

Suelos Con Alta Susceptibilidad A La Degradación Ocupados Por Beneficiarios De Políticas De Reforma Agraria En Brasil

High Susceptibility To Soil Degradation On Lands Used For Beneficiaries Of The Brazilian Agricultural Policies.

Vladio Correchel¹, Ronaldo Custodio de Oliveira Filho²,
Felipe Correa Veloso dos Santos³, Idelfonso Colares de Freitas⁴

Recibido: 15 de mayo de 2016

Aceptado: 20 de octubre de 2016

Resumen:

El uso de suelos con alta susceptibilidad a la degradación “suelos frágiles” como son los Quartzipsamments, por parte de comunidades de colonos sin conocimientos en actividades agrícolas generan impactos ambientales negativos tales como; deforestación, erosión, impactos directos en regulación hídrica y problemas de sedimentación. Sin embargo, cuando estos suelos son utilizados por colonos con conocimientos en producción agrícola, se puede promover el desarrollo de actividades económicas rentables y ambientalmente sostenibles, especialmente en el caso de sistemas agroforestales. No existe conciencia en las comunidades agrícolas respecto a la problemática de la erosión y en muchos casos priman las necesidades

-
- 1 Escuela de Agronomía, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. Email: vladiacorrechel@hotmail.com, autor correspondiente.
 - 2 Magister en Agronomía, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. rocf1983@gmail.com.
 - 3 Doctorando en Agronomía, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, Brasil. felipecv Santos@hotmail.com
 - 4 PhD en Agronomía, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Araguatins, TO, Brasil, idelfonsocolares@hotmail.com

inmediatas respecto a sistemas sostenibles y ambientalmente viables. Lo anterior hace que los esfuerzos para la restauración y manejo de estos suelos sea poco exitosa. La implementación de prácticas de conservación de suelos y tecnologías apropiadas a la vocación de uso del suelo pueden revertir esta tendencia.

Palabras Claves: suelos frágiles, reforma agraria, impacto ambiental, pasivos ambientales, aptitud del suelo

Abstract:

Generally, the occupation of fragile soils as the Quartzipsamments by settlers without profile to agricultural activity, resulting in various negative environmental impacts such as deforestation, erosion, reducing the number of springs and silting of watercourses. However, when these soils are used by settlers with profile for production, can promote the development of profitable economic activities for families, especially when using agroforestry. There is no coincidence between the erosion problematics and in most of cases the immediate needs are priority referring the sustainable and environmentally viable systems. Last aspects make unsuccessful the efforts to restore and manage those soils. Soil conservation practices and appropriate technologies depending on soil vocation can reverse this trend.

Key words: fragile soil, agrarian reform, environmental impacts, environmental liabilities, soil aptitude.

1. Introducción

De acuerdo con el Sistema Brasileño de Clasificación de Suelos el Quartzipsamments es el equivalente al Typic Entisoles Quartzipsamments ^[1]. Estos suelos se caracterizan por estar bien drenados, poseen horizontes A y C, con texturas arenosa a franco arenosa, con menos de un 15% de arcilla en todos los horizontes del perfil de suelo hasta una profundidad de 150 cm desde la superficie del suelo o hasta un contacto lítico. En la fracción gruesa y fina tiene ≥ 95 % de arenas cuarzosas y prácticamente ningún mineral primario alterable ^[2]. En Brasil ocupan una superficie de 1,246,899 km², equivalente al 14,57% del territorio brasileño. De esta superficie, el 54% corresponde a Litholic Neosols, 42% a Quartzarênicos y el 2%, entre Flúvico y Regolíticos ^[3]. Los Quartzipsamments ocupan el 15% de la región del Medio Oeste de Brasil, presenta serias limitaciones para su uso agrícola debido a sus condiciones texturales (arenosa) ^[4], baja fertilidad ^{[5], [6], [7], [8]}, baja capacidad de retención de humedad ^[9] y baja profundidad efectiva, lo cual es un limitante para su productividad agrícola ^[10]. Estos suelos presentan un porcentaje muy bajo de

partículas finas (tamaño limo, arcilla), lo cual afecta de manera directa la infiltración, conductividad hidráulica, adsorción, movimiento del agua, nutrientes, herbicidas, insecticidas y metales pesados al interior del perfil de suelo. Todos estos procesos están relacionados con la geometría y proporción de poros en el suelo afectados en gran medida por la distribución del tamaño de las partículas y la continuidad del sistema poroso [9], [11], [21], [22], [23].

El uso continuado de estos suelos bajo cultivos anuales puede llevar rápidamente a la degradación de estos suelos [8], [11]. Los problemas asociados al proceso de colonización en suelos frágiles (Quartzipsammments) para la zona del Cerrado brasileiro fueron estudiados por diversos investigadores [12] y [13].

En la década de 1980, fueron creados asentamientos agrícolas para responder a presiones localizadas, buscando con esto minimizar los conflictos asociados a la propiedad de la tierra. [14]. El problema de la ocupación de la tierra en los asentamientos rurales sin una planificación previa, en conjunto con unas condiciones precarias de la agricultura familiar han sido objeto de estudios ambientales y socioeconómicos en estas áreas. Es así, que se han analizado los impactos ambientales de la reforma agraria en el periodo de 1985 a 2001 en Brasil [15], encontrando que la mayoría de los asentamientos agrícolas objeto de la reforma agraria en Brasil se han establecido en zonas bajo bosque natural no intervenido, o muy cerca de ellas. Por lo tanto, se espera que los impactos ambientales negativos sean mayores, así como la degradación de los suelos y demás recursos naturales [16].

