento El Amanecer se ubica en la entidad fisiográfica “pampa deprimida”, que pertenece a la llanura plano cóncava del noreste bonaerense, caracterizada por pendientes exiguas y materiales eólicos transportados y redepositados por aguas mantiformes provenientes de las partes más elevadas con alturas hasta 22 metros sobre el nivel del mar (msnm). Se encuentra sobre planos con ligeras depresiones y terrenos más bajos con alturas menores a 14 msnm. Presenta áreas de diferentes alturas, forma y dirección de pendientes, predominando la dirección sudeste y pendientes suaves.

La confección del mapa de suelos se realizó según las siguientes etapas: a) fase de recolección de antecedentes, definición del objetivo y escala de trabajo; b) interpretación y procesamiento digital; c) campaña de campo; d) análisis edáfico de laboratorio; e) interpretación de resultados edáficos y de uso de suelo y f) elaboración del informe final. La escala de manejo de información permitió generar un nivel de detalle de escala de reconocimiento (1:20 000).

Durante el trabajo en el terreno, se realizaron seis calicatas en los sitios representativos identificados en fotografías aéreas en gabinete, cuyo objeto fue reconocer el paisaje y los horizontes edáficos que conforman cada clase de suelo con las características que definen la aptitud de uso individual para la zonificación. Sobre el área estudiada se tomaron treinta puntos de control para la georreferenciación de la cartografía.

A partir de los datos de campo, se inició el procesamiento y estudio de imágenes satelitales, el análisis fotográfico, la fotointerpretación de pares aerofotográficos con la verificación en el terreno y la relación con las características hídricas del suelo según su uso actual. Mediante el análisis e interpretación fotográfica, se estudiaron y ajustaron las unidades de suelos a partir de las fotografías aéreas a escala 1:20 000. Las fotocartas utilizadas se denominan U14 26-04-84 C 1167-47; U14 26-04-84 C 1167-48. Para la lectura, análisis e interpretación de las fotografías aéreas se utilizó estereoscopio de bolsillo y estereoscopio de espejos. Se analizaron en detalle las variaciones de tono y textura sobre las mismas y se corroboraron a campo las conclusiones elaboradas en gabinete.

Posteriormente se desarrolló el modelo cartográfico e implementando el sistema de información geográfica, software IDRISI for Windows y de diseño asistido por computadora, se digitalizaron

las curvas de nivel con una equidistancia de 1.25 metros, a partir de la carta topográfica de Magdalena, para elaborar el Modelo Digital de Terreno (M.D.T.), caracterizando las pendientes y la topografía del área. La división catastral y las vías de acceso se digitalizaron en pantalla y los cursos de agua sobre tableta digitalizadora a partir de la fotografía aérea.

Para iniciar la evaluación de aptitud de las tierras para usos agrarios, cuyo propósito fue predecir el comportamiento del suelo para diferentes alternativas de uso, se valoraron los efectos favorables o desfavorables de los sistemas agrarios dentro de un planteo de producción sostenible, sin deterioro de los recursos naturales involucrados (INTA, 1986).

Para la interpretación de datos de campo y establecer la aptitud de uso, se implementó el sistema de clasificación “Capacidad de Uso de los Suelos y Evaluación del Impacto de Uso” (C.U.) aplicado para la evaluación de tierras, elaborado por LANFRANCO (2001). Esta clasificación se basa en la valoración aditiva y sustractiva de puntaje a factores edáficos y extraedáficos, que en su suma total brinda un criterio para estimar la capacidad de uso de una unidad cartográfica, evaluada en puntos por unidad de superficie (hectáreas). De esta manera se pueden delimitar las áreas potencialmente agrícolas e identificar las limitaciones que presentan las tierras para su uso.

Los suelos del establecimiento El Amanecer poseen diferentes C.U. enmarcadas dentro de unidades cartográficas. La zonificación y caracterización de las Unidades Cartográficas (U.C.), se interpretó a partir del índice de capacidad de uso de los suelos que las componen y en función de ella, se define su aptitud ganadera (cuyo uso se restringe a pasturas naturales), forestal y/o agrícola.

El mapa de U.C. de suelo digitalizado sobre la fotografía aérea georreferenciada del predio en estudio, indicó el tipo de unidad, el paisaje, la vegetación y uso del suelo, el porcentaje de participación de los suelos en cada unidad y la posición que los diferentes suelos ocupan en el paisaje.

