

Capacidad de uso de la tierra en la cuenca de la Corriente del Lobo, Itatinga, São Paulo, Brasil

Capacity of soil use in the watershed of the Corriente del Lobo, Itatinga, São Paulo, Brazil

Sérgio Campos^{1*}, Ana Paula Barbosa^{2†}, Zacarias Xavier de Barros^{1‡}, Lincoln Gehring Cardoso^{1††}, y Ellen Fittipaldi B. Carrega^{2‡‡}

¹Prof. Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. CEP: 18611-330.

²Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Energia na Agricultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil.

*Autor para correspondência: seca@fca.unesp.br; †apbarbosa@fca.unesp.br; ‡secdener@fca.unesp.br; ††cardosolg@fca.unesp.br; ‡‡elencarrega@yahoo.com.br

Rec.: 26.05.11 Accept.: 15.12.11

Resumen

El objetivo del trabajo fue definir las clases de capacidad de uso de 2.403,25 ha de la cuenca de la Corriente del Lobo – Itatinga (SP) (22° 03' 56" - 22° 59' 12" de latitud S y 48° 38' 47" - 48° 41' 25" de longitud O). La capacidad de uso de la tierra se obtuvo mediante el SIG-IDRISI 32 del cruzamiento de las cartas clinográfica y de suelos y de la Tabla de juzgamiento de clases de capacidad de uso de la tierra y del levantamiento utilitario del medio físico. Las áreas de las clases y subclases de capacidad de uso presentaron los siguientes valores: IIIa – 68.60 ha (2.85%), IIIe,s – 1919.15 ha (79.86%); IIIe – 210.60 ha (8.76%); IVe – 3.38 ha (0.14%); IVe,s – 157.42 ha (6.55%) y VIe,s – 44.10 ha (1.84%). Las tierras de la cuenca se distribuyeron en tres clases (III, IV y VI) y seis subclases, pero la mayor extensión (79.9%) pertenece a la subclase IIIe,s. Los módulos del IDRISI permitieron discriminar, mapear y cuantificar rápidamente la capacidad de uso de las áreas de las clases y subclases de la cuenca.

Palabras clave: Brasil, capacidad de uso de la tierra, cuenca hidrográfica, Itatinga, Sistema de Información Geográfica, uso de la tierra.

Abstract

The objective of the research was to define the classes of use capacity of 2403.25 ha in the basin of the Corriente del Lobo - Itatinga (SP), (22°03'56" to 22°59'12" of latitude S and 48°38'47" to 48°41'25" of longitude W Gr.). The soil use capacity was obtained by using the SIG IDRISI 32 crossing the documents of steepness and soils and the document of judgment of classes of soil use capacity and of the utilitarian rising of the physical milieu. The classes and subclasses areas of use capacity presented the following values: IIIa - 68.60 ha (2.85%), IIIe,s - 1919.15 ha (79.86%); IIIe - 210.60 ha (8.76%); IVe - 3.38ha (0.14%); IVe,s - 157.42 ha (6.55%) and VIe,s - 44.10 ha (1.84%). The lands of the basin were distributed in three classes (III, IV and VI) and six subclasses but the biggest extension (79.9%) belonged to the subclass IIIe,s. The modules of the IDRISI allowed to discriminate, mapping and to quantify quickly the soil use capacity of the areas of classes and subclasses in the basin.

Key words: Brazil, capacity of soil use, Geographical Information System, Itatinga, soil use, watershed.

Introducción

La capacidad de uso de la tierra busca el aprovechamiento de las condiciones del suelo con un mínimo de pérdida, basada en el detalle expresivo de factores que pueden influenciar en la estructura y la composición de este medio tales como relieve, erosión, clase de suelo, clima, entre otros (Araújo Jr., 1998). La clasificación de esta capacidad permite establecer las bases para un mejor uso de los recursos en el campo. Las clases de uso pueden ser utilizadas para la identificación de áreas con capacidad de producción económica y sostenible (Norton, 1940).

