



APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD UNIFICADO PARA LA HOJA LAJITAS, SALTA

Schulz, G. ^{1,*}; Irigoien, J. ²; Morales Poclava, C. ³ y Paladino, I. ²

¹ INTA EEA Paraná; ² Instituto de Suelos, INTA Castelar; ³ INTA EEA Salta

* Autor de Contacto: gschulz@parana.inta.gov.ar; Ruta 11, Km 12,5. (3101). Oro Verde. Entre Ríos; 54 343 4975 200, int. 262

RESUMEN

En Salta la superficie sembrada con soja, maíz, sorgo y poroto en 2010/2011, superó las 952.000 hectáreas, con un importante incremento del área con soja en los últimos años, en detrimento del bosque nativo. Este cambio de uso de la tierra requiere aumentar el detalle de la información cartográfica de los suelos. Se realizó un relevamiento a escala 1:50.000 de la hoja Lajitas que sirvió de información básica primordial para la evaluación de la capacidad productiva de las tierras a través del método de índice de productividad unificado (IP). El **objetivo** del trabajo fue evaluar la productividad de las tierras mediante el IP unificado para la hoja de suelos Lajitas (IGN 2560-13-2). Este IP, surge de la conjunción de las 3 fórmulas de IP existentes para la provincia y permite comparar las regiones entre sí.

Las diferencias existentes entre los valores de IP, para cada uno de los suelos, estuvieron explicadas principalmente a través del drenaje ($r: 0,90$), la textura del horizonte superficial ($r: 0,84$), la materia orgánica ($r: 0,76$), la textura del horizonte subsuperficial ($r: 0,74$) y la intensidad de la pendiente ($r: 0,64$) correlacionándose en forma positiva y significativa ($p < 0,01$). En el área de estudio existe una alta variabilidad de suelos, con diferentes limitantes para la producción. Debido a la importante expansión de los cultivos considerados en el análisis, fundamentalmente la soja, el IP es una importante herramienta a tener en cuenta para la elección de sitios donde realizar la producción de una manera más sustentable.

PALABRAS CLAVE

Índice de Productividad Unificado; Las Lajitas; Evaluación de tierras

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo, se han realizado y propuesto diversos métodos para la evaluación de tierras con diferentes enfoques pero con un objetivo en común, el de encontrar una armonía entre la tierra y el uso, mediante la valoración de los requerimientos de cada clase de uso del suelo, así como la comparación de las características y propiedades que presentan las diferentes unidades de tierra.

Por otro lado, el sistema paramétrico de Riquier, Bramao y Cornet fue adoptado por la FAO en 1970. Su filosofía es que la productividad agraria de los suelos, bajo condiciones óptimas de manejo, depende de las características intrínsecas de los mismos.

Se trata de un método paramétrico multiplicativo para evaluar la productividad actual y potencial del suelo.

Este método fue modificado por el INTA y empleado para realizar la evaluación de tierras en Argentina (SAGyP – INTA, 1990), en donde se cuantificaron mediante puntaje diversos parámetros del suelo y medio ambiente, en un índice de productividad (IP). Para el cálculo se utilizaron tablas que representan las relaciones causa – efecto de los parámetros y en función a regiones climáticas homogéneas, donde cada una presenta una fórmula específica (Nakama & Sobral, 1987).

Particularmente, la provincia de Salta resultó dividida en 3 regiones climáticas por lo que los valores de IP no resultan comparables entre sí ya que en cada región se aplica un modelo diferente. En este sentido, en 2009 se ajustó el IP en una fórmula única para las provincias de Salta y Jujuy a escala esquemática, en el marco de las reuniones para la ley de ordenamiento territorial de los bosques nativos (Sobral *et al.*, inédito).

En la provincia de Salta, según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación la superficie sembrada con soja, maíz, sorgo y poroto para la campaña 2010/2011, superó las 952.000 hectáreas (ha). Con un importante incremento del área sembrada en los últimos 40 años, fundamentalmente con soja, la que pasó de unas 4.000 ha a principio de la década de 1970 a unas 600.000 ha en la actualidad. Este aumento estuvo asociado, a partir de los 90', con el desmonte que se realizó en la provincia, ya que la superficie de otros cultivos se mantuvo sin mayores variaciones.