En relación al desarrollo de técnicas agrometeorológicas aplicadas al manejo de suelo, nutrición y riego, que permitan la obtención de producciones agrícolas, frutícolas y hortícolas, sustentables a través del tiempo, se recolectó y procesó información meteorológica del período que abarca los años 1984 hasta 1994, en la estación Punta Indio

(ubicación geográfica: $-35^{\circ}21'$ / $-57^{\circ}18'$), para su utilización en la elaboración del balance hídrico, por la aplicación de un modelo de simulación (WORLDWIDE BIOCLIMATIC CLASSIFICATION SYSTEM, 2005), con datos establecidos por medio de la red internacional CLIMAT, para un potencial uso agrícola del sitio.

Resultados y discusión

La imagen satelitaria permitió obtener una impresión regional del área en el cual se halla el campo de interés. Los componentes predominantes del paisaje son la geomorfología, la escasa pendiente del lugar, la naturaleza de los suelos y los escurrimientos superficiales y distribución de agua en el suelo, referencian a que pequeñas diferencias de cota produzcan grandes efectos, entre ellos la disponibilidad de humedad edáfica superficial.

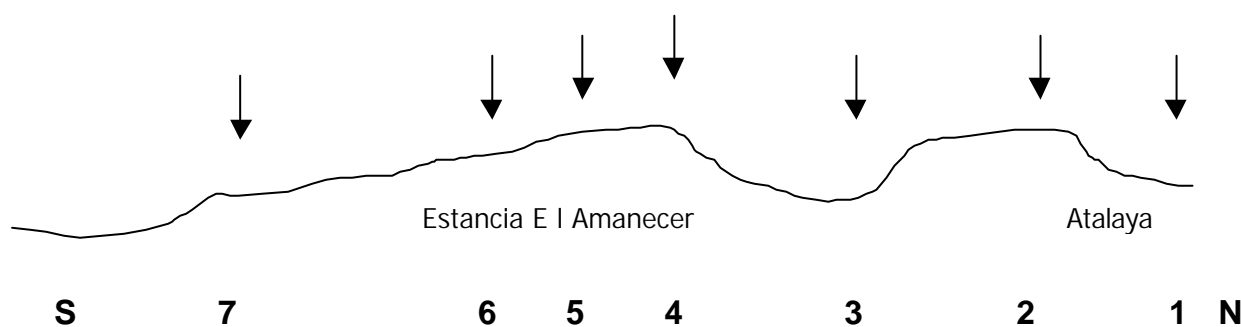
A nivel local, se identifica que la red de escorrentía superficial persigue su nivel de base hacia el sistema del río Salado de la provincia de Buenos Aires, a través de lagunas, cañadas, charcas y depresiones interconectadas, que presentan un patrón difuso en muchos casos, y visible a partir de la

fotointerpretación. En la figura 1 se representa el paisaje en un corte con dirección norte sur de la región, identificando la zona en estudio.

La evaluación y caracterización de los suelos permitió obtener la zonificación edáfica del establecimiento El Amanecer, el cual está integrado por 3 U.C. (figura 3). A continuación, se realizó la descripción de cada una, indicando el tipo de unidad, el paisaje, la vegetación y uso del suelo y el porcentaje de participación de los suelos en cada unidad (INTA. CIRN. 1974; SAGyP INTA, 1980; ETCHEVEHERE, 1981).

Unidad Cartográfica 1

Perfil característico N° 1: Es un suelo que ocupa las áreas bajas ubicadas en cañadones y cubetas; con pendientes inferiores al 0.1%. Clasificado como **Natracualf Típico**. Su cobertura vegetal es rala con especies como el *Sporobolus pyramidatus*, *Leercia* sp. y *Nostoc* sp. asociadas a la sodicidad y el drenaje natural que presenta una severa dificultad. Presenta un horizonte superficial suelto (8 cm) y disperso que al carecer de estructura, sus partículas finas entran en suspensión en el agua que se acumula. Luego ante un período de alta evaporación, la disminución del



Referencias:

S- Sur

N- Norte

1) Río de La Plata. Cota 0 msnm. 2) Albardón costero, fluvio-eólico. Cota 3 msnm. Genera un impedimento a la salida del agua. 3) Planicie de inundación, cubeta alargada. Cota 2 msnm. Sus materiales son de origen marino, frecuentemente posee cordones de conchilla que siguen una dirección paralela a la costa por lo que ofrecen impedimentos al escurrimiento y tiempos prolongados encharcamiento. 4) Lomadas loésicas con microrrelieve. Es de origen continental. La flecha indica aproximadamente la Ruta 11. Cota 10 a 12 msnm. 5) Dorsal continental, divisoria de aguas, mayor de 14 y hasta 30 msnm en lomadas loésicas aisladas. Aproximadamente sigue las vías del ferrocarril provincial. Las aguas pueden ir hacia el Río de La Plata (Cuenca del Río de La Plata) o bien hacia el Río Samborombón (Cuenca del Samborombón, que finalmente también pertenece a la Cuenca de Río de La Plata). Son las zonas de mejor drenaje a excepción de que el relieve sea muy plano y el agua de exceso permanezca mucho tiempo. Esto último ocurre en las cabeceras de las cuencas de los arroyos. 6) Ruta 36. Puede coincidir con la divisoria de aguas. 7) Pendiente al Río Samborombón.

Figura 1. Representación gráfica de del paisaje en un corte transversal del terreno en dirección Norte-Sur.

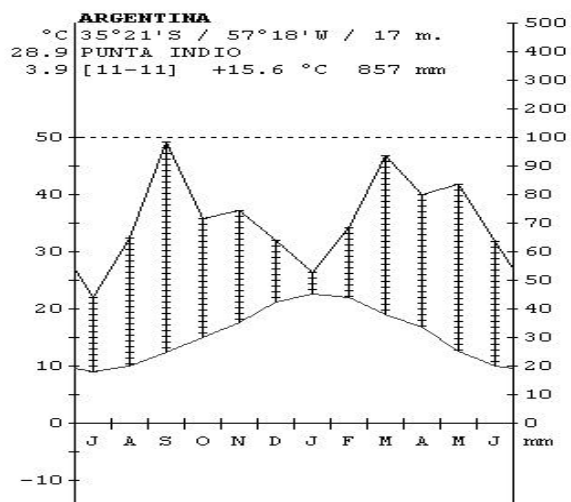


Figura 2: Clasificación bioclimática regional. Estación Punta Indio, N° ARG0031- Período: 1984-1994

contenido de agua lleva a que el material se deposite formando una película (costra) que impide la normal emergencia de los vegetales. El horizonte subsuperficial, Btn, contiene un elevado tenor de arcilla que dificulta la infiltración, siendo ésta muy lenta y sumándole a esto la posición deprimida de estos suelos en el paisaje, hace que estos lugares permanezcan gran parte del año con exceso hídrico. En tanto en períodos secos el suelo se agrieta por contracción de las arcillas y ante una lluvia el material en suspensión (limoso) ingresa al perfil, alojándose en las grietas y disminuyendo aún más la permeabilidad del suelo. La U.C. 1 está conformada en un 70% por suelos del tipo Natracualf, un 20% de Argiacuales y 10 % Argiudoles.

Unidad Cartográfica 2

Perfil característico N° 2: Es un suelo profundo, pobremente drenado, que domina en los tendidos con micro relieves charcosos y cañadones; con pendientes inferiores al 0.1%. Clasificado como **Argiacuol vértico**. Se encuentra asociado a una cobertura vegetal densa, donde predominan el *Paspalum dilatatum*, *Lotus glaber*, *Cyperus sp.* Los horizontes superficiales abarcan los primeros 15 cm de suelo. Presentan textura franco limosa y color pardo grisáceo muy oscuro. Están bien provistos en materia orgánica y raíces. Su organización estructural es granular. En la base del horizonte se observan algunos rasgos de hidromorfismo con moteados. Desde los 15 cm y hasta los 95 cm se extiende un horizonte Bt, de textura arcillosa. La estructura se presenta en forma de

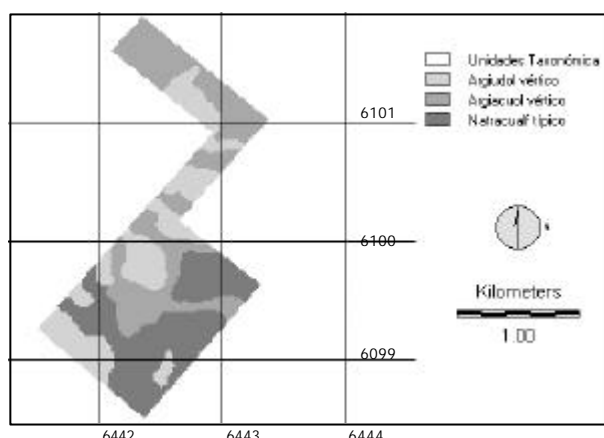


Figura 3. Ubicación de las unidades cartográficas según tipo de suelo, en el área en estudio, georreferenciación GK - UTM20.

prismas y bloques. Se observa la presencia de moteados en forma redondeada. En profundidad el horizonte de transición se extiende a partir de los 95 cm., presentando textura franco arcillosa y concreciones de carbonato de calcio. La U.C. 2 presenta suelos tipo Argiacuol en un 80%, Natracualf en un 10% y Argiudol 10%.