La capacidad de uso indica el grado de intensidad del cultivo que se puede aplicar sin que el suelo pierda su capacidad de productividad (Ribeiro y Campos, 1998; Dainese *et al.*, 1999). El levantamiento de las condiciones del suelo y del medio natural para la actividad agropecuaria es de gran valor; la exploración de una manera consciente, basada en determinadas prácticas conservacionistas en función del tipo de suelo, permite un mejor aprovechamiento y aumento de la sostenibilidad, pues posibilita el aumento del potencial y la utilización de recursos por las futuras generaciones (Araújo Jr., 1998).

La conservación del suelo involucra prácticas que han sido evaluadas a lo largo de las

últimas décadas, como una nueva forma de agricultura que busca el mantenimiento de las buenas condiciones del suelo y la adopción de manejos urgentes o preventivos, incluidos el control de erosión, las técnicas modernas de mecanización agrícola, el uso correcto y adecuado de los fertilizantes y correctivos, además de variedades más productivas (Araújo Jr., 1998).

El presente trabajo tuvo como objetivo delimitar, mapear y cuantificar las clases de capacidad de uso de la tierra de la cuenca de la corriente del Lobo - Itatinga (SP), cruzando informaciones procedentes de las cartas clinográfica y de suelos, datos locales, y con utilización de la Tabla de clasificación, entre otros.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en 2.403,25 ha de la cuenca de la corriente del Lobo, localizada en el distrito municipal de Itatinga, São Paulo, Brasil (22° 03' 56" - 22° 59' 12" S y 48° 38' 47" - 48° 41' 25" O) perteneciente a la microcuenca del río de Las Piedras, tributario del río Pardo del Medio Paranapanema. La cuenca se encuentra a 826 m.s.n.m., predominan los latosol y en el paisaje se destacan las prácticas de reforestación (Oliveira *et al.*, 1999).

La carta clinográfica (Figura 1) se obtuvo en forma manual a través de un ábaco analógico (De Biasi, 1970) de los folios de Pratânia (SF-22-Z-B-V-4) e Itatinga (SF-22-Z-D-II-2), en escala 1:50000 (IBGE, 1973), utilizando los seis intervalos de clases de pendiente (0 - 3%, 3 - 6%, 6 - 12%, 12 - 20%, 20 - 40% y > 40%) empleadas por investigadores brasileiros que trabajan en la planificación del uso y manejo de suelos para futuros proyectos de conservación (Filadelfo Jr. 1999).

Las cartas clinográficas y de suelos fueron escaneadas (Figura 2) e importadas para el Sistema de Informaciones Geográficas -

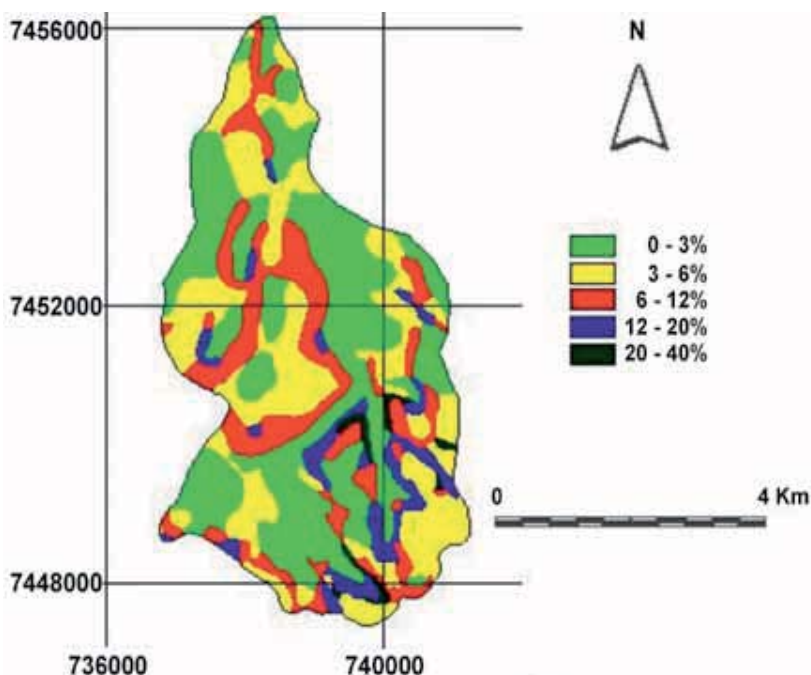


Figura 1. Carta de clases de pendiente de las tierras de la cuenca de la Corriente del Lobo - Itatinga (SP), Brasil.

