



Diagnóstico da qualidade do solo sob cultivo de pêsego em agroecossistemas de base familiar

Paula, Betania V.^{1,2}; Ana C.R. Lima¹; Helvio D. Casalinho¹; Rafael B. Buss¹; Ronaldo Ribes¹; Tamires R. Ribeiro¹

¹Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário Capão do Leão s/n. Rio Grande do Sul. Brasil. CEP: 96010-900; ²behdepaula@hotmail.com.

Paula, Betania V.; Ana C.R. Lima; Helvio D. Casalinho; Rafael B. Buss; Ronaldo Ribes; Tamires R. Ribeiro (2015) Diagnóstico da qualidade do solo sob cultivo de pêsego em agroecossistemas de base familiar. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (2): 271-278

O objetivo do estudo foi diagnosticar a qualidade do solo utilizando indicadores químicos, físicos, e biológicos, em pomares de cinco propriedades agrícolas familiares produtoras de pêsego, localizadas em Pelotas, Território Zona Sul do Rio Grande do Sul. Os resultados mostram que as condições físicas dos solos analisados apresentam-se, em geral, com níveis adequados e próximos das condições encontradas nas áreas de vegetação nativa. Já as condições químicas sugerem, pelos desempenhos dos indicadores considerados, níveis adequados de fertilidade do solo, variando os mesmos entre médio a alto. No entanto, as condições biológicas dos solos estão abaixo dos níveis adequados, indicando que a qualidade dos solos estudados está aquém do nível desejado, tendo em vista que essas condições são fundamentais para que o solo possa exercer adequadamente suas funções no agroecossistema.

Palavras-chave: Qualidade de solo, Indicadores, Persicultura.

Paula, Betania V.; Ana C.R. Lima; Helvio D. Casalinho; Rafael B. Buss; Ronaldo Ribes; Tamires R. Ribeiro (2015) Diagnosis of soil quality under cultivation peach in family based agroecosystems. Rev. Fac. Agron. Vol 114 (2): 271-278

This study was conducted in five family agroecosystems in Pelotas, located in the South Zone of Rio Grande do Sul state. The aim of this study was to elaborate a diagnosis of soil quality under peach cultivation through analysis of physical, chemical and biological soil indicators. The results show that the physical conditions are adequate and similar to the areas of native vegetation. The chemical conditions presented appropriate levels of soil fertility, ranging between medium to high levels. However, the soil biological conditions were below the adequate level. Thus, the soil quality of these agroecosystems was considered inadequate, decreasing the soil capacity to function satisfactorily.

Key Words: Soil quality, Indicators, Peach culture

Recibido: 29/01/2015

Aceptado: 25/11/2015

Disponibile on line: 30/01/2016

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

INTRODUÇÃO

O pêssego é uma das frutas mais apreciadas no mundo, por seu sabor e aparência, associado ao seu valor econômico. O Brasil é o décimo terceiro produtor desta fruta com 239.149 toneladas, em área cultivada de 21.326 hectares (FAO, 2012). O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de pêssego, com aproximadamente 65% da área plantada e com produção de 94.000 toneladas (SEPLAG, 2011), e seu cultivo é realizado, principalmente, em áreas com relevo ondulado a fortemente ondulado, com predominância de solos da classe Argissolo associada com as de Neossolo (Streck et al., 2008). Essas condições de relevo e solos, associadas ao manejo convencional de produção, tornam os ambientes mais suscetíveis a diferentes processos de degradação, notadamente o erosivo.

Diferentes práticas de manejo no solo podem influenciar diretamente sua estrutura, sua fertilidade, sua atividade biológica e, conseqüentemente, sua qualidade, com reflexos na dinâmica de funcionamento dos agroecossistemas (Brookes, 1995).

Qualidade do solo tem sido conceituada como a capacidade do solo de funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens (Karlen et al., 1997). Embora a qualidade do solo não possa ser medida diretamente, ela pode ser inferida por meio de uma avaliação integrada de indicadores que contemplem atributos biológicos, físicos e químicos do solo.

Essas avaliações podem ser tanto quantitativas, executadas normalmente a partir do conhecimento acadêmico, quanto qualitativas, as quais podem ser construídas a partir da interação do conhecimento localmente desenvolvido com o conhecimento científico (Lima et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi diagnosticar a qualidade do solo utilizando indicadores químicos, físicos e biológicos, em propriedades agrícolas familiares produtoras de pêssego, no Território Zona Sul do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, maior produtor no estado, cuja média é de 23.000 toneladas/ano (SEPLAG, 2011).

A pesquisa foi desenvolvida mediante uma demanda do Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA), que já há algum tempo visualizava a necessidade de investigar as condições de solo em áreas cultivadas com pêssego na sua região de atendimento. Com a participação de técnicos desse Centro, foram selecionadas as propriedades participantes da pesquisa. Os critérios de seleção foram: propriedades com características representativas da região, em termos de relevo e solo; disponibilidade das famílias em participar da pesquisa; ter a produção de pêssego sob sistema convencional e como principal atividade geradora de renda; facilidade de acesso à propriedade

e ter histórico do manejo dos pomares.

