

Caracterização de Resíduos Orgânicos de Cadeias Produtivas da Agropecuária na Região Centro-Oeste do Brasil



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 141

Caracterização de Resíduos Orgânicos de Cadeias Produtivas da Agropecuária na Região Centro- Oeste do Brasil

*Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes
Sérgio Araújo de Lima Júnior
Fábio Franco Guimarães*

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2017

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6
Trecho Dourados-Caarapó
79804-970 Dourados, MS
Caixa Postal 449
Fone: (67) 3416-9700
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*
Membros: *Alexandre Dinnys Roese, Clarice Zanoni Fontes, Eder Comunello, Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue, Marciana Retore, Marcio Akira Ito e Oscar Fontão de Lima Filho*

Supervisora editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisora de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Foto da capa: *Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes*

1ª edição

On-line (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agropecuária Oeste

Nunes, Walder Antonio Gomes de Albuquerque

Caracterização de resíduos orgânicos de cadeias produtivas da agropecuária na região Cento-Oeste do Brasil / Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes, Sérgio Araújo de Lima Júnior, Fábio Franco Guimarães. — Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

43 p. : il. color. ; 16 cm x 21 cm. — (Documentos / Embrapa Agropecuária Oeste, ISBN 1679-043X ; 141).

1. Fertilizante orgânico. 2. Lodo de caleiro. 3. Torta de filtro. 4. Cana-de-açúcar – Bagaço. 5. Cama de galinheiro. 6. Esterco de galinha. 7. Resíduo orgânico. I. Lima Júnior, Sérgio Araújo de. II. Guimarães, Fábio Franco. III. Embrapa Agropecuária Oeste. IV. Título. V. Série.

Autores

Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Sérgio Araújo de Lima Júnior

Estagiário, graduando no curso de Tecnólogo em Agronomia, Dourados, MS.

Fábio Franco Guimarães

Tecnólogo em Agronomia, graduando em Agronomia, Dourados, MS.

Apresentação

Atividades agroindustriais geram variados resíduos, os quais, na fonte e no estado de origem, se constituem em potenciais poluentes, mas que, se adequadamente caracterizados e destinados, podem ser transformados em importantes insumos agrícolas.

A reciclagem dos nutrientes contidos em resíduos orgânicos provenientes das atividades agroindustriais tem sido um imperativo, seja por conta de diminuir os impactos ambientais de seu descarte, ou como forma de diminuir a dependência das fontes minerais de fertilizantes. Esses nutrientes não podem ser desprezados, mas seu uso depende do conhecimento da composição dos resíduos, proporcionando segurança no planejamento da substituição de parte da fertilização mineral.

Este trabalho traz informações atualizadas sobre a caracterização e composição dos principais resíduos sólidos de origem agroindustrial encontrados na região Centro-Oeste do Brasil.

Entendendo que os resultados apresentados criam oportunidades para a mitigação de passivos ambientais de atividades agroindustriais, com potenciais ganhos econômicos por meio do uso de resíduos como fonte de insumos agrícolas, a Embrapa Agropecuária Oeste e seus parceiros esperam, com essa iniciativa, contribuir para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade.

Guilherme Lafourcade Asmus
Chefe-Geral

Sumário

Caracterização de Resíduos Orgânicos de Cadeias Produtivas da Agropecuária na Região Centro-Oeste do Brasil	9
Resumo	9
Introdução	11
Resíduos de frigorífico	13
Conteúdo ruminal	13
Resíduos da avicultura	20
Cama de aviário	20
Esterco de poedeira	24
Resíduo de incubatório	27
Resíduos da agricultura sucroenergética	29
Torta de filtro	29
Bagaço	32

Processamento de couro	32
Lodo de caleiro.....	32
Resíduos da cafeicultura	36
Palha ou casca de café	36
Considerações finais	39
Referências	40

Caracterização de Resíduos Orgânicos de Cadeias Produtivas da Agropecuária na Região Centro-Oeste do Brasil

Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes
Sérgio Araújo de Lima Júnior
Fábio Franco Guimarães

Resumo

A região Centro-Oeste do Brasil tem se desenvolvido em forte ritmo nas últimas décadas, notadamente na área agropecuária. Em poucos anos, a região experimentou intensa expansão na produção de grãos, bovinos, aves, suínos e, mais recentemente, no cultivo de cana-de-açúcar voltada à produção de etanol e açúcar. Em todos os casos, as cadeias produtivas têm-se instalado completamente, incluindo também as indústrias de transformação dos produtos agrícolas e pecuários, que geram quantidades elevadas de resíduos orgânicos, com alto potencial poluente. Caso não tratados, todos esses materiais representariam sério risco de poluição ambiental, em função de sua alta carga orgânica e presença de nutrientes. O tratamento desses resíduos vem sendo exigido não somente pela sociedade local e pelo poder público, mas também, indiretamente, pelo próprio mercado, por meio da certificação ambiental de produtos. O tratamento convencional desses resíduos envolve, geralmente, processos extremamente onerosos, exigindo grandes estruturas como lagoas de decantação e valas impermeabilizadas, no caso de efluentes orgânicos líquidos ou pastosos, ou de aterros sanitários industriais, para resíduos sólidos. No entanto, a forma mais generalizadamente recomendada para a destinação de diversos resíduos consiste na disposição sobre o solo, após sofrer

estabilização, proporcionando o aproveitamento dos nutrientes na produção agropecuária, transformando uma fonte potencial de poluição em insumo agrícola. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo caracterizar alguns resíduos de origem agropecuária e agroindustrial gerados na região Centro-Oeste, visando seu uso agrícola como substituto de fertilizantes químicos tradicionais. Em algumas atividades, a carência de coeficientes técnicos relativos à produção de resíduos ainda impede o correto dimensionamento das quantidades geradas. É o caso dos resíduos de frigoríficos e de curtumes, assim como dos resíduos de incubatório, o que se constitui em oportunidades de pesquisa. Alguns dos resíduos estudados já são amplamente utilizados como parte da fertilização de culturas, como é o caso da cama de aviário e da torta de filtro. Os resíduos da avicultura foram, na média, os mais ricos em macronutrientes, destacando-se nitrogênio e fósforo na cama de aviário e no esterco de poedeiras, além dos micronutrientes; os teores de cálcio no resíduo de incubatório foram elevados, mas não prontamente disponíveis. Somente os teores de potássio e carbono orgânico foram considerados elevados na palha de café. O lodo de caleiro destacou-se pelo seu alto pH, bem como pelos elevados teores de cálcio. Seu baixo teor de micronutrientes, aliado ao elevado pH, podem induzir deficiências de ferro, manganês e zinco, principalmente. O excesso de sódio é um problema desse resíduo, motivo pelo qual ele deveria ser utilizado preferencialmente durante os períodos chuvosos. Há grande potencial de reciclagem de nutrientes contidos nos resíduos de origem agropecuária e da agroindústria, embora algumas dificuldades devam ser superadas.

Termos para indexação: reciclagem de nutrientes, fertilização orgânica, lodo de caleiro, torta de filtro, bagaço de cana, cama de aviário, esterco de poedeiras, resíduo de incubatório.

Introdução

A região Centro-Oeste do Brasil tem se desenvolvido em forte ritmo nas últimas décadas, notadamente na área agropecuária. Em poucos anos, a região experimentou intensa expansão na produção de grãos, bovinos, aves, suínos e, mais recentemente, no cultivo de cana-de-açúcar voltada à produção de etanol e açúcar. Em todos os casos, as cadeias produtivas têm-se instalado completamente, incluindo também as indústrias de transformação dos produtos agrícolas e pecuários.

A tendência de migração da cadeia produtiva de grãos e proteína animal para a região Centro-Oeste tem trazido grandes indústrias de processamento de produtos animais, destacando-se as cadeias de carne bovina, couro, suínos e aves. Em 2016, os frigoríficos da região abateram 11 milhões de bovinos, 6 milhões de suínos e 850 milhões de aves (IBGE, 2017).