En los proyectos de reforma agraria la implementación de estrategias de desarrollo sostenible depende en primera instancia del potencial agrícola de la tierra, la organización política y educativa de los colonos, y la habilidad para interactuar con el gobierno y demás organizaciones no gubernamentales [17]. Pese a lo anterior, los estudios demuestran que el proceso de reforma agraria sigue siendo deficiente en varias regiones de Brasil [5], [6], [16], [17]. En el caso de la región del Medio Oeste de Brasil tiene una presencia significativa de Quartzipsammments [8], sólo en el estado de Goiás se cuentan 300 asentamientos rurales producto de la reforma agraria, con más de 13.218 familias establecidas en un área de 706,477 hectáreas (54 ha por familia aprox). El perfil del agricultor que tiene su finca sobre suelos arenosos es muy importante, ya que la inadecuada gestión del recurso suelo pueden dar lugar a:

- i) Deforestación producto de la venta de madera, con el consiguiente abandono de la tierra ^[12].
- ii) Sobrepastoreo excediendo la capacidad de carga del suelo, lo que resulta en la disminución de forraje y mayor riesgo de erosión hídrica ^{[5],[6]}.
- iii) Aumento en el número de aparceros lo cual va en contravía con el propósito de la reforma agraria, lo cual trae como consecuencia la venta de lotes ^[17].

Algunos investigadores han realizado estudios bajo diferentes sistemas de manejo en la zona, observando que algunos agricultores han aprendido a manejar la cubierta vegetal de forma correcta, permitiendo que los Quartzipsamments puedan ser utilizados en labores agrícolas y de silvicultura ^{[18],[19],[20]}, estos últimos han sido los sistemas más exitosos en cuanto a la prevención de la degradación del suelo ^[11]. En este estudio se muestra el efecto de las políticas de reforma agraria en cuanto los modelos de explotación agrícola establecidos por los colonos, y su efecto sobre los suelos arenosos “frágiles” del Medio Oeste brasileño, considerando los resultados obtenidos por otros autores ^{[5]y[19]}.

2. Materiales y Métodos

La información utilizada en este trabajo de investigación, es fruto del trabajo de los integrantes del grupo de investigación “Física aplicada a la conservación del suelo” del Laboratorio de Física de Suelo (LFS), Facultad de Agronomía (EA) de la Universidad Federal de Goiás (UFG). Para este estudio se seleccionaron dos Quartzipsamments (RQo) con condiciones físico químicas similares, situados en las ciudades de Baliza - Estado de Goiás (GO) y Esperantina - Estado de Tocantins (TO) en predios bajo reforma agraria en el Medio Oeste de Brasil. El asentamiento en Baliza, GO ha sido estudiado por diferentes autores en periodos espacio temporales diferentes ^{[5],[19]}. Sin embargo, hay que resaltar que ambos asentamientos son similares en cuanto a vocación del suelo. En Baliza se han realizado evaluaciones de procesos de recuperación con pastos de suelos degradados por la erosión durante el periodo 2006-2008 ^[5]. Dadas las grandes dimensiones de este asentamiento se identificaron 8 unidades familiares afectadas por un mismo fenómeno erosivo. Como agente denominador se tiene un bajo nivel de educación e ingresos

familiares, repercutiendo en el sobrepastoreo producto del arrendamiento de los lotes bajo pastura a los agricultores de la región. En Esperantina, TO se analizaron las propiedades del suelo bajo condiciones de agrosistemas bajo condiciones de mayor conocimiento agrícola ^[19].

2.1 Baliza/GO

Allí se encuentra el asentamiento Oziel Alves Pereira, el cual es el asentamiento más grande en el estado de Goiás, con 552 familias, la mayoría de los cuales no tienen vocación agrícola [24]. Se encuentra en el punto de coordenadas 16 30 '36" S y 52 22 '33" W. Este sitio tiene un área de 46,596 hectáreas, el 7,3% son RQo, a una altura de 577 m.s.n.m, en condiciones de clima lluvioso tropical tipo Aw (Koppen), con lluvias concentradas en verano (octubre hasta abril), y una estación seca de mayo a septiembre, la precipitación media anual es de 1,450mm. La principal actividad económica es la cría de ganado, con la mayoría de los suelos bajo pastos en proceso de erosión, producto del pisoteo del ganado, y el mal manejo de las pasturas en condiciones inadecuadas de explotación.

En este asentamiento se hizo un acuerdo con el Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA), la Fundación para el Apoyo a la Investigación (FUNAPE) y la Universidad Federal de Goiás (UFG) con el objetivo de iniciar un proceso de sensibilización de los pobladores. Este proceso tiene como ejes fundamentales la preservación del medio ambiente y el uso racional de los recursos locales, a través de cursos de formación en protección del medio ambiente, utilización de frutas nativas del Cerrado, producción de plántulas nativas y agroecología (ver Figura 1).

Mediante estas actividades se busca que los pobladores tomen conciencia acerca de los impactos ambientales y sociales asociados a la ocupación de la tierra. Posteriormente, se inició el proceso de estabilización de una zona de cárcavas mediante la siembra de *Brachiaria brizantha*, utilizando como material de relleno llantas de desecho. En este sitio los agricultores tienen un bajo nivel tecnológico "Nivel A" ^[10], o caracterizado por la implementación de prácticas agrícolas rudimentarias. Las cárcavas se presentan en las zonas de alimentación y tránsito del ganado y se caracterizan por la concentración de agua de escorrentía a lo largo de la pendiente (Figura 2).