Este cambio de uso de la tierra requiere aumentar el detalle de la información cartográfica de los suelos. Por tal motivo el proyecto AERN 5652, se enfocó como área piloto (AP), la Hoja de IGN Lajitas. La cartografía de suelos relevada a mayor detalle (escala 1:50.000) permitió la identificación de varias unidades cartográficas y taxonómicas asociadas a ambientes geomorfológicos específicos. Esta información básica constituye un elemento primordial para la evaluación de la capacidad productiva de las tierras.

El **objetivo** del presente trabajo es evaluar productividad de las tierras mediante el IP unificado para la hoja de suelos Lajitas (IGN 2560-13-2) cartografiada a escala 1:50.000

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Geográficamente el área de trabajo, se encuentra localizada en el extremo occidental del Chaco salteño, departamento de Anta, provincia de Salta y comprende una superficie de 50.000 ha. Dicha área se ubica dentro del cono aluvial del río del Valle, en una estrecha faja de transición entre las Sierras Subandinas y la Llanura Chaqueña. Los suelos poseen una marcada variabilidad en el tipo y distribución espacial. De manera general, se observa un gradual decrecimiento en la granulometría de los mismos, en sentido oeste-este, dado por la disminución de la energía de los agentes de transporte desde el sector apical al distal del cono (Moretti *et al.*, 2010).

Las variaciones climáticas de los últimos años, caracterizadas por mayor disponibilidad de precipitaciones, determinaron la expansión de la agricultura de secano hacia los bordes de esta área, donde es posible observar desmontes con destino a la agricultura, fundamentalmente cultivos de verano como soja y maíz, bajo sistema de siembra directa.

Materiales

Mapa de Suelos Lajitas (IGN 2560-13-2) (INTA-AERN 5652, 2009).

Índice de Productividad unificado para las provincias de Salta y Jujuy (Sobral *et al.*, inédito)

Sistema de Información Geográfica (SIG) – ArcGis 9.3

Planilla de cálculo Microsoft Excel 2010.

Análisis de correlación, mediante el software Infostat 2007.

Métodos

Para el cálculo del Índice de Productividad (IP) del área de estudio se empleó una fórmula multiplicativa integrada por diez parámetros:

$$IP = H \times D \times Pe \times Ta \times Tb \times Sa \times PSI \times MO \times Pd$$

H = condición climática

D= drenaje

Pe= profundidad efectiva

Ta = textura del horizonte superficial

Tb = textura del horizonte subsuperficial

Sa = salinidad

PSI = porcentaje de sodio de intercambio (alcalinidad)

MO = materia orgánica

Pd = pendiente

Pg = pedregosidad

En función del área sembrada en los últimos años (MAGyP, 2011), se consideraron como cultivos de referencia *soja, maíz, sorgo y poroto* cultivados a secano, realizando un nivel de manejo medio a alto.

Las variables analizadas se definieron conceptualmente según lo publicado por la SAGyP – INTA en 1990 y la actualización del IP para Salta -Jujuy (Sobral et al., inédito).

La **condición climática** (H) se analizó en función a los mm de precipitación anual, recopilados en el periodo 1934-1990, evapotranspiración potencial y las características topográficas de la región (Bianchi *et al.*, 1992).

En cuanto al **drenaje** (D), al no disponer de datos de los perfiles de la zona, dicho parámetro se estimó a partir del triángulo que relaciona las distintas fracciones de textura del suelo con la permeabilidad y el drenaje (Figura nº 1).

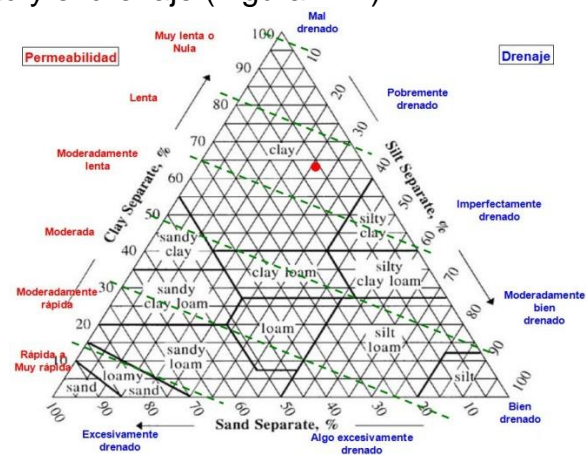


Figura nº 1. Triángulo para la estimación de Drenaje.