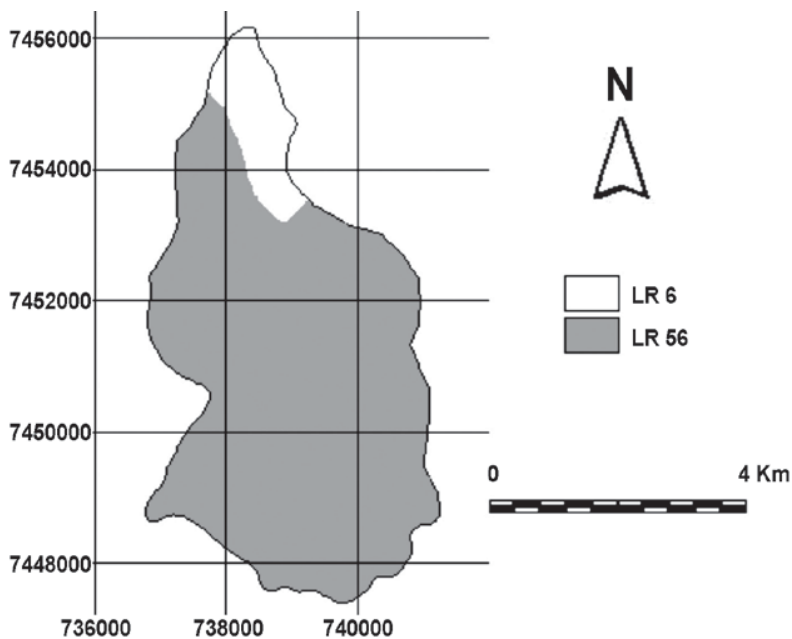


Figura 2. Carta de unidad de suelos de las tierras de la cuenca de la Corriente del Lobo - Itatinga (SP), Brasil.

IDRISI 32 (Eastman, 1998) en el formato BMP generado en el proceso de escaneado para el formato IMG por el módulo File/Import. Para georreferenciar estas cartas, así como la imagen digital, se eligieron cuatro puntos de control localizados en los bordes por el módulo Reformat/Resample. La vectorización de los límites de las clases de pendiente y de suelos se realizó a través del módulo On Screen Digitizing para obtener el polígono máscara del área de la cuenca. El rastreo de las clases de pendiente y de suelos sobre el polígono de la cuenca se hizo utilizando el módulo Reformat/Raster/Vector Conversion/Lineras.

Los suelos Latosoles Rojos (LR6) son formados por la asociación de suelos Eutróféricos y Distroféricos con el relieve plano y ondulado y de suelos Nitosoles Rojos Eutróféricos, con el relieve suave ondulado y horizonte mólico, con la textura arcillosa. Los suelos Latosoles Rojos (LR56) son formados por la asociación de suelos Distróficos y de suelos Latosoles Rojo Amarillo Distróficos, con el relieve plano y suave ondulado.

La carta de capacidad de uso de la tierra fue elaborada con el cruce de las informaciones de las cartas clinográfica y de suelos, utilizando para la primera la Tabla de juzgamiento de clases de capacidad de uso elaborada por

França (1963) y Lepsch *et ál.* (1983) y adaptada por Zimback y Rodrigues (1993) mediante el módulo Analysis/Database Query/Overlay. Las áreas de las clases de pendiente de suelos y de capacidad de uso de las tierras se determinaron con el SIG - IDRISI utilizando el módulo anterior.