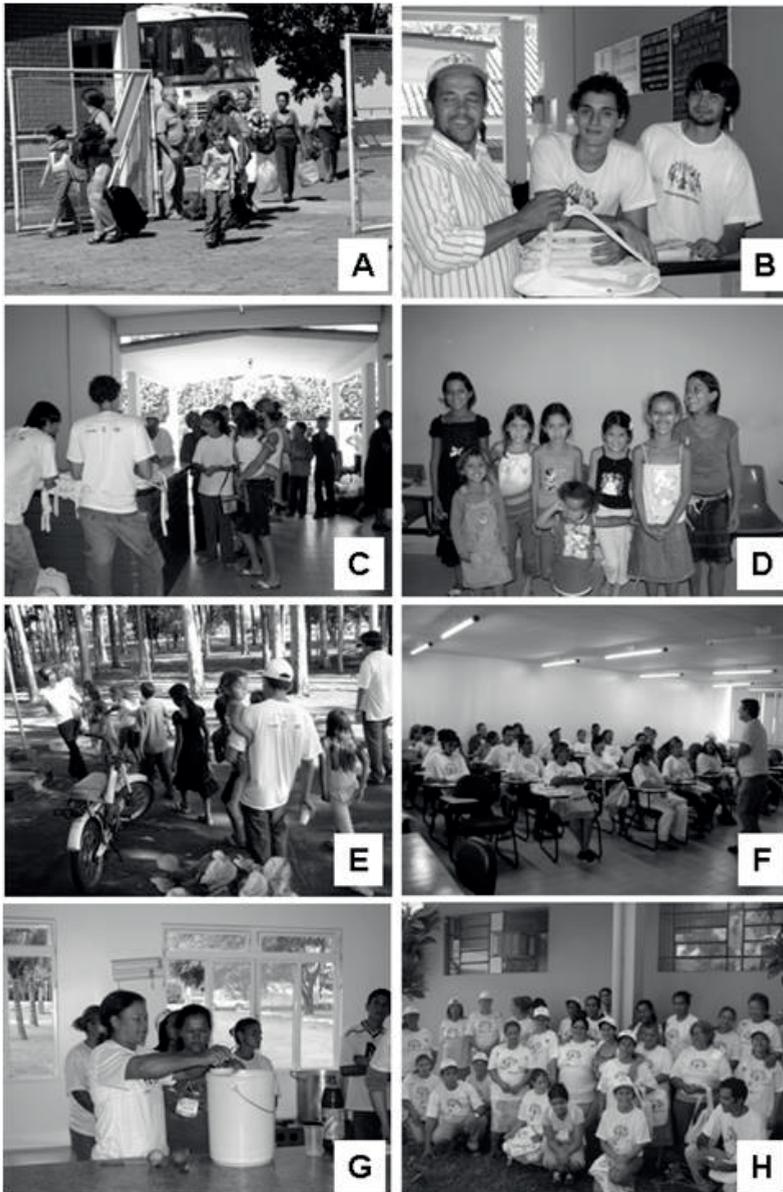


FIGURA 1. TALLER DE APROVECHAMIENTO DE FRUTOS DEL CERRADO. (A) INSTALACIÓN DEL CURSO, (B) RECEPCIÓN DE LOS PARTICIPANTES, (C) REGISTRO Y DISTRIBUCIÓN DE KITS. (D) HIJOS DE LAS DIFERENTES FAMILIAS QUE PARTICIPARON DEL CURSO (E) SESIONES DE ENTRETENIMIENTO Y SOCIALIZACIÓN, (F) CONFERENCIAS (G) PRÁCTICAS E IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS, (H) GRUPO DE PARTICIPANTES EN LA CAPACITACIÓN.

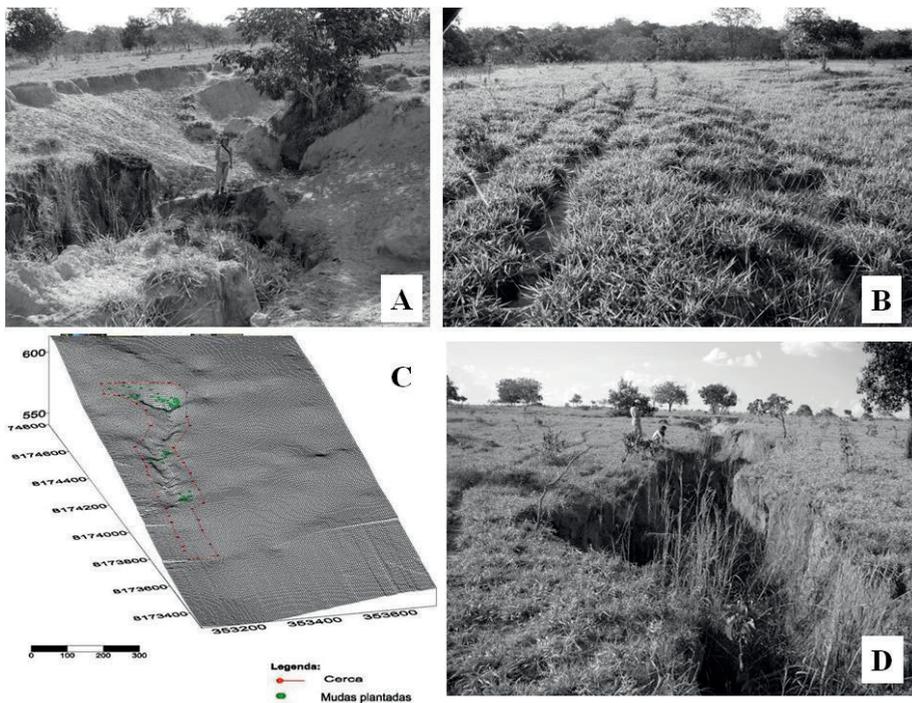


FIGURA 2. (A) IMAGEN PARCIAL DE LA CABECERA DEL BARRANCO, (B) SIEMBRA DE PASTOS EN RQO PARA LA RECUPERACIÓN DE CÁRCAVAS, (C) MAPA TOPOGRÁFICO MUESTRA CERCA DE AISLAMIENTO EN LOS ALREDEDORES DE UNA CÁRCAVA, (D) ZONA ALEDAÑA A UNA CÁRCAVA.

Del año 2007 al 2009 se han implementado prácticas de conservación de suelos como el aislamiento de pastizales en zonas degradadas (cárcavas) evitando que el ganado entre en la zona, en las zonas aledañas se han construido tanques para el almacenamiento de agua para riego, así mismo se han diseñado estructuras de contención para aguas lluvias que al mismo tiempo cumplen la función de trampas de sedimentos, las pendientes se suavizan para proporcionar una mayor estabilidad y facilitar la revegetación. Para la conducción del agua se construyeron sistemas de drenaje con piedras cubiertas por filtros de tela, instalando un sistema de tubos para permitir el monitoreo químico del agua de escorrentía en busca de metales pesados asociados a las llantas enterradas.