A recente instalação de diversas usinas de processamento de cana-de-açúcar para a produção de etanol e açúcar, na região Centro-Oeste, com destaque para Mato Grosso do Sul e Goiás, ocasionou grande geração de resíduos. Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (2017), na safra 2016/2017 as usinas da região Centro-Oeste moeram mais de 134 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, correspondendo a mais de 20% da produção total do País.

Essas atividades produtivas geram grandes quantidades de resíduos orgânicos, com elevado risco de contaminação ambiental. Caso não tratados, todos esses materiais representariam sério risco de poluição, em função de sua alta demanda bioquímica de oxigênio proporcionada pela elevada carga orgânica e presença de nutrientes. Sendo assim, o tratamento desses resíduos vem sendo exigido não somente pela sociedade local e pelo poder público, mas também, indiretamente, pelo próprio mercado, por meio da certificação ambiental de produtos.

Nesse cenário, o uso de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes às culturas agrícolas é uma solução que alia o destino correto desses materiais, proporcionando, ainda, a reciclagem de nutrientes neles contidos. Porém, embora a prática de transformar resíduos em novos insumos possa gerar ganhos ecológicos e econômicos, é imprescindível conhecer sua composição, de forma a planejar seu uso.

Dessa forma, com o intuito de gerar informações que possibilitem o correto uso de resíduos orgânicos, foram caracterizadas a geração e composição de diversos resíduos sólidos de origem agroindustrial encontrados na região Centro-Oeste do Brasil.

Foram realizadas amostragens em diferentes fontes de cada um dos resíduos estudados, obtidos nas principais regiões produtoras do Centro-Oeste brasileiro, em viagens de coletas em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás.

Para a análise dos minerais totais de resíduos orgânicos realizaram-se duas aberturas das amostras, incluindo a nítrico-perclórica em chapa aquecedora, para posterior determinação, utilizando-se os seguintes métodos: Espectrofotométricos de Absorção Atômica (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn), de Absorção Molecular (P), Fotometria de Emissão (K, Na) e Turbidimetria (S). Para o nitrogênio foi utilizada a digestão sulfúrica com sais catalisadores em bloco-digestor, Destilação Semi-micro-Kjeldahl (RAIJ et al., 2001).

As amostras destinadas às análises de nitrogênio foram mantidas em caixas resfriadas, imediatamente após as coletas, e posteriormente acondicionadas em freezer até o momento das análises.

Resíduos de frigorífico

Conteúdo ruminal

A região Centro-Oeste do Brasil respondeu, em 2016, por 36% do total de abates de bovinos (Tabela 1), com quase 11 milhões de cabeças abatidas (IBGE, 2017), observando-se apenas pequenas variações nas quantidades de abates ao longo do ano.

Tabela 1. Abates de bovinos no ano de 2016, por trimestre, no Brasil, na região Centro-Oeste e nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás.

	Ano 2016				Total
	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	
Brasil	7.319.737	7.654.362	7.321.596	7.406.353	29.702.048
Centro-Oeste	2.628.292	2.816.930	2.645.042	2.603.750	10.694.014
Mato Grosso	1.117.319	1.154.018	1.152.162	1.153.960	4.577.459
Mato Grosso do Sul	861.912	879.412	750.930	800.025	3.292.279
Goiás	649.061	783.500	741.950	649.765	2.824.276

Os trabalhos de campo evidenciaram grande heterogeneidade nas instalações dos frigoríficos, nos aspectos relativos ao manejo e tratamento de resíduos, associados ao abate dos bovinos. Isto se reflete notadamente no principal resíduo gerado, que é o conteúdo ruminal, constituído pelo material presente no rumem do animal no momento do abate, acrescidos involuntariamente de eventuais pequenos retalhos de couro e do próprio rumem, de sangue ou outros materiais cárneos. É bastante comum que ao conteúdo ruminal sejam misturados os dejetos (fezes e urina) provenientes do curral de espera, o que, em conjunto é comumente chamado de resíduo da “linha verde” (Figura 1). A limpeza das instalações da sala de abate e do curral de espera é realizada por lavagem, razão pela qual esses resíduos chegam às estações de tratamento com grandes quantidades de água.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 1. Pátio de coleta de resíduos da “linha verde”, em frigorífico de abate de bovinos.