Los datos referentes a **profundidad efectiva** (Pef), **textura del horizonte superficial** (Ta) y **subsuperficial** (Tb), **salinidad** (Sa), **alcalinidad** (PSI) y **materia orgánica** (MO) se extrajeron de los análisis químicos realizados en laboratorio y de las descripciones de las unidades de suelo relevadas a escala de semidetalle en el mapa de suelos de la hoja Lajitas, provincia de Salta (INTA-AERN 5652, 2009).

El análisis de la variable **pendiente** (Pd) se realizó en valores de porcentaje (%). La pendiente es una característica topográfica para la cual se empleó el Modelo de Elevación Digital (DEM) provisto por la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la NASA (SRTM V2), este es un producto elaborado mediante interferometría RADAR desde el espacio. Los datos SRTM tienen una precisión vertical entre 6 a 16 metros y una resolución espacial de 30 a 90 metros (Elena & Cabral, 2005). El área de estudio está constituida por lotes desmontados y la presencia de cortinas forestales. Estas cortinas son una fuente de error en los valores de altura que registra el sensor, por lo que se procedió a realizar interpolaciones ordinarias en dichos pixeles de manera de reducir la misma. A partir del modelo de elevación corregido, se obtuvo el valor correspondiente a la variable Pd para cada punto analizado.

El IP se calculó para cada unidad taxonómica de suelos conformando el índice de productividad taxonómico (IPt). Posteriormente se obtuvo el IP cartográfico (IPc), mediante la ponderación de los valores de cada IPt, en función de la participación de los distintos suelos en la unidad cartográfica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación de las tierras por el método de IP se realizó para la situación de los perfiles modales de suelos descritos en el área de estudio, asumiendo la incorporación de igual tecnología para todos los casos.

Los valores de IP para las unidades taxonómicas (IPt) variaron entre 11 y 99 (Tabla nº 1). Este índice calculado se interpreta como una proporción del rendimiento máximo potencial de los cultivos más comunes de una región, ecotípicamente adaptados, bajo un determinado nivel de manejo (Tasi & Schulz, 2008).

Tabla nº 1. Índices de Productividad de las Unidades Taxonómicas

UNIDAD TAXONOMICA	CARACTERISTICAS										Puntajes
	H	D	Pe	Ta	Tb	Sa	PSI	MO	Pd	Pg	
Ustipsamente típico	1,00	0,50	1,00	0,60	0,60	1,00	1,00	0,70	0,95	1,00	12
Argiustol típico, franca fina	0,90	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	81
Argiustol údico, franca fina	0,90	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	69
Argiustol típico, franca fina	0,80	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,95	1,00	64
Haplustalf psaméntico, arenosa	0,80	0,70	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	0,70	0,95	1,00	22
Haplustalf údico, fina	0,80	0,80	1,00	0,90	0,80	1,00	1,00	0,90	0,95	1,00	37
Haplustol údico, arenosa	0,90	0,70	1,00	0,60	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	36
Ustipsamente típico	0,90	0,50	1,00	0,60	0,60	1,00	1,00	0,70	0,95	1,00	11
Haplustol fluvéntico, franca gruesa	0,90	0,70	1,00	0,60	0,60	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	20
Argiustol údico, franca fina	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	99
Argiustol údico, franca gruesa	1,00	0,70	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	53
Haplustol típico, franca gruesa	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	95
Argiustol údico, franca fina	0,90	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,00	68
Haplustol típico, franca gruesa	1,00	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	72
Haplustol éntico, franca gruesa	1,00	0,70	1,00	0,80	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	1,00	48
Haplustol típico, franca gruesa	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	77
Haplustert típico, muy fina	1,00	0,50	1,00	0,70	0,80	1,00	1,00	0,90	0,95	1,00	23
Haplustalf údico, muy fina	0,80	0,80	1,00	0,90	0,80	1,00	1,00	0,90	0,95	1,00	39