En diciembre del 2007 se hizo el llenado de otra cárcava con llantas, rocas y tierra de las laderas cercanas, posteriormente se inició la siembra dentro y

fuera del área intervenida, utilizando especies arbóreas, semillas de hierbas y leguminosas en la cabecera de las cárcavas. En los alrededores de las cárcavas y en el área de aislamiento se plantaron 5.800 plantas de especies de árboles frutales nativos, exóticos y eucaliptos, todo con el fin de proteger el suelo y proporcionar a los agricultores una fuente de ingresos a futuro que compense las pérdidas producto de la reducción de las zonas de pastoreo. Se realizaron prácticas de encalados en el período de julio a diciembre de 2008 con cal dolomítica, para las especies de árboles la fertilización se realizó al momento de la plantación.

2.2 Esperantina/TO

Allí se encuentra el asentamiento Tobasa en las coordenadas 22 5' 02" S, 48 35' 57" W, con una altitud de 90 m.s.n.m, con una precipitación media anual de 1.500 mm, y una temperatura media de 28,5°C. El clima Aw (Köppen) con seis meses de la temporada de lluvias (diciembre hasta mayo) y seis meses de estación seca (junio a noviembre). Y suelos tipo RQo. Los usos del suelo para la unidad productiva objeto de estudio se dividen en cuatro unidades fundamentales a saber:

- i) Sistema agroforestal (SAF) el cual se comenzó a implementar a partir de 1989 en un amplio territorio de la zona de estudio, pasando a ser un representante importante de los sistemas de agroforestería, con más de sesenta especies cultivadas en asocio con cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) el principal cultivo de importancia económica en el sistema, seguido por el bacuri (*Platonia insignis*).
- ii) El pasto (P) viene siendo cultivado desde 1989, consiste en una combinación entre pasto (*Brachiaria plantaginea*), y unidades de agroforestería para un total de 29 hectáreas.
- iii) Campo bajo condiciones de rotación de cultivos (RT) corte y quema, se caracterizan por la eliminación total del bosque nativo (quemado en el año 2009), estas zonas se utilizan para el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), maíz (*Zea mays*), frijol (*Vigna unguiculata*), yuca (*Manihot esculenta*) hasta mayo de 2010, se mantuvo en barbecho hasta la fecha (2015).
- iv) Bosque natural situado junto a los campos bajo rotación de cultivos, hasta el momento del muestreo no hay registro de mecanización o uso de fertilizantes solubles para los sistemas estudiados (Figura 3).



FIGURA 3. DIFERENTES SISTEMAS DE USO Y MANEJO DE SUELOS RQO EN ESPERANTINA, TO. (A) BOSQUE NATURAL (B) CAMPO BAJO SISTEMA DE ROTACIÓN DE CULTIVO (CORTE Y QUEMA), (C) PASTO (D) SISTEMA AGROFORESTAL (ADAPTADO DE FREITAS ^[19]).

En este artículo se muestran sólo los resultados asociados a los datos colectados para las cárcavas, información adicional acerca de los diferentes sistemas productivos y demás información asociada puede ser consultada en las fuentes de referencia.

2.3 Toma de muestras

En Baliza, GO, realizó la descripción morfológica de los suelos RQo, en un perfil descrito en los bordes y hacia la base de las cárcavas utilizando el procedimiento e información morfológica procedente de diferentes estudios ^[5] ^[19] ^[25]. En los horizontes descritos se realizó la recolección de las muestras conservando su estructura ^[5] ^[19]. Las muestras tamizadas se utilizaron en los análisis texturales, fertilidad, densidad de partículas para determinar los índices K_i y K_r , mediante muestras no disturbadas se realizaron los análisis de

estabilidad estructural. Se utilizaron cilindros metálicos para determinar la densidad aparente del suelo y la porosidad, la clasificación de suelos se realizó de acuerdo con el Sistema Brasileño de Clasificación de Suelos [2]. Otras muestras y análisis de suelos fueron analizados de acuerdo con metodologías implementadas en estudios anteriores [5], [19], [26].

2.4 Análisis de laboratorio

Las muestras de suelo para ambos Quartzipsamments se analizaron en el Laboratorio de Física de Suelos (LFS) de la Facultad de Agronomía (EA) de la UFG en Goiânia, GO, Brasil. Los análisis granulométricos se realizaron por el método del hidrómetro Bouyoucos con y sin el uso de productos químicos dispersantes para calcular el grado de floculación del suelo. Para la elaboración de la curva de distribución de tamaño de partículas la fracción de arena se separó en fracciones de arena muy gruesa (2-1 mm), arena gruesa (1-0,5 mm), arena media (0,5-0,25 mm), arena fina (0,25-0,1 mm), arena muy fina (0,1-0,05 mm) por tamizado en seco manual, las fracciones limo (0,05-0,002 mm) y arcilla (> 0.002 mm) mediante sedimentación [5]. Para las muestras tomadas en los agroecosistemas se separaron las arenas en los 5 tamaños de partícula especificados con anterioridad [19]. Para las muestras tomadas en las cárcavas solo se consideró la separación en tamaño arena gruesa y fina. En este trabajo además de las fracciones arena muy fina, arena fina y arena media [5] se añadieron los tamaños arena gruesa y demás fracciones para completar la muestra. Adicionalmente se determinó la densidad de partículas por el método del matraz volumétrico, indicadores de estabilidad estructural (DMP - diámetro medio ponderado, DMG - diámetro medio geométrico) [27] [28], la densidad aparente y el volumen total de poros, análisis químicos para fertilidad del suelo y relaciones moleculares. Con la excepción de cálculo de índices de estabilidad estructural, todas las pruebas de laboratorio siguieron los procedimientos estándar [29].

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se muestran los niveles medios para las características físico-químicas de Quartzipsamments (RQo) en el Baliza, GO, y en Esperantina, TO, Medio Oeste de Brasil [5] [19]. Para los horizontes estudiados en los dos sitios puede observarse que ambos exhiben el mismo grado de meteorización asociado a semejanzas en los valores de K_i y K_r , proporción de óxidos presentes en los horizontes descritos, valores de densidad aparente (D_s) y condiciones texturales similares para todos los horizontes.

TABLA 1. VALORES PROMEDIO PARA LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS EN SUELOS DE BALIZA (GO) Y ESPERANTINA (TO) BAJO CONDICIONES DE PASTOS.