Para las clases de capacidad de uso se emplearon los sistemas de clasificación constante del manual para levantamiento utilitario del medio físico, y la clasificación de tierras usando los criterios constantes de la Tabla de juicio (França, 1963; Lepsch *et ál.*, 1991), adaptados por Zimback y Rodrigues (1993) que aparecen en el Cuadro 1, en el cual se relacionan las clases de capacidad de uso para cada criterio del parámetro de la li-

mitación en referencia incluidos los parámetros: fertilidad aparente (FA), profundidad efectiva (PE), permeabilidad y drenaje (PD), escurrimiento (DF), pedregosidad (P), riesgo de escurrimiento (RI), erosión laminar (EL), erosión en surcos (ES) y cárcava (V). En la evaluación de los parámetros constantes del Cuadro 1 fueron adoptados los criterios siguientes:

- **FA.** Se basó en las características físicas y químicas de los diferentes tipos de suelos del municipio, según el levantamiento de la tierra realizado por Oliveira *et ál.* (1999).
- **PE.** Determinada según la descripción de la morfología de cada tipo de tierra, de acuerdo con la descripción de cada unidad y según el levantamiento del suelo de Oliveira *et ál.* (1999).
- **PD.** Establecidas a partir de las propiedades físicas de cada tipo de tierra, principalmente textura constante según los análisis del levantamiento.
- **DF.** Las clases de escurrimiento (Cuadro 2) se construyeron en función de los factores principales que interfieren los ejes de la intensidad: (1) infiltración, que varía con el tipo de tierra, siendo decreciente en intensidad en nitosol rojo distroférico (tierra roja estructurada) y latosol rojo-amarillos distróficos. A mayor infiltración es menor el escurrimiento; (2) pendiente, participa de forma directa y proporcional en la intensidad del escurrimiento; así, a

Cuadro 1. Tabla de juzgamiento de las clases de capacidad de uso de las tierras utilizada en el estudio.

Característica	Criterios	Clases de capacidad de uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Fertilidad	Muy alta	x							
	Alta	x							
	Media		x						
	Baja			x					
	Muy baja						x		
Prof. efectiva (cm)	>200	x							
	100 - 200	x							
	50 - 100		x						
	25 - 50						x		
	<50							x	
Permeabilidad y drenaje	Excesiva		x						
	Buena	x							
	Moderada		x						
	Pobre			x					
	Muy pobre						x		
Esguerrimiento	Muy rápido				x				
	Rápido			x					
	Moderado		x						
	Lento	x							
	Muy lento		x						
Pedregosidad (%)	Sin piedras	x							
	<1		x						
	1 - 10			x					
	10 - 30				x				
	30 - 50					x			
	>50		x						
Riesgo de esguerrimiento	Sin riesgo	x							
	Ocasional			x					
	Frecuente					x			
	Muy frecuente							x	
Declive (%)	0 - 3	x							
	3 - 6		x						
	6 - 12			x					
	12 - 20				x				
	20 - 40						x		
	>40							x	
Erosión laminar	No aparente	x							
	Ligera		x						
	Rápida			x					
	Moderada					x			
	Severa						x		
	Extrema							x	
Erosión en surcos	No aparente	x							
	Ocasional		x						
	Frecuente			x					
	Muy frecuente				x				
Erosión en surcos medios	No aparente	x							
	Ocasional			x					
	Frecuente				x				
	Muy frecuente					x			
Erosión en surcos profundos	No aparente	x							
	Ocasional				x				
	Frecuente					x			
	Muy frecuente						x		
Erosión en cárcavas	No aparente	x							
	Ocasional				x				
	Frecuente					x			
	Muy frecuente						x		

Fuente: França (1963), Lepsch *et al.* (1991), Zimback y Rodrigues (1993).

Cuadro 2. Intervalos de pendiente y criterios para establecer las clases de escurrimiento.