Definiu-se cinco propriedades rurais familiares, cujos agricultores são associados à CAFSUL (Cooperativa de Apicultores e Fruticultores da Zona Sul), localizadas na região da colônia Maciel, 8º distrito de Pelotas-RS.

A caracterização dos sistemas de manejo foi feita pelo uso de entrevistas semi estruturadas, procurando-se caracterizar e qualificar os diferentes agroecossistemas, seguindo, os procedimentos estabelecidos por Bogdan & Biklen (1994).

O conjunto de indicadores utilizada para a avaliação da qualidade do solo foi definida com base na literatura (Lima et al., 2008; 2011; 2013; Casalinho et al., 2007, 2011; Audeh et al., 2011; Almeida et al., 2013) e a partir da percepção dos agricultores, obtida através da aplicação de entrevista semi-estruturada (Bogdan & Biklen, 1994), a qual abordou a seguinte questão:

- O que é um solo de boa qualidade?

As entrevistas foram gravadas, com o devido consentimento dos agricultores, sistematizadas e analisadas para a posterior identificação, não só com relação à percepção dos agricultores com relação à temática da QS, mas também com o intuito de definir os indicadores que estavam implícitos em suas percepções. A cesta final de indicadores, considerando as analogias entre o conhecimento acadêmico e não acadêmico, foram assim definidos, optando-se pela nomenclatura usualmente utilizadas no meio científico: *Físicos* - densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), infiltração (Inf), espessura do horizonte A (Esp. Hz. A.); *Químicos*: teores de P, K, Ca, Mg, Al, matéria orgânica, CTC, pH, saturação de bases (V%), Na, Cu, Zn, Mn e Fe) e *Biológicos*: relação ácaro/colêmbolo (A/C), número de minhocas (Min), densidade de ácaros e densidade de colêmbolos.

A área média dos pomares estudados é de um hectare e foram identificados como P1, P2, P3, P4 e P5. Em cada pomar e em áreas de vegetação nativa adjacente (VN), para fins de comparações dos desempenhos dos indicadores, coletou-se, na profundidade de 0,00 – 0,20m, nove amostras indeformadas para avaliação da Ds, Ma e Mi, de acordo com metodologia proposta em EMBRAPA (2011), nove deformadas para determinar o DMP, segundo método de Kemper & Rosenau (1986). Realizou-se nove testes de infiltração, segundo USDA (1998). Para análise dos indicadores químicos foram coletadas três amostras compostas de solo, em cada pomar, analisadas de acordo com Tedesco et al. (1995). Já para a avaliação dos indicadores biológicos foram coletadas nove amostras de solo indeformadas, em cada pomar, cuja avaliação foi feita com o método de Funil de Tüllgren (Bachelier, 1978), seguindo as rotinas utilizadas pelos laboratórios de física, química e biologia do solo, do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPEL.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de manejo utilizados pelos respectivos

agricultores são desenvolvidos sob a lógica da fruticultura convencional, desde a implantação do pomar, cujas mudas são adquiridas, até a colheita. As cultivares de pêssego mais utilizadas são Granada, Maciel, Esmeralda e Jade. Os pomares avaliados possuem entre 10 a 15 anos de idade. O preparo do solo é feito com implementos de tração animal e/ou mecanizado; a adubação é feita com fertilizantes minerais de alta

solubilidade (NPK, nitrato de cálcio – antes da colheita – e nitrato de amônia – pós-colheita); mineral natural (pó de rocha) orgânicos (cama de aviário, esterco bovino e

cinzas); plantas de cobertura (azevém, aveia ou ervilhaca) nas entrelinhas como adubação verde e para a proteção da superfície do solo; pousio; e poda com incorporação de ramos no período de maio a julho de cada ano. O controle de doenças e insetos é feito com a utilização de agrotóxicos (podendo chegar a 10 aplicações por safra), calda bordalesa e calda sulfocálcica. Utilizam, ainda, armadilhas para o controle de insetos. O uso de herbicida, entre uma planta e outra, é para dessecar as plantas espontâneas.

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios dos indicadores em cada área de pomar (P) e de vegetação nativa adjacente (VN).

Tabela 1- Valores médios dos indicadores em cada área de pomar (P) e de vegetação nativa adjacente (VN) nos diferentes agroecossistemas. Pt (porosidade total), Ma (macroporosidade), Mi (microporosidade), Ds (densidade), DMP (diâmetro médio ponderado), Tx. Inf (taxa de infiltração da água no solo), Esp. Hz. A (espessura do horizonte A), P (fósforo), K (potássio), Ca (Cálcio), Mg (magnésio), CTC (capacidade de troca de cátions), MO (matéria orgânica), AL (alumínio), pH (potencial hidrogeniônico), V% (saturação por bases), Cu (cobre), Zn (zinco), Mn (manganês), Na (sódio), Fe (ferro), A/C (relação ácaro/ colêmbolo), MIN (média da população de minhocas), Ac (densidade de ácaros), Col (densidade de colêmbolos).