Há divergências a respeito da quantidade média desse resíduo, pois foram relatados valores que variaram entre 20 e 50 kg/cabeça abatida. Tal variação pode ser explicada em função de diferença de porte dos animais abatidos, da raça deles e de eventuais períodos de restrição alimentar impostos aos animais antes do abate. Para efeito deste trabalho, no entanto, adotou-se o valor de 30 kg/cabeça abatida, o que geraria, na região Centro-Oeste, cerca de 321 mil toneladas anuais desse resíduo.

Nas estações de tratamento visitadas os procedimentos são variáveis, sendo que o tratamento mais completo encontrado inclui peneiramento com duas malhas (Figura 2), seguido por centrifugação ou prensagem dos sólidos resultantes desse processo, o que gera um material mais grosseiro e outro mais fino. O líquido filtrado é encaminhado para tanques de flotação, o que permite a retirada de mais material sólido flotante (Figura 3), melhorando o processo de depuração a ser realizado nas lagoas aeróbicas e anaeróbicas (Figura 4). A imensa maioria dos frigoríficos visitados, no entanto, apresentou apenas peneiramento de um estágio, sem centrifugação ou prensagem dos sólidos.

Os sólidos resultantes, chamados genericamente de “rumem”, no jargão da atividade frigorífica, são frequentemente lançados diretamente ao solo, em áreas de fazendas vizinhas; por causa dessa prática foram relatados problemas de infestação com gramíneas forrageiras cujas sementes ainda se mantêm viáveis após passar pelo trato digestivo dos animais, principalmente quando aplicados em área não utilizada como pastagem.

Em alguns frigoríficos, esse material é cedido a terceiros, que o utilizam em processos de compostagem para produzir fertilizante orgânico, visando a comercialização local. São raros os empreendimentos que processam seus próprios resíduos para esse fim e, quando isso acontece em região de concentração de frigoríficos, tais empreendimentos acabam sendo polo de recebimento dos mesmos, que são transportados às custas de seus geradores, sem ônus para quem os recebe, constituindo-se em insumo gratuito para a fabricação de fertilizante orgânico.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 2. Peneiramento primário de resíduos provenientes da linha verde, em frigorífico de abate de bovinos.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 3. Tanque de flotação evidenciando acúmulo de material sólido flotante proveniente da linha verde de frigorífico de abate de bovinos.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 4. Associação de lagoas aeróbicas e anaeróbicas para depuração dos resíduos líquidos gerados em frigoríficos.

Em duas das unidades visitadas, o “rumem” é enviado para enterrio em lixões e em outra esse material é seco e queimado em caldeiras para a geração de vapor.

A Instrução Normativa nº 25/ 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) restringe o uso de resíduos de origem animal em pastagens, obrigando a incorporação dos mesmos, assim como a observância de quarentena para a entrada de animais, o que torna viável o uso desses resíduos apenas na implantação ou reforma de pastagens.

Não foi encontrado, na literatura, trabalho descrevendo a composição do conteúdo ruminal na forma como ele é produzido. Costa et al. (2009) e Nunes (2008) mostram, no entanto, resultados de compostos orgânicos elaborados a partir desses resíduos, com concentrações de nutrientes bem mais elevadas que o resíduo bruto aqui apresentado.

As amostras coletadas apresentaram pH médio de 6,6, próximo da neutralidade, embora a amplitude de variação tenha sido grande (Tabela 2). Dessa forma, não se esperam grandes variações do pH do solo, quando esse resíduo é utilizado como fertilizante em sua forma natural.