Indicadores físicos de calidad de Quartzipsamments																			
Horizonte	Z*	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Ki	Kr	Dp	Ds	Argi-la	Silte	AT	AG	AF	GF	PT	DMP	DMG	
	cm	%		%		%		g cm ⁻³		g kg ⁻¹		g kg ⁻¹		%		mm			
Baliza, GO																			
A	0-30	3,6	0,60	6,0	0,14	1,02	0,96	2,61	1,47	160	60	780	277	503	56	44	2,70	2,54	
AC	30-50/57	4,0	0,64	7,1	0,20	0,96	0,91	2,60	1,46	195	60	745	262	483	74	44	2,74	2,26	
C	50/57+	4,8	0,70	8,0	0,21	1,02	0,97	2,59	1,48	210	65	725	231	494	83	43	2,43	2,02	
Promedio		4,1	0,65	7,0	0,18	1,00	0,95	2,60	1,47	188	62	750	257	493	71	44	2,62	2,27	
Esperantina, TO																			
Ap	0-20	3,6	0,60	6,0	0,14	1,02	0,96	2,52	1,52	90	50	860	312	548	56	40	2,52	2,15	
AC	20-45	4,0	0,64	7,1	0,20	0,96	0,91	2,58	1,50	91	30	879	335	544	56	42	2,18	1,66	
CA	45-90	4,2	0,75	7,2	0,24	0,99	0,93	2,61	1,53	69	40	891	347	544	43	42	-	-	
C	90+	4,8	0,70	8,0	0,21	1,02	0,97	2,65	1,60	90	30	880	356	524	22	39	-	-	
Promedio		4,1	0,67	7,1	0,20	1,00	0,94	2,59	1,54	85	38	878	338	540	44	41	2,35	1,91	
Indicadores de calidad química de Quartzipsamments																			
Horizonte	Z*	pH	CaCl ₂	MO	P Mel	Ca	Mg	K	V	H+Al									
	cm		%	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	%	%	%	cmolc dm ⁻³										

CONTINUACIÓN TABLA 1. VALORES PROMEDIO PARA LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS EN SUELOS DE BALIZA (GO) Y ESPERANTINA (TO) BAJO CONDICIONES DE PASTOS.

		Indicadores físicos de calidad de Quartzipsamments									
		Baliza, GO									
A	0-30	4,00	1,40	0,30	0,002	0,001	0,101	7,80	5,90		
AC	30-50/57	4,00	0,65	0,30	0,002	0,001	0,091	9,75	4,55		
C	50/57+	4,05	0,50	0,30	0,002	0,001	0,087	12,90	3,30		
Promedio		4,02	0,85	0,30	0,002	0,001	0,093	10,15	4,58		
Esperantina, TO											
		H2O	KCl								
Ap	0-20	5,00	4,20	2,57	0,80	0,300	0,100	0,070	4,96	9,00	
AC	20-45	5,00	4,40	1,22	0,60	0,300	0,100	0,070	6,65	6,60	
CA	45-90	4,90	4,40	0,27	0,30	0,300	0,100	0,070	10,75	3,90	
C	90+	4,30	4,30	0,13	1,70	0,300	0,100	0,070	15,82	2,50	
Promedio		4,80	4,33	1,05	0,85	0,300	0,100	0,070	9,55	5,50	

*Z = PROFUNDIDAD; Ki = $[(\%SiO_2 \times 1,70)/(\%Al_2O_3)]$; KR = $[(\%SiO_2/0,60)/(\%Al_2O_3/1,02)] + (\%Fe_2O_3/1,60)$; DP= DENSIDAD DE PARTICULAS; DS = DENSIDAD APARENTE; AT = ARENA TOTAL; AG = ARENA GRUESA; AF = ARENA FINA; PT = POROSIDAD TOTAL; DMP = DIÁMETRO PROMEDIO E DMG = DIÁMETRO MEDIO GEOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS DEL SUELO.

En cuanto al contenido de materia orgánica (MO) en el suelo, los valores medios para los horizontes superiores (Hz A) para los diferentes usos del suelo incluyendo pastos en Baliza son 1,84 veces más altos que en Esperantina. Para el caso de los horizontes AC los contenidos medios de MO son 1,87 veces más altos en Esperantina respecto a lo reportado para Baliza. El porcentaje de arena total (AT) en el suelo de Baliza es menor en comparación a los valores para Esperantina. El contenido promedio de AT, limo (L) y Arcilla (Ar) son de 75%, 6,2%, 18,8% para Baliza y 87,8%, 3,8% y 8,4% en Esperantina. Este último a pesar de tener una mayor proporción de AT, los porcentajes de arena fina son menores respecto a Baliza. Al observar el grado de floculación del suelo en ambos sitios el comportamiento es similar en los primeros 20 cm del perfil, variando considerablemente en profundidad. Estas diferencias en tamaño de partículas favorecen las condiciones de retención de agua en el suelo [9], [18], [21], así como mejores condiciones de agregación asociadas a las condiciones de floculación, incluso en condiciones de un menor contenido de materia orgánica (Tabla 1). Dentro de las problemáticas mas comunes en las zonas sometidas a recuperación en Baliza se tiene el corte y remoción de cerca de aislamiento de la zona de intervención (Figura 4), de 1500 plantas de eucalipto sembradas solo sobrevivieron 45 (el restante fue cortado para su uso), las tuberías de conducción de aguas en las zonas de pastos han sido sustraídas [5] [24]

La falta de conocimiento, desinterés, fondos insuficientes, necesidad de ganancia inmediata son la causa principal que los colonos realicen prácticas agrícolas inadecuadas [12], dando lugar a la tala indiscriminada para la venta de madera y posteriormente a una ganadería intensiva resultando en aumento de los procesos erosivos [8]. Estos procesos de degradación pueden controlarse de manera eficiente con bajo costo mediante la utilización de la mano de obra existente, utilizando materiales alternativos conocidos por los agricultores [30]. Los pobladores zona intervenida en Baliza (GO), participaron en todas las etapas de diagnóstico, planificación, ejecución y seguimiento de las acciones de restauración de suelos ante los procesos de intervención antrópica. Con un total de 4km² de área cercada, en la cual se realizó la preparación del suelo y la plantación de 1000 plantas de Melisa (*Melissa officinalis*), 2000 plántulas de Citronela (*Cymbopogum Mardus*), 1300 plántulas de especies de árboles frutales de Pequi (*Brasilia Caryocar*), Barú (*Dipteryx alata*), Guayaba

(*Psidium guajava*), Mango (*Mangifera indica* L.), Mangaba (*Hancornia speciosa*) y Cajuzinho (*Anacardium humile*), 1500 plántulas de Eucalipto (*Eucalyptus* ssp.).