Declive (%)	Criterio de escurrimiento	Clases
0 – 3	Lento	I
	Muy lento	II
3 – 6	Lento	I
	Moderado	II
6 – 12	Moderado	II
	Rápido	III
12 – 20	Rápido	III
20 – 40	Muy rápido	IV
> 40	Muy rápido	IV

menor pendiente, menor es la contribución para la totalidad del escurrimiento.

- **P.** Se determinó según la morfología de cada tipo de suelo, de acuerdo con el levantamiento de Oliveira *et ál.* (1999).
- **RI.** El riesgo de escurrimiento se determinó mediante observaciones de campo utilizando el levantamiento realizado por Oliveira *et ál.* (1999).
- **La pendiente**, determinada en el terreno de acuerdo con la clase determinada en el municipio.
- Los **tipos de erosión** fueron tomados de los criterios definidos a partir de las obser-

vaciones de campo e información obtenida de la Secretaría de Agricultura y Abastecimiento de la ciudad de São Manuel-SP.

Dentro de cada clase, la clasificación de las subclases de capacidad de uso de la tierra se hizo utilizando las limitaciones que aparecen en el Cuadro 3, como lo sugieren Lepsch *et ál.* (1991).

Resultados y discusión

El 71% de la superficie de la cuenca se encuentra en la clase de pendiente < 6% (Figura 1 y Cuadro 4). Las áreas planas con

Cuadro 3. Limitaciones para la definición de subclases de capacidad de uso de las tierras.

Erosión (e)	Suelo (s)	Agua (a)	Clima (c)
Declive acentuado	Profundidad baja	Capa freática presente	Sequía prolongada
Declive largo	Textura arenosa a través del perfil	Riesgo de escurrimiento	Heladas
Cambio textural abrupto	Pedregosidad	Caída lenta en suelos orgánicos	Vientos fríos
Erosión laminar	Arcilla expansiva	Deficiencia en suelos orgánicos	Nieve
Erosión en surcos	Saturación baja de bases	Deficiencia de oxígeno en suelo	
Erosión en cárcavas	Toxicidad por aluminio		
Erosión eólica	Baja capacidad de cambio		
Depósitos de erosión	Ácidos sulfatados o sulfatos		
Permeabilidad baja	Saturación alta con el sodio		
Horizonte A arenoso	Exceso de sales solubles		
	Exceso de carbonatos		

Cuadro 4. Clases de pendiente en función de las unidades de suelo que ocurren en la cuenca de la Corriente del Lobo - Itatinga (SP), Brasil.

Clases de declive (%)	Unidades de suelo					
	LR6†		LR56†		Total	
	ha	%	ha	%	ha	%
0 – 3	92.52	3.85	855.56	35.60	948.08	39.45
3 – 6	80.03	3.33	677.23	28.18	757.26	31.51
6 – 12	38.22	1.59	454.45	18.91	492.67	20.50
12 – 20	3.36	0.14	157.65	6.56	161.01	6.70
20 – 40	0.00	0.00	44.23	1.84	44.23	1.84
Total	214.13	8.91	2189.12	91.09	2403.25	100

†LR: Latosoles Rojos.

pendiente entre 0% y 3% y suavemente onduladas con pendiente entre 3% y 6% se recomiendan para uso con cultivos anuales con prácticas sencillas de conservación de suelos como cultivo en curvas de nivel que permiten el control de la erosión (Filadelfo Jr., 1999). La unidad de suelo LR56 comprende 91.1% del área con predominio de relieve plano y suavemente ondulado.

Los datos muestran la predominancia de la clase de pendiente entre 0% y 12%, que ocupa 91.46% (2198.01 ha) del área total de la cuenca, la cual según Lepsch *et ál.* (1991) es apta para cultivos anuales con amplio uso de la mecanización. En general, las clases de pendiente de 0% - 3% (39.5% y 948.08 ha), 3% - 6% (31.51% y 757.26 ha) y 6% - 12% (20.50% y 492.67 ha) conforman el grupo de

relieve plano a ondulado (0% - 12%) (Chiarini y Donzeli, 1973).