| | | P1 | VN1 | P2 | VN2 | P3 | VN3 | P4 | VN4 | P5 | VN5 |
|------------------------|-----------------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Indicadores Físicos | | | | | | | | | | | |
| Pt | | 35,3 3 | 36,94 | 39,16 | 49,71 | 43,0 1 | 50,26 | 39,01 | 42,74 | 40,9 8 | 49,2 3 |
| Ma | % | 21,3 1 | 19,52 | 15,92 | 22,43 | 26,7 9 | 31,30 | 24,63 | 23,02 | 28,1 7 | 30,3 5 |
| Mi | | 14,0 2 | 17,41 | 23,24 | 27,28 | 16,2 2 | 18,96 | 14,38 | 19,72 | 12,8 1 | 18,8 9 |
| Ds | mg/m ³ | 1,04 | 0,99 | 0,98 | 0,83 | 0,95 | 0,79 | 1,04 | 0,96 | 1,01 | 0,80 |
| DMP | mm | 2,17 | 2,24 | 2,88 | 2,96 | 2,41 | 2,17 | 1,98 | 2,13 | 1,49 | 1,89 |
| Tx. Inf | min/cm ³ | 4,62 | 2,85 | 2,98 | 3,01 | 5,55 | 0,80 | 4,34 | 3,81 | 3,41 | 1,48 |
| Esp. Hz. A | M | 0,45 | 0,48 | 0,51 | 0,52 | 0,39 | 0,35 | 0,36 | 0,40 | 0,66 | 0,53 |
| Indicadores Químicos | | | | | | | | | | | |
| P | mg/m ³ | 15,4 7 | 4,60 | 30,60 | 38,10 | 39,3 3 | 7,90 | 22,00 | 18,70 | 50,1 0 | 12,0 0 |
| K | | 82,3 3 | 103,0 0 | 161,3 3 | 480,0 0 | 89,3 3 | 243,0 0 | 132,6 7 | 175,0 0 | 83,0 0 | 288, 0 |
| Ca | | 3,40 | 3,80 | 9,83 | 20,50 | 3,27 | 10,50 | 3,70 | 7,40 | 3,20 | 3,70 |
| Mg | cmol _s /dm | 0,83 | 1,20 | 2,23 | 4,60 | 0,60 | 3,00 | 1,20 | 1,70 | 0,70 | 1,00 |
| CTC | | 8,10 | 9,70 | 16,47 | 30,00 | 9,33 | 22,90 | 8,57 | 13,50 | 7,10 | 10,0 4 |
| MO | % | 1,98 | 1,93 | 2,67 | 5,25 | 2,03 | 3,59 | 2,12 | 2,76 | 1,56 | 2,90 |
| AL | cmol _s /dm | 0,20 | 0,20 | 0,03 | 0,00 | 0,63 | 0,20 | 0,30 | 0,10 | 0,23 | 0,20 |
| Ph | água | 5,27 | 5,20 | 5,97 | 6,20 | 4,73 | 5,10 | 5,57 | 5,60 | 5,20 | 5,10 |
| V% | % | 56,0 0 | 55,00 | 76,33 | 88,00 | 44,3 3 | 62,00 | 63,00 | 71,00 | 58,0 0 | 53,0 0 |
| Cu | | 2,13 | 0,40 | 0,50 | 0,00 | 0,30 | 0,20 | 0,93 | 0,40 | 1,83 | 1,00 |
| Zn | | 2,27 | 1,80 | 8,70 | 4,60 | 0,53 | 7,00 | 2,73 | 3,00 | 3,33 | 2,70 |
| Mn | mg/m ³ | 30,3 3 | 46,00 | 29,00 | 23,00 | 36,1 0 | 78,20 | 16,03 | 26,30 | 30,9 7 | 87,8 0 |
| Na | | 6,33 | 10,00 | 17,33 | 45,00 | 10,3 3 | 14,00 | 7,00 | 9,00 | 6,67 | 22,0 0 |
| Fe | % | 0,08 | 0,10 | 0,40 | 0,28 | 0,09 | 0,27 | 0,11 | 0,16 | 0,09 | 0,13 |
| Indicadores Biológicos | | | | | | | | | | | |
| A/C | Ind/cm ³ | 1,19 | 0,87 | 0,69 | 0,46 | 8,71 | 2,40 | 1,35 | 5,08 | 5,80 | 6,18 |
| Ác | Ind/cm ³ | 44,1 1 | 13,00 | 23,73 | 5,50 | 24,2 2 | 6,00 | 59,00 | 33,00 | 62,5 6 | 52,5 0 |
| Col | Ind/cm ³ | 37,2 2 | 15,00 | 34,56 | 12,00 | 2,78 | 2,50 | 43,67 | 6,50 | 10,7 8 | 8,50 |
| MIN | Ind/m ³ | 0,67 | 0,00 | 0,33 | 1,00 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Na tabela 2, é apresentada uma síntese dos valores encontrados em todas as áreas de pomar e em todas as áreas de vegetação nativa, bem como valores de referência encontrados na literatura. Também, são apresentados os valores médios dos desempenhos dos indicadores da QS nas áreas com pomar e de vegetação nativa adjacente. Além disso, são apresentados valores de referência que sugerem limites críticos e/ou ideais segundo a literatura especializada, os quais procuram refletir, dentro do possível, as condições de similaridade da região em estudo. Esses valores foram utilizados para fazer uma comparação com as condições físicas, químicas e biológicas atuais dos solos dos pomares estudados. Assim, constata-se que a Pt está dentro dos níveis desejáveis (Kiehl, 1979), mas a distribuição de tamanhos de poros não está adequada, tanto nas áreas cultivadas como nas de vegetação nativa, visto que a Ma apresentou valores maiores que a Mi, demonstrando que os solos, no geral, têm baixa capacidade de retenção de água. Os valores médios de Ds estão abaixo do limite crítico de 1,80 Mg/m³, para solos arenosos e franco arenosos (Arshad et al., 1996).