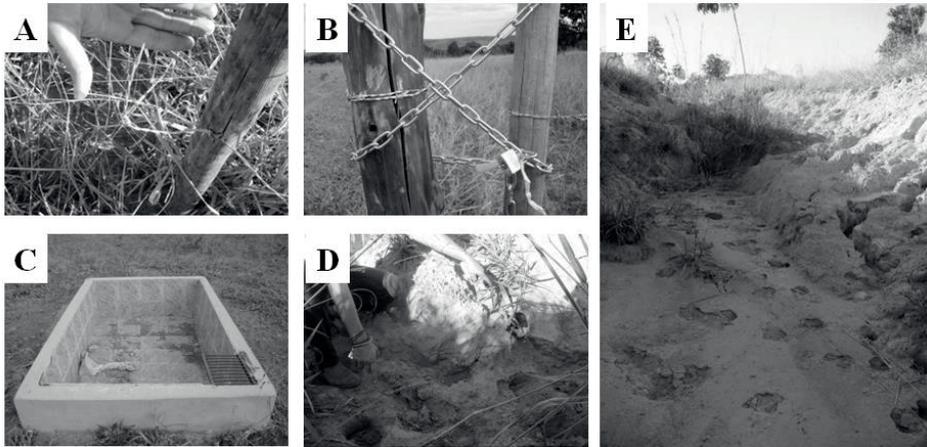


FIGURA 4. ZONA BAJO SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE LA EROSIÓN EN PASTO PARA EL ASENTAMIENTO DE BALIZA (GO), SEPTIEMBRE DE 2008. (A Y B) ALAMBRADOS DE AISLAMIENTO CORTADOS, (C) TANQUES DE RIEGO INUTILIZADOS POR ROBO DE TUBERÍAS PARA CONDUCCIÓN DE AGUA, (D Y E) ZONA DE RECUPERACIÓN AFECTADA POR SOBREPASTOREO PRODUCTO DE ELIMINACIÓN DE LA CERCA DE AISLAMIENTO Y LA FALTA DE AGUA DE RIEGO EN EL PASTO [24].

Pese a los esfuerzos de recuperación, los pobladores de estas áreas en proceso de restauración ante procesos fuertes de erosión en condiciones de suelos frágiles no son conscientes de la gravedad del problema, y no muestran ningún tipo de vocación agrícola, como lo evidencia, la desaparición de las tuberías de conducción de agua, eliminación de los cercos y el posterior sobre pastoreo de las zonas intervenidas. Con lo cual se truncó la iniciativa de recuperación de la zona, bajo un modelo de producción de frutas que podría haber sido una fuente de ingresos en el mediano y largo plazo, evitando al mismo tiempo el efecto directo asociado al tránsito de los animales dentro de la zona de recuperación.

En el asentamiento Araguaia Valley, Baliza, GO, región dominada por suelos arenosos tipo Quartzipsamments, el uso inadecuado de la tierra sin tener en cuenta su verdadera vocación ha dado lugar a un proceso intensivo degradación del suelo [6]. Este asentamiento a pesar de tener algunas áreas de con-

servación no cumple con los requerimientos establecidos por la ley, ya que las zonas protegidas ocupan un área menor a la establecida por la legislación brasileña [31], existen más de 16 asentamientos en una situación similar de explotación intensiva, áreas de protección insuficientes y un potencial agrícola muy bajo [10]. Estas zonas no son recomendables para su uso en producción agrícola, especialmente si no se cuenta con los recursos financieros y tecnológicos suficientes para producir bajo criterios de sostenibilidad agrícola y ambiental [23][32][33]. Los procesos de erosión y degradación en Baliza están altamente influenciados por las condiciones de uso y manejo del suelo, el cual dadas sus condiciones físico-químicas no es apto para el sistema de explotación implementado en la actualmente [5], resultados similares son reportados para asentamientos agrícolas en el sur de Brasil [16]. El área de intervención ha mostrado signos evidentes de recuperación en algunos sectores (Figura 5), especialmente en el área de aislamiento gracias a la plantación especies arbóreas, gramíneas y leguminosas, obras de adecuación de pendientes y el uso de neumáticos que regulan los flujos de agua, aumentan la retención de sedimentos, semillas, y materiales orgánicos asociados a los sedimentos transportados por la escorrentía [5]

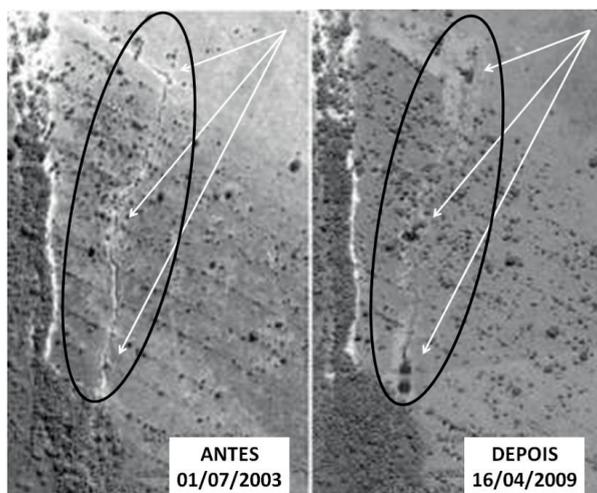


FIGURA 5. ZONA ANTES Y DESPUÉS DE INTERVENCIÓN DE VALLADO CON SIEMBRA DE ESPECIES ARBÓREAS, PASTOS, LEGUMINOSAS Y RECUPERACIÓN DE CÁRCAVAS EN BALIZA, GO [5].