Las áreas con pendientes entre 12% y 20% (relieve fuertemente ondulado) y entre 20% y 40% (relieve accidentado) comprenden, respectivamente, 6.7% (161.01 ha) y 1.84% (44.23 ha).

El conocimiento de subclases de capacidad de uso de la tierra es una importante herramienta que permite la planificación para la mejor utilización de recursos en áreas segmentadas utilizadas de manera individual en términos de prácticas culturales, pero siempre insertadas dentro del contexto global de microcuencas.

La clase de capacidad de uso III predomina en 91.47% de la cuenca (Figura 3 y Cuadro 5). Según Araújo Jr. (1998) son

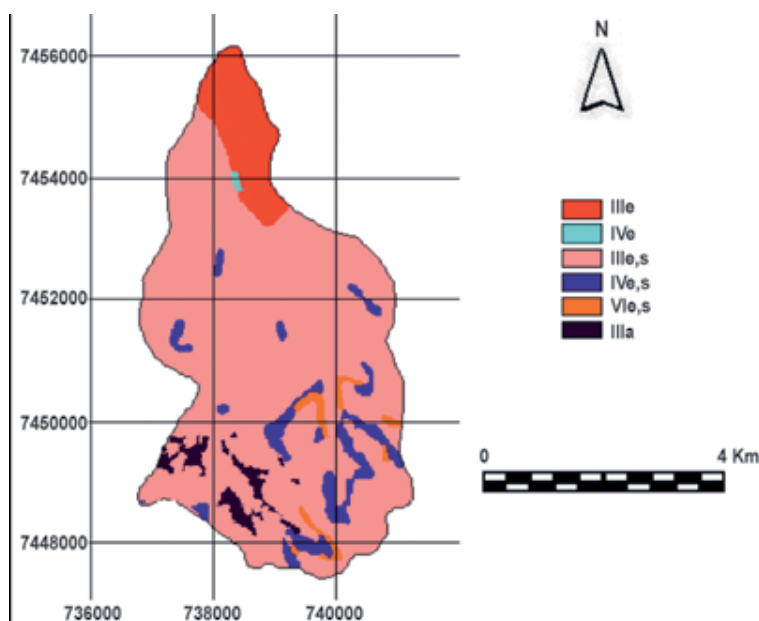


Figura 3. Carta de capacidad de uso de la tierra en la cuenca de la Corriente del Lobo - Itatinga (SP), Brasil.

Cuadro 5. Clases de capacidad de uso de las tierras que ocurren en la cuenca de la Corriente del Lobo - Itatinga (SP), Brasil.

Clases	Área en relación con la cuenca	
	ha	%
IIIe	210.53	8.76
IVe	3.36	0.14
IIIe,s	1919.24	79.86
IVe,s	157.41	6.55
VIe,s	44.22	1.84
IIIa	68.49	2.85
Total	2403.25	100

tierras cultivables que requieren prácticas intensivas o complejas de manejo para la producción de cosechas anuales de mediano a alto rendimiento. La topografía moderadamente inclinada de los suelos en esta clase exige cuidados intensivos para el control de erosión, mientras que el drenaje interno deficiente exige el manejo del agua, y la baja productividad requiere prácticas especiales de mejoramiento de suelos. En esta clase se incluyen las mejores tierras no irrigadas de algunas regiones semiáridas. En la cuenca del Lobo en esta clase se encuentran las unidades de suelo LR6 y LR56 que ocupan, respectivamente, 210.53 ha y 1.987.73 ha.

La clase IV formada por las unidades de suelo LR6 (3.36 ha y 0.14%) y LR56 (6.55% y 157.41 ha) no es adecuada para cultivos permanentes, pero sí para cultivos anuales bajo riego. Presentan pendiente abrupta, erosión severa, drenaje muy deficiente y baja productividad.

En la clase VI se incluyen las tierras no cultivables con especies anuales, excepto pasturas o reforestación. Presentan suelos poco profundos o pendiente excesiva y los suelos en esta clase son comunes en regiones áridas y semiáridas. La unidad de suelo en que esta clase se encuentra es la LR56 y representa un total de 1.84%, es decir, 44.22 ha.