As áreas de pomar apresentaram valores superiores à média das de vegetação nativa. Esse incremento no valor da densidade tem como causa provável o conjunto de práticas de manejo dos pomares, incluindo o tráfego de máquinas e implementos que ocorre desde a implantação do pomar e por todo o ciclo da cultura (Penteado et al., 2008).

Terra (2012), em sua pesquisa com cultivo de pêssego no município de Morro Redondo-RS, cujo objetivo foi determinar a estrutura de correlação espacial e temporal dos atributos físico-hídricos do solo e da planta, encontrou valores de Pt variando entre 35% a 51% na área experimental, corroborando com os resultados aqui obtidos. Por sua vez, a Ds encontrada no referido trabalho foi superior a 1,20Mg/m³ em 80% da área, valor este que está acima daqueles encontrados nos solos dos pomares avaliados.

Os valores de DMP encontram-se acima do valor crítico de 0,5 mm (Lal, 1999), nos solos dos pomares e vegetação nativa, sendo que os menores valores registrados foram de 1,49 mm (P5) e de 1,89 mm na área de vegetação nativa (VN5) (Tabela 1), fato esse que pode contribuir para que os solos apresentem uma

Tabela 2. Valores médios dos desempenhos dos indicadores nas quatro áreas de pomar (P), de vegetação nativa (VN) adjacentes e respectivos valores de referência. Pt (porosidade total), Ma (macroporosidade), Mi (microporosidade), Ds (densidade), DMP (diâmetro médio ponderado), Inf (taxa de infiltração da água no solo), Esp. Hz. A (espessura do horizonte A), P (fósforo), K (potássio), Ca (Cálcio), Mg (magnésio), CTC (capacidade de troca de cátions), MO (matéria orgânica), AL (alumínio), pH (potencial hidrogeniônico), V% (saturação por bases), Cu (cobre), Zn (zinco), Mn (mangânês), Na (sódio), Fe (ferro), A/C (relação ácaro/ colêmbolo), MIN (população de minhocas), Ac (densidade de ácaros), Col (densidade de colêmbolos). () valores críticos (**) valores ideais*

| Indicadores | | P | VN | Valor de Referência | Fonte |
|-------------|------------------------------------|--------|--------|--------------------------|--|
| Pt | | 39,50 | 45,78 | 35% - 60%** | Kiehl (1979) |
| Ma | % | 23,36 | 25,32 | 1/3 da Pt** | Kiehl (1979) |
| Mi | | 16,13 | 20,45 | 2/3 da Pt** | Kiehl (1979) |
| Ds | mg/m ³ | 1,00 | 0,87 | >1,80 Mg/m ^{3*} | Arshad et al.(1996) |
| DMP | mm | 2,19 | 2,28 | < 0,5 mm* | Lal (1999) |
| Inf | min/cm ³ | 4,18 | 1,99 | >15,74 e < 1,18* | Usda (1999) |
| Esp. Hz. A | m | 0,47 | 0,46 | >0,20* | Cunha & Silveira (1996) |
| P | mg/m ³ | 31,50 | 16,26 | < 7,0* | |
| K | | 109,73 | 257,80 | < 30,0* | |
| Ca | | 4,68 | 9,18 | < 2,0* | |
| Mg | cmol _c /dm ³ | 1,11 | 2,30 | < 0,5* | |
| CTC | | 9,91 | 17,23 | < 5,0* | |
| MO | % | 2,07 | 3,29 | < 2,5* | |
| AL | cmol _c /dm ³ | 0,34 | 0,14 | > 0,6* | Comissão De Química E Fertilidade Do Solo (2004) |
| Ph | água | 5,35 | 5,44 | < 5,0* | |
| Fe | % | 0,15 | 0,19 | > 0,5* | |
| V% | | 59,53 | 65,80 | < 45* | |
| Cu | | 1,14 | 0,40 | < 0,28* | |
| Zn | | 3,51 | 3,82 | <0,2* | |
| Mn | Mg/m ³ | 28,49 | 52,26 | <2,5* | |
| Na | | 9,53 | 20,00 | > 100* | Ayers & Westcot (1991) |
| A/C | Ind/cm ³ | 4,28 | 3,00 | 4 à 5/1** | Bachelier (1978) |
| Ac | | 42,72 | 22,00 | 150** | Primavesi (1987) |
| Col | | 25,80 | 8,90 | 75** | Primavesi (1987) |
| MIN | Ind/m ³ | 0,27 | 0,20 | 4** | USDA (1999) |