La diferencias existentes entre los valores de IPt, para cada uno de los suelos, estuvieron explicadas principalmente a través del drenaje ($r: 0,90$), la textura del horizonte superficial ($r: 0,84$), la materia orgánica ($r: 0,76$), la textura del horizonte subsuperficial ($r: 0,74$) y la intensidad de la pendiente ($r: 0,64$) correlacionándose en forma positiva y significativa ($p < 0,01$) (Tabla nº 2). La variable H no se correlacionó significativamente con IPt ($p = 0,55$). Las variables Pe; Sa, PSI y Pg fueron excluidas del análisis debido a que no presentaron cambios en el área bajo estudio.

Tabla nº 2. Análisis de correlación de variables de Pearson: coeficientes/probabilidades

	H	D	Ta	Tb	MO	Pd	IPt
H	1	0,54430	0,58410	1,00000	0,40530	0,84820	0,5477
D	-0,15	1	0,00040	0,00160	0,00130	0,02520	5E-07
Ta	-0,14	0,74	1	0,02030	0,00650	0,07310	1,6E-05
Tb	0,00	0,69	0,54	1	0,00930	0,05300	0,0004
MO	0,21	0,70	0,62	0,59	1	0,05910	0,0002
Pd	0,05	0,53	0,43	0,46	0,45	1	0,0044
IPt	0,15	0,90	0,84	0,74	0,76	0,64	1

En la Figura nº 2 se observa la distribución geográfica por rangos de IPc, para la representación gráfica los valores se agruparon en rangos de 10. Los mismos variaron entre 14 y 98, en relación a la heterogeneidad de suelos presentes en el área.