Em relação à composição, as amostras de conteúdo ruminal coletadas apresentaram elevada umidade, como decorrência dos processos de limpeza das salas de abate e curral de espera (Tabela 2). A natureza fibrosa desse resíduo, constituído por partes parcialmente decompostas de gramíneas, acarreta os elevados teores de carbono orgânico, próximo de 50% na massa seca.

Os teores médios de N encontrado nas amostras permitem que se atinja uma relação C/N de 35, um pouco acima daquela considerada de equilíbrio, indicando que não se trata de material muito recalcitrante.

Valores considerados de médios a baixos de P, K, Ca e Mg foram encontrados no conteúdo ruminal (Tabela 2). O P extraído com citrato, um pouco abaixo do teor de P total, indica que a disponibilidade desse elemento no resíduo não é muito comprometida.

Em relação aos micronutrientes, somente o ferro merece algum destaque, provavelmente em função da contaminação do conteúdo ruminal com eventuais quantidades de sangue, que possui esse elemento na hemoglobina.

Tabela 2. Média, mediana, valores mínimo e máximo e coeficiente de variação de pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio, fósforo extraído por citrato e teores totais de P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn de amostras de conteúdo ruminal⁽¹⁾.

	pH	Umidade	C. Org.	N	P total	P citrato	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
Média	6,6	81,2	49,1	1,39	0,154	0,119	0,119	0,433	0,042	0,232	0,329	8,0	1 676,7	109,9	74,4
Mediana	6,1	81,6	47,6	1,06	0,117	0,095	0,081	0,339	0,041	0,218	0,143	6,7	1 001,4	85,9	67,0
Mínimo	5,0	72,4	40,0	0,71	0,053	0,030	0,050	0,272	0,024	0,173	0,045	2,1	335,1	34,2	29,5
Máximo	9,0	90,5	58,9	4,34	0,459	0,500	0,425	0,979	0,080	0,344	1,705	21,6	6 688,3	267,0	148,1
CV %	21,2	6,6	10,0	61,90	76,905	81,881	85,857	48,429	32,458	19,055	136,233	59,7	101,7	59,7	43,0

⁽¹⁾ Valores expressos em relação à matéria seca.

Nota: a unidade dag kg⁻¹ é equivalente a %.

Resíduos da avicultura

A região Centro-Oeste do Brasil respondeu, em 2016, por pouco mais de 14% do total de abates de aves (Tabela 3), com cerca de 850 milhões de cabeças abatidas (IBGE, 2017), observando-se apenas pequenas variações nas quantidades de abates ao longo do ano.

Há que se ressaltar que as mesmas restrições impostas pela Instrução Normativa nº 25/ 2009 do Mapa, também valem para os resíduos de aviários, diminuindo a possibilidade de uso em pastagens.

Tabela 3. Abates de aves no ano de 2016, por trimestre, no Brasil, na região Centro Oeste e nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal.

	Ano 2016				Total
	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre	
Brasil	1.480.424.292	1.494.206.165	1.472.269.097	1.413.417.055	5.860.316.609
Centro-Oeste	226.104.961	209.289.360	212.649.996	194.056.059	842.100.376
MT	62.930.116	60.788.985	62.958.306	56.070.870	242.748.277
MS	41.563.253	42.254.324	41.742.633	39.632.690	165.192.900
GO	100.778.561	85.599.357	88.491.562	83.535.819	358.405.299
DF	20.833.031	20.646.694	19.457.495	14.816.680	75.753.900

Cama de aviário

Na avicultura de corte as aves são alojadas em aviários por períodos que variam, principalmente, entre 32 e 40 dias, sendo que ao longo do ano, costumeiramente, se alojam entre 8 e 10 lotes. Durante o período em que permanecem alojadas, as aves são mantidas sobre materiais que permitem a absorção dos fluídos de seus excrementos, resultando em um material chamado “cama”. As camas podem ser feitas a partir de diversos materiais, sendo mais comuns a casca de arroz e a maravalha.