Unidad Cartográfica 3

Perfil característico N° 3: El paisaje se desarrolla como planicies suavemente onduladas. Es un suelo oscuro, poco profundo y bien drenado que domina en las lomas extendidas planas, con suaves pendientes de aproximadamente 0.1 % clasificado como Argiudol vértico. Se encuentra asociado a una cobertura vegetal densa de *Paspalum dilatatum*, *Stipa charruana* y *Stenothaphrum secundatum*. La capa arable tiene 15 cm de espesor, es de textura franco limosa y estructura granular fuerte. Presenta color pardo oscuro en húmedo. Esta capa pasa en forma abrupta hacia una capa arcillosa que comprende dos horizontes (Horizonte Bt1 y Bt2), extendiéndose desde los 15 cm a los 63 cm. Posee barnices oscuros abundantes y su estructura es en prismas gruesos. Pasa en forma suave a un horizonte de transición con características intermedias entre el horizonte superior y el material loessico del cual se originó este perfil. Son suelos que poseen buena capacidad de retención de agua y bajo un manejo adecuado podrían tener uso agrícola. Este perfil se asemeja a los descriptos por el INTA en la Serie Magdalena (Md), aunque son menos profundos y el horizonte A es de menor espesor. Su

composición taxonómica es un 70% Argiudol y el restante 30% Argiacuol.

La caracterización de las Unidades Cartográficas (U.C.) permitió establecer la aptitud de uso de cada unidad como ser aptitud ganadera (cuyo uso se restringe a pasturas naturales), forestación, agricultura y sitios donde se recomienda para refugio de flora y fauna. También se caracterizó la capacidad de uso (C.U.) y su respectivo índice para cada una (Tabla 1).

En la tabla 2 se presenta el puntaje de cada U.C. según la metodología de LANFRANCO (2001), considerando su superficie y el porcentual relativo en relación a toda la zona de estudio.

Los suelos de áreas más elevadas (U.C. 3), con drenaje libre y muy ligeras limitaciones de producción, planos y lomas, al conformar un patrón fisiográfico más uniforme presentan una distribución homogénea, lo que favorece las labranzas, las rotaciones de cultivos y su manejo.

Como técnicas de manejo conservacionista, se sugiere implementar siembra directa, labranza reducida, fertilización balanceada y un adecuado control y manejo del agua, materia orgánica y nutrientes.

Por su parte, las áreas bajas, con pendientes muy escasas y condiciones edáficas limitantes (drenaje, alcalinidad, textura), caracterizadas por drenaje deficiente, riesgo de sodicidad, anegabilidad y condiciones restrictivas al enraizamiento, generan un dificultoso manejo. En estos ambientes frágiles y vulnerables es recomendable mantener pasturas naturales y/o forestaciones en buenas condiciones como soporte de una ganadería de cría, privilegiando el equilibrio del medio, abarcando un manejo integral sustentable (U.C. 1 y 2).

Cabe destacar que la zonificación por U.C. es coincidente y validada con los tipos de suelos (C.U.) presentes en la zona en estudio (figuras 3 y 4).

La zonificación obtenida mediante la implementación de un sistema de información geo-

gráfica, permitió la manipulación de datos espaciales, verificando que la distribución espacial de las propiedades del suelo se desarrollan en íntima relación con las condiciones de humedad edáfica. Las áreas más bajas del establecimiento en estudio están representadas por depresiones, vías de escurrimiento, cañadas y bajos, caracterizadas por drenaje deficiente, riesgo de sodicidad, anegabilidad y condiciones restrictivas al enraizamiento, son marginalmente aptas para conservación de flora y fauna y producción forestal.

El análisis de la información climática y el diagrama climático de Walter, que se representa en la figura 2, indica que hay disponibilidad de agua durante todo el año, advirtiendo picos de excedente durante los meses de marzo y septiembre. Esta manifestación genera una instancia temporal donde el nivel del perfil de suelo está saturado y con excesos hídricos en las U.C., como se mencionó con anterioridad.