boa estrutura. Isso provavelmente se deve a manutenção da cobertura vegetal na superfície, comum nas áreas dos pomares estudados. Infere-se a partir dessa constatação que essa prática pode intervir positivamente na agregação dos solos. Estudos desenvolvidos em um pomar orgânico de pêssego no sul da Itália evidenciam que a presença da cobertura vegetal na superfície do solo, de forma controlada, contribui para a sua adequada estrutura, ao contrário do terreno descoberto e arado (Giovannini et al., 2001). Estes mesmos autores observaram ainda, que com as plantas em cobertura, a quantidade de matéria orgânica no solo aumentou e a lixiviação de nitratos para o subsolo diminuiu. Além desses benefícios, a manutenção de cobertura vegetal, com suas diversidades de sistemas radiculares, tem a capacidade de romper camadas compactadas do solo e de melhorar a sua estrutura física, com a formação e estabilização de agregados, aumentando a porosidade e a aeração do solo. Esses resultados são semelhantes à pesquisa desenvolvida por Rufato et al. (2007), ao estudarem os efeitos da utilização de cinco espécies de plantas para cobertura vegetal de inverno, sobre o desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro no município de Morro Redondo-RS.

A espessura do horizonte A da mata nativa é similar às das áreas de pomares e estão acima dos valores críticos tomados como referência de Cunha & Silveira (1996) ao classificarem os solos do município de Pelotas. Isto se deve, provavelmente, não só em função das glebas estarem sendo cultivadas com espécies permanentes, onde praticamente não há revolvimento do solo, como também pela prática de manutenção de cobertura vegetal superficial permanente. Essas duas condições favorecem de forma significativa o controle da erosão, e, conseqüentemente, a manutenção dada camada superficial do solo.

Bertolani & Vieira (2001) em estudo que teve como objetivo determinar a variabilidade espacial da infiltração de água em solo saturado e da espessura do horizonte A, nos usos de café, pastagem e mata/capoeira, em um Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico com evidentes sinais de processos erosivos, confirmaram que as coberturas vegetais existentes na pastagem e na mata/capoeira reduziram a perda do horizonte A, o que foi comprovado pela maior espessura e menor variação espacial.

Galindo (2007) avaliou a relação solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Estado de Pernambuco e verificou que os horizontes mais espessos foram encontrados em áreas com vegetação, e onde não havia, ocorreu encrostamento superficial e erosão.

A infiltração de água no solo foi classificada como moderadamente rápida nos pomares, e rápida nas áreas de vegetação nativa, o que está coerente com os menores valores de DS e maior Ma encontradas nestas áreas, o que propicia, assim, um movimento mais rápido da água que chega à superfície do solo em direção as camadas mais profundas (Tabela 2). Essas condições são particularmente favoráveis ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura do

pessegueiro, uma vez que é uma espécie muito sensível à asfixia radicular resultante de fenômenos de encharcamento (Simões et al., 2008).

Os indicadores químicos foram interpretados de acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Os teores de P foram considerados altos e de K muito alto. Nas áreas de vegetação nativa, os teores foram enquadrados nas classes média e muito alta. Os níveis desses nutrientes, acima dos valores limitantes, se deve, provavelmente, a incorporação sistemática de fertilizantes NPK, conforme informado pelos agricultores. No caso do P, ainda há de se considerar o efeito residual no solo e as práticas de incorporação de massa verde ao longo dos anos, o que também proporciona um aporte de K maior ao solo.

A adição de fertilizantes fosfatados pode contribuir para o aumento do teor de P, em formas inorgânicas e orgânicas, com diferentes graus de energia de ligação, nas camadas mais superficiais do solo, principalmente sob cultivo direto e como nos pomares aqui estudados, devido ao não revolvimento dos solos e manutenção de cobertura vegetal na superfície tanto quanto na forma de massa verde quanto de palhada, com conseqüente diminuição das taxas de erosão (Rheinheimer & Anghinoni, 2001; Conte et al., 2003; Gatiboni et al., 2007).

A CTC e a saturação por bases (V%) nos solos dos pomares foram inferiores e do Al trocável superiores àqueles encontrados nos solos das áreas de vegetação adjacente. Todos estes valores foram considerados críticos segundo a Comissão de Química e de Fertilidade do Solo (2004). Os teores de Cálcio e Magnésio, no geral, foram classificados como alto, apresentando, no entanto, valores inferiores nas áreas de pomar, mas superando os valores de referência considerados críticos. Possivelmente, isso é decorrente de níveis de adubação e de calagem mais baixos do que as doses recomendadas.

O suprimento de Ca e Mg está normalmente vinculado à aplicação de calcário. Os calcários calcíticos contêm, em média, 45% de CaCO₃ e os dolomíticos, em média, 20 a 40% de MgO (Malavolta, 2006). O calcário aplicado na superfície pode neutralizar a acidez em profundidade, através da formação e a migração de Ca (HCO₃)₂ e Mg (HCO₃)₂ para camadas mais profundas do solo, e do deslocamento de partículas de calcário por meio de canais formados por raízes mortas mantidos intactos em razão da ausência de preparo de solo. No entanto, a necessidade da aplicação de calcário para a correção de acidez depende de vários fatores, tais como dose do corretivo, granulometria e reatividade do calcário, frequência da calagem, tempo transcorrido após a calagem, poder tampão do solo e precipitação pluvial (Caíres et al., 2000; Moreira et al., 2001; Miranda et al., 2005).