Sordi et al. (2005) relatam que em uma granja de frangos de corte são gerados cerca de 3.100 g de cama por ave (2.600 g de excrementos e 500 g de substrato absorvente). Dessa forma, estima-se que, em 2016, foram geradas 2,6 milhões de toneladas de cama de aviário na região Centro-Oeste (IBGE, 2017; SORDI et al., 2005).

Anualmente, a cama dos aviários é retirada, sendo feita a limpeza e desinfecção dos galpões, operações que frequentemente ocorrem entre os meses de maio e setembro, o que pode variar em função da região e do escalonamento dessas operações. Após a retirada dos aviários a cama é amontoada, enquanto aguarda o uso na propriedade ou a venda a terceiros. Durante o armazenamento a cama deveria permanecer coberta, o que nem sempre foi verificado nas propriedades visitadas.

Merece destaque a presença generalizada do inseto conhecido como cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) nas camas coletadas e que, segundo Alves et al. (2006), constitui-se em problema sanitário avícola por ser veículo de doenças às aves. Não há relatos de problemas fitossanitários causados por esse inseto em culturas que recebem fertilizações com a cama de aviário.

Com a proibição de uso da cama de aviário na alimentação de ruminantes, esse resíduo tem sido tradicionalmente utilizado como fertilizante orgânico em culturas anuais e perenes, existindo grande procura por esse produto. Embora a comercialização se faça, normalmente, com a cama in natura, é possível encontrar a cama compostada (Figura 5) no mercado, a qual vem ganhando destaque.

Têm sido comuns os empreendimentos que utilizam a cama de aviário como insumo para a elaboração de fertilizantes organominerais farelados ou granulados, frequentemente enriquecidos com fontes minerais de macro e micronutrientes.

Constatou-se a prática de utilizar a cama em biodigestor, o que requer a incorporação de grande quantidade de água ao processo, sendo viável apenas quando se objetiva, além do uso do biogás, utilizar o efluente para fertirrigação.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 5. Pátios de compostagem de cama de aviário.

As camas de aviário amostradas apresentaram, na média, baixos valores de umidade (11,6 %), embora com ampla faixa de variação. É comum, em regiões de clima mais seco, o uso de nebulização de água para melhorar o conforto das aves dentro do aviário, o que justifica a amplitude da umidade das amostras coletadas.

As fezes das aves tornam a cama alcalina, com pH médio de 8,5 (Tabela 4), semelhante ao encontrado por Avila et al. (2008) e maior que o verificado por Luz et al. (2009). O pH elevado, aliado a teores relativamente elevados de nitrogênio (3,2 dag/kg de matéria seca), favorece a volatilização de amônia, razão pela qual o material exala forte odor desse composto, principalmente quando úmido e sob temperaturas elevadas.

A relação C/N é baixa (10,7), o que favorece a rápida mineralização no campo, quando as condições de umidade e de aeração assim o permitirem.

Em média, as camas amostradas mostraram-se com maiores teores de nutrientes que aqueles encontrados por Avila et al. (2008) e Luz et al. (2009), possivelmente em virtude do aumento do número de lotes alojados, que têm sido cada vez mais numerosos, de forma a otimizar o uso do substrato. Os teores de P total das camas são medianos, e aproximadamente 2/3 desse montante são prontamente disponíveis, medidos pelo P citrato. Já os teores de K, Ca e Mg são considerados elevados, o que justifica sua grande procura no mercado. Os teores de micronutrientes também podem ser considerados elevados, aumentando o valor das camas de aviário como fertilizante orgânico.

Esterco de poedeira

A produção de ovos é normalmente realizada com as aves alojadas em gaiolas suspensas dispostas em diferentes níveis em um barracão, onde as fezes caem no piso térreo, formando montes chamados “castelos”, dada a sua forma característica. Em granjas mais modernas e de grande porte, as fezes podem ser recolhidas por esteiras instaladas sob cada nível de gaiolas, o que facilita o trabalho de recolhimento e limpeza (Figura 6), gerando um material mais fresco e úmido em função da maior frequência de coleta.