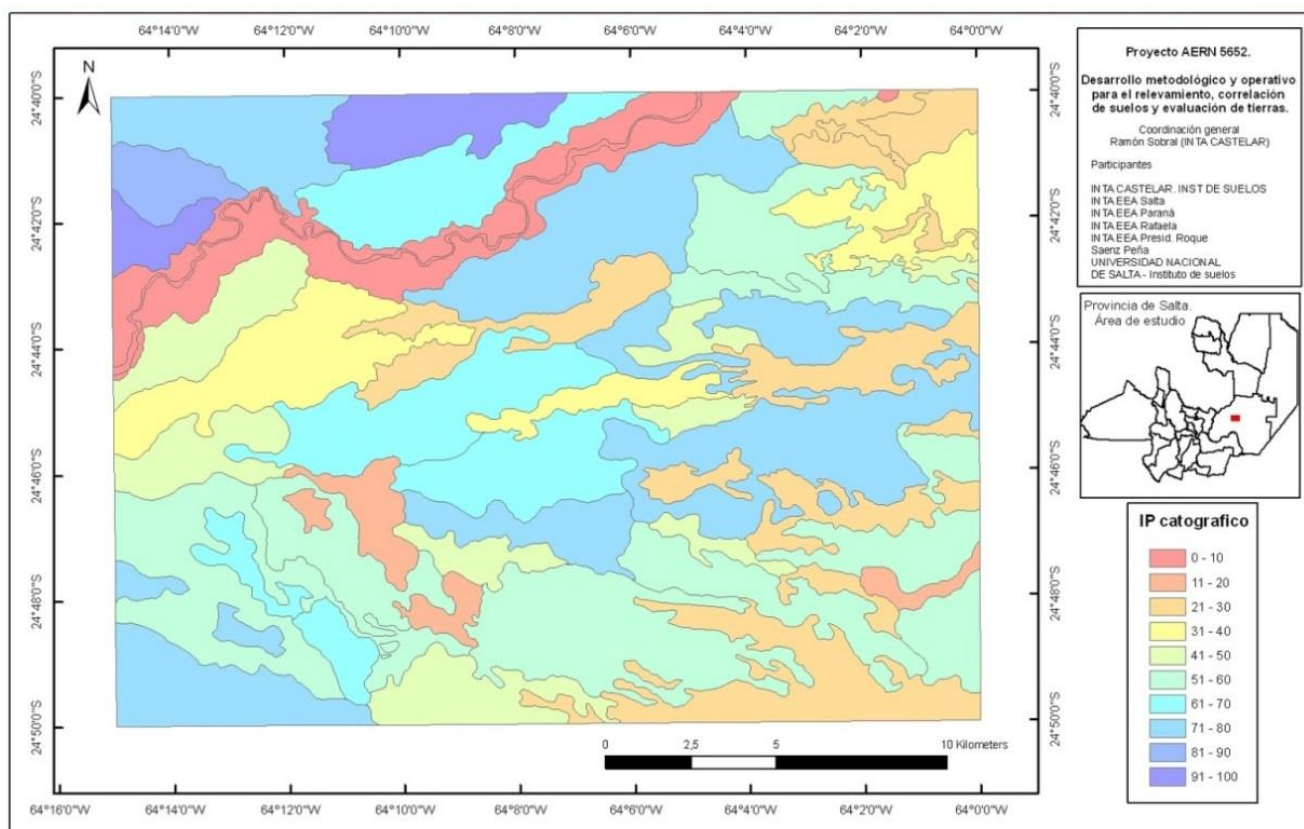


Figura nº 2. Valores de IP a nivel de Unidad Cartográfica (IPc)

CONCLUSIONES

En el área de estudio existe una alta variabilidad de suelos, con diferentes limitantes para la producción.

Los valores de IPt variaron entre 11 y 99, estas diferencias estuvieron explicadas principalmente a través del drenaje, la textura del horizonte superficial, la materia orgánica, la textura del horizonte subsuperficial y la intensidad de la pendiente.

Debido a la importante expansión de los cultivos considerados en el análisis, fundamentalmente la soja, el IP es una importante herramienta a tener en cuenta para la elección de sitios donde realizar la producción de manera más sustentable.

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Agr. Santiago Cabada por la ayuda en el análisis estadístico de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Bianchi, AR; CE Yáñez; LR Acuña; HJ Elena & FG Tolaba Martínez. 1992. Base de datos mensuales de precipitaciones en el noroeste argentino - Periodo 1934-1990. http://www.inta.gov.ar/prorenea/info/resultados/Precip_NOA/base_precipitaciones_noa.asp. [Acceso: 25-11-2011].
- Elena, H & C Cabral. 2005. Modelo Digital de Elevación Provincia de Salta. Imagen SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Laboratorio de Teledetección y SIG. INTA – EEA Salta.
- Infostat. 2007. Infostat versión 2007. Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- INTA-AERN 5652. 2009. Desarrollo metodológico y operativo para el relevamiento, correlación y evaluación de tierras. Área piloto: Las Lajitas, Provincia de Salta. http://www.inta.gov.ar/prorenea/info/suelos_lajitas.htm [Acceso: 13/12/2011].
- MAGyP. 2011. Sistema Integrado de Información Agropecuaria. <http://www.sija.gov.ar/index.php/series-por-provincia/salta> [Acceso: 13-12-2012]
- Moretti L; H Morrás; D Rodríguez & M Angelini. 2010. Mineralogía de suelos de un área aluvial en el extremo occidental del chaco salteño. XXII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo- Rosario, Santa Fe – Argentina.
- Nakama V & R Sobral. 1987. Índices de productividad. Método paramétrico de evaluación de tierras. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca- INTA. Documento del Proyecto PNUD Arg. 85/019, Buenos Aires.
- Riquier, J; DL Bramao & JP Cornet. 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity. Paper AGL: TESR/70/6, December, 38 pp. FAO.
- SAGyP – INTA. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Proyecto PNUD Arg-85/019, Buenos Aires. Dos tomos, 1600 p. 39 mapas.
- Sobral, R; V Nakama; C Morales Poclava; R Osinaga; J Volante & A Bianchi. Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Ajuste del sistema Índice de Productividad (IP) y su aplicación mediante herramientas SIG para las provincias de Salta y Jujuy. Inédito
- SRTM V2. Shuttle Radar Topography Mission. National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA). <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/> [Acceso: 19-12-2011].
- Tasi, H & G Schulz. 2008. Índices de productividad específico para el cultivo de arándanos en el Departamento Concordia- Provincia de Entre Ríos- XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo- Potrero de los Funes - San Luís – Argentina.