Os teores de matéria orgânica no solo foram baixos nos pomares e médios nas áreas de vegetação nativa. No entanto, tendo em vista as características da região, como acentuada declividade e solos com textura mais grosseira, os resultados das áreas cultivadas podem ser considerados acima dos padrões médios dos solos regionais. A maior média de MO nas áreas de

vegetação nativa pode ser explicada pela maior taxa de acúmulo e de decomposição de material orgânico com o tempo. Conforme Agehara & Warncke (2005), a matéria orgânica no solo contribui para limitar as perdas de N por lixiviação. Os resíduos de plantas de cobertura, de ramos podados e de folhas senescentes são alocados nas entrelinhas dos pessegueiros o que contribui para incrementar a produção de pêssego e diminuir a necessidade de aporte de nitrogênio via mineral.

O pH, em água, foi considerado baixo, sendo o menor valor encontrado no solo do pomar 3 (4,73) (tabela 1).

O pH ideal para o desenvolvimento da cultura do pessegueiro é de 6,0 (Comissão de Fertilidade do Solo, 2004). Os resultados encontrados nos diferentes pomares demonstram que, apesar dos agricultores efetuarem a calagem, principalmente na implantação do pomar, tal prática ainda é deficiente. A aplicação de doses adequadas de calcário promove a elevação do pH, a neutralização do alumínio tóxico, fornece cálcio e magnésio, propicia maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (Raij, 2011). Natale et al. (2007) realizaram um experimento com o objetivo de avaliar os efeitos da calagem na fertilidade do solo, na nutrição e na produtividade da goiabeira, e mostraram que a calagem não só melhorou as condições químicas do solo, como também contribuiu para aumento linear dos teores de cálcio nas folhas e nos frutos da goiabeira, promovendo menor perda de peso de matéria fresca e maior firmeza dos frutos, trazendo assim benefícios crescentes para a pós-colheita, ao longo do período de armazenamento.

A experiência dos agricultores tem mostrado que, em pomares já implantados, não se deve permitir que o pH do solo e, conseqüentemente, a saturação por bases se reduzam drasticamente. Isso porque, torna-se muito difícil conseguir corrigir uma acidez elevada, nas camadas de solo exploradas pelas raízes nos pomares adultos, em espaço de tempo razoável. Assim, a estratégia nessas situações é aplicar anualmente pequenas doses de corretivo finamente moído a fim de corrigir a acidez, gradativamente, por meio da movimentação do calcário no perfil do solo, evitando uma forte acidez nos pomares em produção (Natale et al., 2012).

O teor dos micronutrientes cobre, zinco, ferro e manganês, em quase todos os solos dos agroecossistemas, foram classificados como altos, porém sem ser prejudicial ao pessegueiro (tabela 1). Segundo Burt et al. (2003), não há muita diferença entre os teores de Mn em solos com e sem atividade antrópica isto devido a relativa abundância e intensa dinâmica do Mn, porém este micronutriente possui diversos estados de oxidação no solo e a especiação é dependente do pH e do potencial de oxirredução.

Já os teores de Na encontrados estão abaixo daqueles considerados críticos para as condições de cultivo do pêssego na região estudada.

Com relação à mesofauna estudada, verificou-se que em todos os solos dos pomares e das áreas de vegetação nativa a relação ácaro/colêmbolo situou-se

ou abaixo ou acima daquela considerada adequada, ainda que essa relação tenha se aproximado da condição ideal no agroecossistema 4. Em 80% dos pomares a população de ácaros foi superior a população de colêmbolos, enquanto nas áreas de vegetação nativa essa dominância foi de 60%.

As maiores densidades de ácaros, colêmbolos e minhocas foram, em geral, encontradas nos solos das áreas de pomar. Este resultado corrobora com os obtidos por Cole et al. (2006) ao estudarem os efeitos de perturbações antropogênicas na biota do solo. Relataram os autores que a adição de nutrientes teve efeitos diretos e indiretos sobre a abundância e estrutura da comunidade da fauna edáfica e na produtividade da planta, proporcionando, assim, maiores recursos para a diversidade da fauna do solo. Estudos revelam que a fauna do solo pode ser afetada por diversos fatores caracterizados pela qualidade da matéria orgânica, pH, temperatura, umidade, textura, porosidade, cobertura vegetal, bem com as práticas agrícolas que promovem alteração na abundância de organismos e diversidade de espécies (Hendges et al., 2000; Moço, 2006). Assim, o baixo pH pode ser um dos fatores que explica a menor população de colêmbolos nessas áreas as quais estão abaixo da população considerada adequada (Tabela 2) As variações de temperatura e umidade são também fatores que afetam a mesofauna do solo, sendo prejudiciais para a maioria dos animais do solo, porque o aquecimento resseca a finíssima película que cobre seus corpos (Bachelier, 1963; Primavesi 1987; Moço, 2006).