As fezes possuem consistência pastosa, com elevada umidade, em torno de 60%, portanto bem mais elevada que as camas de aviário (Tabela 4). Dessa forma, embora quando analisada na base de matéria seca o esterco de poedeira seja mais concentrado em nutrientes que a cama de aviário, na comparação dos resíduos in natura o esterco de poedeira será menos concentrado que a cama. No entanto, ela também se constitui em boa fonte orgânica de nutrientes para a agricultura, sendo relatados usos com e sem a compostagem, embora esta última forma de uso apresente alguma dificuldade de distribuição no campo, em função da consistência pastosa desse resíduo.

Santos (2007) encontrou teores de N e Ca bem mais elevados que os deste trabalho, embora para P, K e Mg os valores encontrados sejam menores.

No entanto, houve concordância no valor da relação C/N, muito baixa (7,9), o que, assim como na cama de aviário, facilita a perda de N por volatilização, principalmente por efeito do pH elevado. Dessa forma, o esterco de poedeiras também exala um forte cheiro de amônia.

Os teores de Ca são muito elevados (Tabela 4), provavelmente em razão da presença de restos de cascas de ovos. Menos da metade do P total está disponível, quando avaliado pelo P solúvel em citrato, pois é possível que uma parte desse elemento esteja precipitando na forma de fosfato de cálcio.



Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes

Figura 6. Formação de “castelos” de esterco de poedeira sob aviário (A) e coleta de esterco com esteiras rolantes (B).

Tabela 4. Média, mediana, valores mínimo e máximo e coeficiente de variação de pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio, fósforo extraído por citrato e teores totais de P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn de amostras de cama de aviário, esterco de poedeira e resíduo de incubatório⁽¹⁾.

	pH	Umidade	C. Org.	N	P total	P citrato	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹														
	dag kg ⁻¹														
Cama de aviário															
Média	8,5	11,6	34,2	3,20	0,967	0,612	3,03	3,00	0,622	0,518	0,678	256,3	3540,7	500,9	462,0
Mediana	8,6	10,6	34,0	3,22	0,864	0,500	3,00	2,50	0,587	0,473	0,700	301,6	2636,6	504,0	467,3
Mínimo	6,9	3,8	24,5	2,13	0,445	0,050	1,63	1,70	0,308	0,300	0,328	61,4	332,4	217,6	245,2
Máximo	9,1	22,9	38,9	4,06	2,167	1,820	4,48	10,75	1,294	0,798	0,930	423,1	12731,1	855,0	680,2
CV%	5,1	53,9	11,0	18,50	44,400	62,900	23,00	65,10	34,300	27,900	24,900	51,0	103,9	31,8	23,9
Esterco de poedeira															
Média	7,9	60,1	30,7	4,21	1,930	0,849	2,36	10,07	0,512	0,359	0,391	60,0	1607,7	489,2	416,5
Mediana	8,1	61,6	33,1	4,19	1,839	0,795	2,44	9,36	0,426	0,333	0,388	57,1	838,5	458,9	413,9
Mínimo	6,0	43,9	11,2	3,02	1,456	0,680	1,27	6,52	0,326	0,251	0,203	29,5	349,3	293,8	209,6
Máximo	9,3	70,7	37,2	5,91	2,737	1,450	3,13	12,90	1,790	0,540	0,515	101,4	11770,9	727,0	619,2
CV%	12,5	13,8	21,8	30,73	18,945	23,772	22,66	21,42	70,105	18,682	20,533	33,8	177,5	31,4	32,5
Resíduo de incubatório															
Média	7,4	31,7	22,6	2,62	0,236	0,135	0,202	28,899	0,315	0,306	0,244	4,2	122,9	3,5	37,0
Mediana	7,4	32,5	21,4	2,65	0,208	0,137	0,188	28,744	0,318	0,307	0,240	1,1	106,2	3,2	30,6
Mínimo	7,1	25,7	17,1	1,80	0,175	0,050	0,169	26,084	0,177	0,257	0,210	0,0	79,0	2,6	25,3
Máximo	7,6	41,3	32,9	3,35	0,326	0,265	0,281	33,670	0,380	0,357	0,290	22,7	231,6	5,4	91,5
CV%	2,2	13,8	18,6	19,77	21,469	45,475	18,346	8,890	16,112	8,599	9,836	154,4	34,8	34,1	49,1