Las épocas extremas donde las condiciones hídricas están en disminución, no llegan a producir ninguna pérdida de la capacidad de humedad en el suelo. Por lo tanto, el sitio en estudio presenta características edáficas que inducen a considerar que el conocimiento de los excedentes de agua, que interrelacionados a sus condiciones climáticas y topográficas, deberán generar una planificación de uso potencial agrícola del sitio, considerando la criticidad que provoca la disponibilidad de agua en el perfil en función de la demanda de la planta y de los aportes ambientales estacionales.

A partir de estos resultados es aconsejable un manejo del agua y la vegetación, a fin de minimizar los procesos de anegabilidad, que tienen origen en el frecuente avance del agua, condicionado por las precipitaciones abundantes, la particular fisiografía areal y la constitución de los materiales originarios de los suelos zonales. Las tierras de aptitud agrícola y ganadera requieren la implementación de medidas técnicas conservacionistas para corregir y/o mitigar los diferentes tipos de limitantes en relación al drenaje interno, escorrentía superficial y alcalinidad sódica.

Tabla 1. Aptitud, C.U. y capacidad de uso de las U.C.

U. C.	Aptitud	Índice de C.U.	C.U.
1	Forestación y refugio de flora y fauna.	20	Regular a malo.
2	Ganadería y forestación.	47	Bueno a regular.
3	Agricultura, ganadería y forestación.	80	Excelente.

Tabla 2. Puntaje total, ponderación en areal y porcentual por U.C. del establecimiento El Amanecer.

U. C.	Puntaje por U.C.	Superficie (ha)	%
1	1397.80	69.89	29.28
2	4062.21	86.43	36.24
3	6584.00	82.30	34.48
Total	-	238.62	100.00

Conclusiones

La utilización, interpretación y delineación sobre fotografías aéreas e imágenes satelitales contribuyeron con la implementación de una herramienta informática para la confección de mapas de suelo, debido a que aumenta la eficiencia del mapeo confiriéndole agilidad, ahorro y precisión. La fotointerpretación y fotogrametría permitieron establecer las unidades cartográficas, los tipos de suelo predominantes, su ubicación, superficie y C.U. con la correspondiente corroboración a campo. Al analizar la información digital y antecedentes edáficos y climáticos, se originó la posibilidad de explicar y apreciar la condición actual de los suelos que se desarrollan en la zona de influencia y generar pautas para la implementación de medidas agrometeorológicas aplicadas al manejo de suelo, nutrición y riego, que permitan la obtención de producciones agrícolas, frutícolas y hortícolas, sustentables a través del tiempo, de alta calidad y en cantidad que satisfagan las demandas del mercado interno y externo.

Referencias bibliográficas

CHUVIECO, E. **Fundamentos de la teledetección espacial**. 3. Ed., Madrid, España: Rialp, 1996. 568 p.

ETCHEVEHERE, P.H. **Normas de Reconocimiento de Suelos**, 2. Ed. actualizada Castelar: INTA, CIRN, Departamento de Suelos de Castelar, 1981. 118 p. (Publicación N° 52. Suelos).

GEBHARD, J.A. **Nociones generales sobre fotografías aéreas, sus características, fotogrametría y sensores remotos**. La Plata: Y.P.F.S.E. Dir. Exploración. Dto. Geología terrestre. 1978. 66 p.

GEBHARD, J.A. **Apuntes del curso de Aerofotointerpretación**. La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo. U.N.L.P., 2001. 33 p.