A baixa densidade populacional de ácaros e colêmbolos se deve, provavelmente, às altas temperaturas (média de 24,5°C e máximas de 39,1) e a baixa precipitação pluviométrica (entre 4,0 mm e 47,2 mm) observadas na região na época da amostragem do solo.

A redução da precipitação pluvial provocou a diminuição do número de organismos em solos em regiões de arenização na região sudoeste do RS conforme demonstraram Rovedder et al. (2004).

A população média de minhocas encontrada foi considerada muito baixa tanto nas áreas cultivadas quanto nas áreas de vegetação nativa adjacentes. De Aquino et al. (2008), em estudo sobre populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico, também encontraram densidades baixas de minhocas nas áreas com café convencional, e relacionaram ao fato de que componentes específicos da macrofauna podem ser alterados pela adição de fertilizantes minerais, herbicidas, e fungicidas associados com a matéria orgânica e a textura natural do solo (Mäder et al., 1996; Fraser et al., 1994), corroborando, em parte, com as condições de solo e manejo encontrados na presente pesquisa.

CONCLUSÕES

Os desempenhos dos indicadores avaliados nas áreas cultivadas sugerem que as condições físicas dos solos

apresentam-se, em geral, com níveis adequados, considerando os valores de referência semelhantes àqueles observados nas áreas de vegetação nativa. As condições químicas, em geral, sugerem, pelos desempenhos dos indicadores considerados, níveis adequados de fertilidade, variando os mesmos entre médio a alto. No entanto, as condições biológicas estão abaixo dos níveis adequados, tanto no que diz respeito às áreas de pomar, quanto nas de vegetação nativa. Assim, numa perspectiva de avaliação integral da qualidade do solo, o conjunto dos resultados sugere que este ainda está aquém do nível desejado, tendo em vista que todas essas condições são fundamentais para que o solo possa exercer adequada e plenamente suas funções no agroecossistema.

Agradecimentos

Aos agricultores que aceitaram gentilmente participar do estudo, ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, aos bolsistas, e aos Laboratórios de Física, Química, e Biologia do Solo da Universidade Federal de Pelotas pelo apoio na realização das análises deste trabalho. Ao Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA), em especial a Fábio Mayer, engenheiro agrônomo do referido centro.

BIBLIOGRAFIA

- Agehara, S. & D.D. Warncke.** 2005. Soil moisture and temperature effects on nitrogen release from organic nitrogen sources. *Soil Science Society of America Journal*, v.69, p.1844-1855.
- Almeida, J.R.C.** 2013. Atributos de qualidade física, química e biológica do solo sob diferentes sistemas de uso em ambiente semiárido da Bahia. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. (Dissertação) 66p.
- Audeh, S.J.S., A.C.R. de Lima, I.M. Cardoso, I. Jucksch & H.D. Casalinho.** 2011. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6(3).
- Bachelier, G.** 1963. *La vie animale dans les solo.* ORSTOM, Paris. 279p.
- Bachelier, G.** 1978. *La faune des sols, sonécologie et sonaction.* Orstom. 391 p.
- Bertolani, F.C. & S.R. Vieira.** 2001. Variabilidade espacial da taxa de infiltração de água e da espessura do horizonte A, em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25(4), 987-995.
- Bogdan, R.C. & S.K. Biklen.** 1994. *Investigação qualitativa em Educação.* Porto, Porto Editora, Ltda. 336p.
- Burt, R., M.A. Wilson, M.D. Mays & C.W. Lee.** 2003. Major and trace elements of selected pedons in the USA. *J. Environ. Qual.* 32: 2109-2121.
- Caires, E.F. & A.F. Fonseca.** 2000. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Fertilidade do solo e nutrição de plantas*, Bragantia, Campinas, vol.59 no.2.
- Casalinho, H.D., S.R. Martins, J.B. Silva & A.S. Lopes.** 2007. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. *Revista Brasileira Agrociência*, Pelotas. V. 13, n. 2, p. 195-203.
- Casalinho, H.D., A.C.R. de Lima, S.J.S Audeh, L.E.A.S. Suzuki & I.M. Cardoso.** 2011. Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base familiar – a percepção do agricultor. Pelotas: Ed. Universitária da UFPEL, 67 p.
- Comissão de química e fertilidade do solo.** 2004. *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.* 10.ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul/UFRGS, 400p.
- Conte, E., A.V. Silva & J.C. Borges.** 2003. Frações de fósforo acumulada em latossolo argiloso pela aplicação de fosfato no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.5, p.893- 900.
- Cole, L., M.A. Bradford, P.J.A Shaw & R.D. Bardgett.** 2006. The abundance, richness and functional role of soil meso- and macrofauna in temperate grassland: A case study *Applied Soil Ecology* 33, 186–198.
- Cunha, N.G. & R.J.C. Silveira.** 1996. Estudos dos solos de Pelotas EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPEL, Documentos CPACT; 12/96. 54 p.
- De Aquino, A.M., E. de Melovirgínio Filho, D.S.F.M. Ricci & F. Casanoves.** 2008. Populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico. *Ciênc. agrotec.*, Lavras.32, n4p.18-, jul./ago.
- Embrapa.** 2011. *Manual de métodos de análise de solos.* 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 230p.
- Fao-Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação.** 2012. (banco de dados. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?Pag eID=567#ancor>. Acesso em: 21 de outubro. 2014.
- Fraser, P.M., C.E. Pankhurst, B.M. Doube, V.V.S.R. Gupta & P.R. Grace** (1994). The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. *Soil biota: management in sustainable farming systems.* :125-132.
- Gatiboni, L.C., F.G. Soares & D.G. Richel.** 2007. Biodisponibilidade de formas de fósforo acumuladas em solo sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, n.4, p.691-699,
- Galindo, I.C.L.** 2007. *Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Estado de Pernambuco.* Universidade Federal Rural de Pernambuco, (tese de doutorado).
- Giovannini, D., D. Scudellari, A. Aldini & B. Marangoni.** 2001. Esperienze di conduzione del terreno in un pescheto biologico. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna, 1: 21-29.
- Hendges, M.R., J.A. Acosta, E.M.N. Girraça & Z.I. Antonioli.** 2000. Fauna do solo em três áreas distintas no campus da UFMS Santa Maria, RS.
- Karlen, D.I., M.J. Mausbach, J.W. Doran, R.G. Cline, R.F. Harris & G.E. Schuman.** 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal* v.61, p.4 – 10.
- Kemper, W.D. & R.C. Rosenau.** 1986. Aggregate stability and size distribution. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis*, Part f. 2nd ed. *Agronomy* 9:435-442
- Lal, R.** 1999. *Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos.* Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, Documentos 03. 97 p.