Para Esperantina el único cultivo es el pasto el cual vienen luego de un proceso de tala, quema e implementación de cultivos de pan coger con el fin de aprovechar los residuos de la quema como fertilizante, después de unos pocos ciclos de cultivo se siembra el forraje, este modelo de gestión explica en aparte los niveles medios de bases intercambiables en el suelo, siendo mayor el contenido de MO en suelos bajo agroforestería ^{[19][26]}. Este modelo tiene su etapa de declive cuando bajo cobertura de pastos en condiciones de sobre pastoreo se ejerce tal presión sobre el sistema de producción que culmina con la disminución del número de animales por unidad de área.

En el caso de la agroforestería la implementación de bancos de semillas hace posible la implementación de sistemas de producción silvícola con gran diversidad de especies que generan ingresos, como son el Cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) y Bacuri (*Platonia insignis*), las cuales pasan a ser la principal actividad económica de la región. Una buena administración de este sistema productivo (agroforestería) por parte del agricultor, en condiciones de suelos arenosos tipo Quartzipsamments puede revertir en el mejoramiento de las condiciones del suelo permitiendo su uso sostenible ^{[19][20],[26][34][35][36][37][38]}. Estudios de mesofauna del suelo sobre un Quartzipsamment del Esen Dourados, MS en Brasil comparando sistemas de producción bajo pastura, agroforestería y bosque natural del Cerrado no intervenido, mostro una mayor biodiversidad y calidad biológica para agroforestería respecto a los demás usos estudiados, encontrando los valores más bajos en pasto ^[20]. Estos suelos tienen una baja capacidad de intercambio catiónico asociada al bajo contenido de minerales finos tipo limo y arcilla ^{[4][39]}, esto crea una alta dependencia de la materia orgánica del suelo ^{[11][23]}. Para Esperantina-Brasil la regeneración de la vegetación nativa en zonas bajo pasto repercute en una mayor diversidad. Estudios de distribución de tamaños de poros y calidad carbono orgánico del suelo en pastos vs agroforestería mostraron un mejor comportamiento en condiciones de sistemas agroforestales tanto en la estación seca y como en la lluviosa ^[19]. Para la región del medio oeste brasilero en zonas con tierras adjudicadas por políticas de reforma agraria, debe considerarse la ocurrencia de suelos fragiles “Quartzipsamments” como una limitante para la explotación agrícola de estos suelos, dada su alta fragilidad a condiciones de uso y manejo especialmente en condiciones de un bajo nivel tecnológico, lo cual da lugar a la ocurrencia de procesos erosivos fuertes con el consecuente deterioro del recurso suelo ^[5] y

[19]. Sin embargo, la adopción de prácticas de conservación de suelos y tecnologías apropiadas a la vocación de uso del suelo pueden revertir estas tendencias, incluso al nivel de un agricultor que desarrolla su actividad agrícola de una manera rudimentaria, de forma precaria y con recursos limitados.

4. Referencias

- [1] D.S. Fanning and M.C.B. Fanning. Soil Morphology, Genesis and Classification, John Wiley & Sons, United States of America, 395 p, 1989.
- [2] EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 306 p, 2006.
- [3] IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Mapa de solos do Brasil, escala 1:5.000.000, 2001.
- [4] H. Prado. Pedologia fácil: Aplicações na agricultura, Piracicaba. 145 p, 2008.
- [5] R. de O. Custódio Filho. Recuperação e monitoramento de voçoroca em Neossolo Quartzarênico no município de Baliza, GO, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 98 p, 2011.
- [6] S.P. Carvalho, G.A. Ferreira, J.O.B. Marin, F. Vargas, A.F.C.F. Belo and D. de C. Mendonça. Reforma agrária: a realidade de um assentamento rural, Campo-Território: Rev. de Geografia Agrária, vol. 4, n. 8, pp. 67-97, 2009.
- [7] H.M. de P. Santana, M.P.C. Lacerda, M.A. Barros and I.O. Barbosa. Unidades pedoambientais da Região de Santa Tereza, Estado do Tocantins, Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, vol. 40, n. 1, pp. 8-19, 2010.
- [8] M.R. Coelho, H.G. Santos, E.F. Silva and M.L.D. Aglio. O Recurso Natural Solo, Uso Agrícola dos Solos Brasileiros, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, pp. 1-12, 2002.
- [9] R.B.V., Parahyba, A.P. Leite, M.B.O. 2008. Neto and J.C.P. Santos, Hidropedologia, in Avaliação detalhada do Potencial de Terras para Irrigação nas Áreas de Reassentamento de Colonos do Projeto Jusante - área 3, Glória, BA, UEP/NE, Embrapa Solos.
- [10] A. Ramalho Filho and K.J. Beek. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras, 3.ed., EMBRAPA-CNPS, Rio de Janeiro, 65p, 1995.
- [11] L.E.O. Sales, M.A.C. Carneiro, E.C. Severiano, G.C. Oliveira and M.M. Ferreira. Qualidade física de Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso agrícola, Ciência e Agrotecnologia, Lavras, vol. 34, pp. 667-674, 2010.
- [12] D.M. Peixinho, I. Scopel, and M.S. Sousa. 2010. O homem e a terra: o uso e a ocupação de Neossolos Quartzarênicos (RQ) em Serranópolis-GO, Brasil, VI Seminário Latino Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero Americano de Geografia Física, Universidade de Coimbra, ... Anais, Maio de pp. 200-209, 2010.