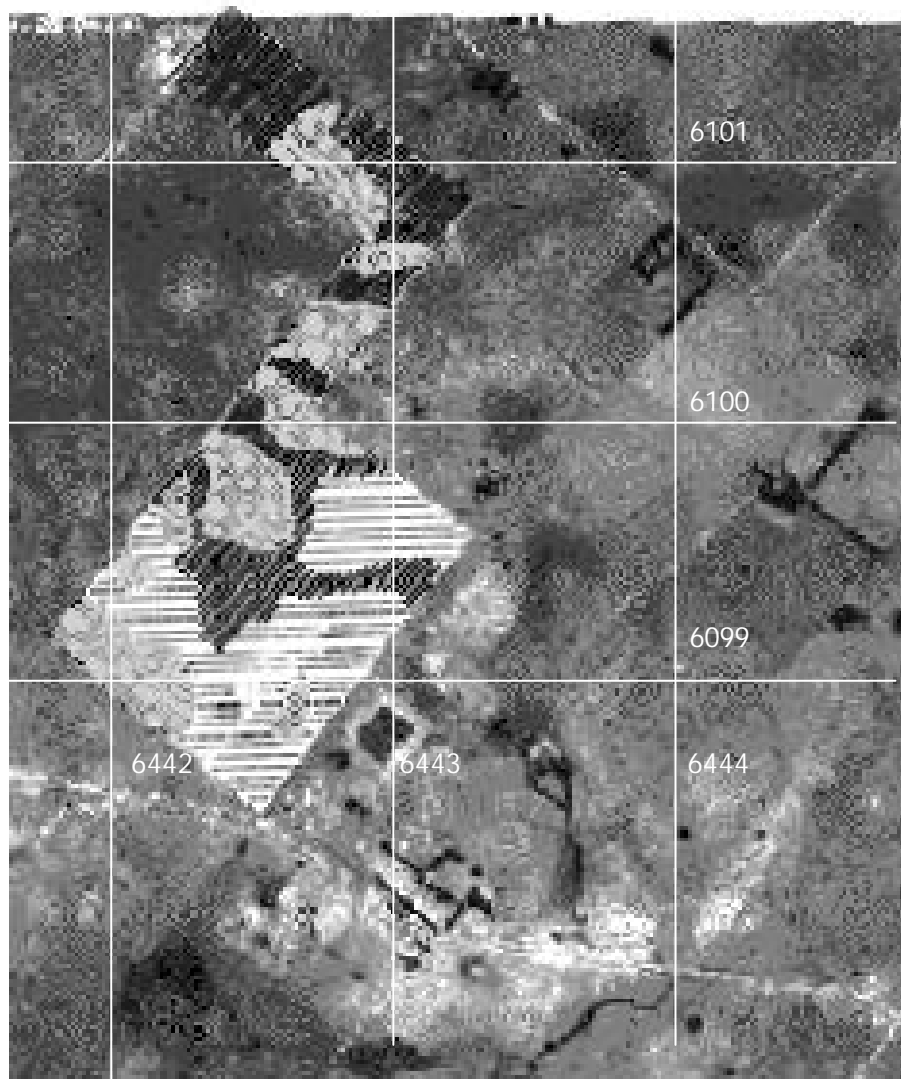


Figura 4. Ubicación de las unidades cartográficas (U.C.) sobre la fotografía aérea en la zona en estudio, donde la U.C. 1 se representa de color negro con líneas oblicuas, la U.C.2 es de color gris y la U.C.3 está simbolizada con líneas horizontales blancas, georreferenciación GK - UTM20.

I.G.M. **Carta topográfica de Magdalena**. Hoja 3557–20. Provincia de Buenos Aires. Escala 1:50.000, Buenos Aires : I.G.M., 1966.

INTA. CIRN. Instituto de Suelos. **Carta de suelos Hoja 3557–20, Magdalena**. Provincia de Buenos Aires. Escala 1:50.000. INTA: Buenos Aires, 1974. 80 p.

INTA. CIRN. Instituto de Suelos. PNUD. **Aptitud y uso actual de las tierras argentinas**. Provincia de Buenos Aires. Escala 1:1.000.000. INTA: Buenos Aires, 1986. 32 p.

LANFRANCO, J.W. **Capacidad de Uso de los Suelos y Evaluación del Impacto de Uso**. La Plata: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. U.N.L.P., 2001. 24 p.

SABINS F.F. **Remote sensing, principles and interpretation**. 2 Ed. Freeman & Co. 1987. 449 p.

SAGyP INTA. **Mapa de Suelos de la Provincia de Buenos Aires**, escala 1:500.000, Buenos Aires: INTA. 1980. 522 p, 11 mapas.

SAYG. **La pampa deprimida**. Condiciones de drenaje de sus suelos. Buenos Aires: INTA. 1977. 34 p.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. **Estadísticas Climatológicas del Período 1980 al 1990**. Buenos Aires: Fuerza Aérea Argentina, 1990. P 90 – 94.

USDA. Soil Taxonomy. **A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys**. Soil Survey Staff: Washington, 1999. 869 p.

WORLDWIDE BIOCLIMATIC CLASSIFICATION SYSTEM. **Climate Diagrams**. Phytosociological Research Center. 2005. Disponible in: www.globalbioclimatics.org. Acessado em: mês/ano.