- Lima, A.C.R., W. Hoogmoed & L. Brussaard.** 2008. Soil quality assessment in rice production systems: establishing a minimum data set. *J. Environ. Qual.* 37, 623–630.
- Lima, A.C.R., W. Hoogmoed, L. Brussaard, M.R. Totola, W. Hoogmoed & R.G.M. De Goede.** 2013. A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality. *Applied Soil Ecology (Print)*, v. 64, p. 194-200,
- Mäder, P., L. Pfifner, Fliessbach, M. von Lützow & J. Munch.** 1996. Soil ecology: the impact of organic and conventional on soil biota and its significance for soil fertility. In: *11th international scientific conference*, 11.
- Malavolta, E., M.F. Moraes, J. Lavres Júnior & M. Malavolta.** 2006. Micronutrientes e metais pesados: essencialidade e toxicidade. Cap.4, p.117-154. In: Paterniani, E. (Ed.). *Ciência, agricultura e sociedade*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 403p
- Miranda, L.N., J.C.C. Miranda & T.A. Rein.** 2005. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.40, p.563-572,
- Moreira, S.G., J.C. Kiehl, L.I. Prochnow & V. Pauletti.** 2001. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v.25, p.71-81,
- Moço, M.K. da S.** 2006. Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no sul da Bahia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF (Dissertação de Mestrado).
- Natale, W., R.M. Prado, J.A. Quaggio, Mattos Junior & D. Guava.** 2007. In: Crisóstomo, L.A.; Naumov, A.; Johnston, A.E. (Org.). *Fertilizing for high yield and quality tropical fruits of Brazil*. Horgen: International Potash Institute, v. 1, p.103-122.
- Natale, W., D.E. Rozane, L.E. Parent & S. Parent.** 2012. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Brasília, 34, 1294-1306.
- Penteado, J.J.F., L.L. May-de-Mio, L.B. Monteiro & W. Gayer Neto.** 2008. Apropriação e análise de custo de implantação de pomar de pessegueiro. Embrapa Florestas-Nota técnica.
- Primavesi, A.M.** 1987. O manejo ecológico do solo: Agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, São Paulo, 550p.
- Raj, B.V.** 2011. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI. 420 p.
- Rheinheimer, D.S. & I. Anghinoni.** 2001. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.151-160,
- Rovedder, A.P., Z.I. Antonioli, E. Spagnollo & S.F. Venturini.** 2004. Fauna edáfica em solo suscetível à arenização na região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v.3, n.2, p. 87-96.
- Rufato, L., A. Rufato, A.A. Kretzschmar, L. Picolotto & J.C. Fachinello.** 2007. Coberturas vegetais no desenvolvimento vegetativo de plantas de pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1).
- Simões, M.P., A. Barateiro, C. Ramos, S. Lopes, P. Gomes, P. Simão & J.P. Luz.** 2008. Patrimônio edáfico da cultura do pessegueiro na região da Beira Interior. *Revista de Ciências Agrárias*, 31(2), 34-42
- Streck, E.V., N. Kämpf, R.S.D. Dalmolin, E. Klamt, P.C. Nascimento, P. Schneider, E. Giasson & L.F.S. Pinto.** 2008. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER/RS; 2 ed. UFRGS, 222 p.
- Tedesco, M.J., C. Gianello, C.A. Bissani, H. Bohnen & S.J. Volkweiss.** 1995. Análises de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Departamento de Solos-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174p. (Boletim Técnico número 5).
- Terra, V.S.S.** 2012. Variabilidade espacial e temporal de atributos agronômicos em pomar de pessegueiro. 99p. (Tese de Doutorado).
- USDA – United States Department of Agriculture.** 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. USA: USDA. 82p. Disponível em: http://soils.usda.gov/sqi/assessment/test_kit