- [13] X. Zuo, H. Zhao, X. Zhao, T. Zhang, Y. Guo, S. Wang and S. Drake. Spatial pattern and heterogeneity of soil properties in sand dunes under grazing and restoration in Horqin Sandy Land, Northern China, *Soil & Till. Res.*, Amsterdam, vol.99, n.2, pp.202-212, 2008.
- [14] E. B. da Silva, R.E. Nogueira and A.A.A. Uberti. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando sistemas de informações geográficas. *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 34, pp. 1977-1990, 2010.
- [15] J. A. Van de Steeg; G. Sparovek, S.B.L. Ranieri, R.F. Maule, M. Cooper, D. Dourado Neto and M.C. Alves. Environmental impact of the brazilian agrarian reform process from 1985 to 2001, *Sci. Agric.*, Piracicaba, vol. 63, n.2, pp.176-183, 2006.
- [16] V. Capoane and D. R. dos Santos. Análise qualitativa do uso e ocupação da terra no assentamento Alvorada, Júlio de Castilhos – Rio Grande do Sul, *Rev. NERA*, Presidente Prudente, vol. 15, n. 20, pp. 193-205, 2012.
- [17] J.L.N. Soares and C.R. Espindola. Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável, *Rev. NERA*, Presidente Prudente, vol. 11, n. 12, pp. 108-116, 2008.
- [18] H.M. de P. Santana, E.E. Sano, M.P. de Oliveira Júnior, M.P.C. Lacerda and J.V. Malaquias. Relação entre atributos físicos e químicos dos solos e a produtividade de Capim dourado na Região do Jalapão, TO, *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 39, pp. 1172-1180, 2015.
- [19] I.C. de Freitas. Atributos de um Neossolo Quartzarênico da Pré-Amazônia sob agroecossistemas de produção familiar, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 83p, 2013.
- [20] D.M. Heid, O. Daniel, D.F. Glaeser, A.C.T. Vitoriono and M.P. Padovan. 2012. Edaphic mesofauna of land use systems in two soils in the State of Mato Grosso do Sul, *Rev. Cienc. Agrar.*, vol. 55, n. 1, pp. 17-25.
- [21] J.B. Oliveira. *Pedologia Aplicada*, FEALQ, 592 p, 2008.
- [22] E. D. Souza, M.A.C. Carneiro, H.B. Paulino, C.A. Silva and S. Buzetti. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo Quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo, *Acta Sci. Agron.*, Maringá, vol. 28, n. 3, pp. 305-31, 2006.
- [23] J.B. Correia, et al., Solo e suas relações com o uso e o manejo, Cerrado: correção do solo e adubação, Embrapa, Brasília, pp. 29-61, 2004.
- [24] V. Correchel. Educação ambiental e estabilização de uma voçoroca do lote 536 no assentamento Oziel Alves Pereira em Baliza, GO, Relatório Final Convênio INCRA/FUNAPE/UFG, CRT/GO/34.000/01, Goiânia, 38 p, 2008.
- [25] R.D. Santos, R.C. Lemos, H.G. Santos, J.C. Ker and L.H.C. Anjos. Manual de descrição e coleta de solo no campo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 92 p, 2005.
- [26] I.C. de Freitas, F. C.V. dos Santos, R. de O. Custódio Filho, N. R. da A. Silva and V. Correchel. Resistência à penetração em Neossolo Quartzarênico submetido a dife-

- rentes formas de manejo, *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, Campina Grande, vol.16, n.12, pp.1275–1281, 2012.
- [27] W.D. Kemper and R.C. Rosenau. Aggregate stability and size distribution, in *Methods of Soil Analysis: Part I. Physical and Mineralogical Methods*, American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, pp. 425-442, 1986.
- [28] C. Castro Filho, O. Muzilli and A.L. Podanoschi. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distroférico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo de amostras, *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 22, n. 3, pp. 527-538, 1998.
- [29] EMBRAPA, Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. *Manual de Métodos de Análise de Solo*, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. 212 p, 1997.
- [30] L.R. Machado, E.F.C. Campello, A.S. Resende, C.E.G. Menezes, C.M. Souza and A.A. Franco. Recuperação de voçorocas em áreas rurais, *Embrapa Agrobiologia*, Rio de Janeiro, 2006.
- [31] PBAVA, Projeto Básico Assentamento Vale do Araguaia, Superintendência do INCRA de Goiás, 2005.
- [32] F.J.B. de Albuquerque, J.A.P. de M. Coelho and T.C. Vasconcelos. As políticas públicas e os projetos de assentamento, *Estud. Psicol.*, Natal, vol.9, n.1, 2004.
- [33] C.V. Manzatto. *Uso agrícola dos solos brasileiros*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 2002.
- [34] A. da C. Junqueira, M.N. Schindwein, J.C. Canuto, H.G. Nobre and T. de J.M. Souza. Sistemas agroflorestais e mudanças na qualidade do solo em assentamento de reforma agrária, *Rev. Bras. de Agroecologia*, vol. 8, n. 1, pp. 102-115, 2013.
- [35] J.M.T. Menezes, J.V. Leeuwen, S.V. Valeri, M.C.P. Cruz and R.C. Leandro. Comparação entre solos sob uso agroflorestal e em florestas remanescentes adjacentes, no norte de Rondônia, *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 32, n. 2, pp. 893-898, 2008.
- [36] S.S. Lima, L.F.C. Leite, F.C. Oliveira and D.B. Costa. Atributos químicos e estoque de carbono e nitrogênio em Argissolo Vermelho-Amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí, *Rev. Árvore*, Viçosa, vol. 35, n. 1, pp. 51-60, 2011.
- [37] B.F. Iwata, L.F.C. Leite, A.S.F. Araújo, L.A.P.L. Nunes, C. Gehring and L.P. Campos. Sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre os atributos químicos em Argissolo Vermelho-Amarelo do Cerrado piauiense, *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, Campina Grande, vol. 16, n. 7, pp. 730-738, 2012.
- [38] A.C.F. Aguiar, I.C. Freitas, C.S. Carvalho, P.H.M. Monroe and E.G. Moura. Efficiency of an agrosystem designed for family farming in the pre-Amazon region, *Renew. Agric. and Food Systems*, Cambridge, vol. 26, n. 1, pp. 24-30, 2010.
- [39] M.A.C. Carneiro, E.D. Souza, E.F. Reis, H.S. Pereira and W.R. Azevedo. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo, *Rev. Bras. Ci. Solo*, Viçosa, vol. 33, n. 1, pp. 147-157, 2009