La subclase IIIe,s es la más significativa y predomina en 80% del total del área de la cuenca. Se encuentra en la unidad de suelo LR56 y comprende 79.86% (1919.24 ha) de suelos de textura arenosa de baja fertilidad. La unidad LR6, caracterizada por suelos de mayor fertilidad cuando se compara con la unidad LR56, tiene la subclase IIIe como la de mayor contribución (8.76% y 210.53 ha) en el total del área de la cuenca.

Las subclases VIe,s y IIIa presentan las más altas limitaciones. La primera tiene problemas de erosión del suelo y sólo es adecuada para pasturas y bosques; mientras que la segunda presenta problemas de inundaciones ocasionales.

Conclusión

En la cuenca del Lobo, Itatinga, SP, Brasil, las clases de pendiente más representativas se encuentran en el nivel entre 3 y 6%; mien-

tras que las menos frecuentes se encuentran entre 20% y 40%, La unidad LR56 con 91.08% y la clase de capacidad de uso de las tierras III predominan en 91.47% de cobertura de la cuenca.

Referencias

- Araújo Jr., A. A. 1998. Capacidade uso das terras da bacia do Rio Capivara - Botucatu (SP). Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu - SP, Brasil. 131 p.
- Chiarini, J. V. y Donzeli, P. L. 1973. Levantamento por fotointerpretação das classes de capacidade de uso das terras do Estado de São Pablo. Bol. Téc. Inst. Agron. Campinas - SP, Brasil (3):1 - 20.
- Dainese, R. C.; Campos, S.; José, E. M.; Barros, Z. X.; Cardoso, L. G.; y Vasconcelos, V. J. 1999. Uso adequado das terras da bacia do Rio Araquazinho (São Manuel-SP). En.: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 28, Pelotas - RS, Brasil, 1999. Pp. 1 - 4.
- De Biasi, M. 1970. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. Instituto de Geografia. Franca - SP, Brasil. 1:8 - 19.
- Eastman, J. R. 1998. Idrisi for Windows. Manual do usuário: introdução e exercícios tutoriais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS. Brasil. 240 p.
- Filadelfo Jr., W. S. 1999. Geoprocessamento aplicado ao estudo de ocupação do solo e de classes de declive. Tese de Mestrado. Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu - SP, Brasil. 112 p.
- França, G.V. 1963. A classificação de terras de acordo com sua capacidade de uso como base para um programa de conservação de solo. In.: CONGRESSO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 1, 1963, Campinas. Anais... São Paulo: Secretaria da Agricultura, Divisão Estadual de Máquinas Agrícolas. Pp. 399 - 408.
- Instituto Brasileiro de Geografia. 1973. Secretaria de Economia e Planejamento. Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Município de Botucatu. *Folhas: Botucatu, SF-22-R-IV-3*. São Paulo, Escala 1:50.000, 1973.
- Lepsch, I. F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; y Espíndola, C. R. 1983. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 175 p.
- Lepsch, I. F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; y Espíndola, C. R. 1991. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação ed. Campinas, Soc. Brasil. Ciência do Solo. Campinas - SP. Brasil. 175 p.

- Norton, E. A. 1940. Land classification as an aid in soil conservation operations in the classification of land. Agric. Exp. Station. Columbia, E.U. 334 p.
- Oliveira, J. B. de; Camargo, M. N. de; Rossi, M.; y Calderano Filho, B. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Botucatu – SP, Brasil. 64 p.
- Ribeiro, F. L. y Campos, S. 1999. Capacidade de uso da terra no alto Rio Pardo, Botucatu (SP), através do Sistema de Informação Geográfica. Energia na Agricultura. Botucatu – SP, Brasil. 14 (2):48 - 60.
- Zimback, C. R. y Rodrigues, R. M. 1993. Determinação da capacidade de uso das terras da Fazenda Experimental Botucatu. Universidade Estadual Paulista, Botucatu – SP, Brasil. 28 p.