⁽¹⁾ Valores expressos em relação à matéria seca.
Nota: a unidade dag kg⁻¹ é equivalente a %.

Resíduo de incubatório

A especialização da atividade avícola faz com que a produção de pintainhos seja executada separadamente dos locais de engorda das aves, em incubatórios de grande porte. Embora não haja estudos específicos que quantifiquem as perdas nesse processo, delas resulta um resíduo de odor repugnante, que é normalmente descartado por meio de enterrio.

O resíduo de incubatório é constituído por ovos quebrados, em vários estágios do processo de incubação, assim como por pintainhos mortos, eclodidos ou não. Esse resíduo possui pH próximo da neutralidade (Tabela 4) e umidade não muito elevada.

Com cerca de 2,6% de N e 22,6% de carbono orgânico, a relação C/N média encontrada foi de 7,9, próxima à encontrada por Aires (2010), o que favorece a rápida decomposição desse resíduo.

Chama a atenção o teor total de Ca, próximo de 29%, extremamente elevado, em função da grande quantidade de cascas de ovos presentes nesse resíduo. Presume-se, porém, que apenas uma pequena parte desse elemento esteja disponível, já que ele se encontra na forma de carbonato de cálcio nas cascas de ovos. Em relação a P e K os valores são relativamente modestos, quando comparados à cama de aviário e ao esterco de poedeira. Quanto aos micronutrientes, os teores encontrados foram muito baixos.

Verificou-se uso de resíduo de incubatório em processo de compostagem, em conjunto com a cama de aviário (Figura 7).



Figura 7. Formação de medas de compostagem com uso de cama de aviário e resíduo de incubatório, este último transportado em tonéis plásticos (A); detalhe do resíduo de incubatório (B).

Resíduos da agroindústria sucroenergética

Torta de filtro

Na safra 2016/2017, a região Centro-Oeste foi responsável por 20% dos quase 621 milhões de toneladas de cana-de-açúcar moídas para a produção de álcool e açúcar, sendo 10,4% em Goiás, 7,7 % em Mato Grosso do Sul e 2,5 % em Mato Grosso (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, 2017). No total da região foram produzidos 4,2 milhões de toneladas de açúcar e 8,3 milhões de metros cúbicos de etanol.

A torta de filtro, gerada na produção de açúcar, resulta da filtragem do caldo da cana moída em filtros de tambor rotativo, e contém pequenos pedaços de bagaço e lodo de decantação do caldo (Figura 8). Sua produção é na ordem de 2,5% a 3,5% da cana moída e, na safra 2016/2017, estimou-se cerca de 1,5 milhão de toneladas produzidas.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 8. Torta de filtro sendo extraída em filtro de tambor rotativo no processo de fabricação de açúcar.

Tabela 5. Média, mediana, valores mínimo e máximo e coeficiente de variação de pH, umidade, carbono orgânico, nitrogênio, fósforo extraído por citrato e teores totais de P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn de amostras de torta de filtro e bagaço de usinas de cana-de-açúcar⁽¹⁾.

	pH	Umidade	C. Org.	N	P total	P citrato	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
 dag kg ⁻¹ mg kg ⁻¹														
	Torta de filtro														
Média	5,6	77,2	39,3	1,52	0,651	0,561	0,263	1,98	0,387	0,456	0,030	33,6	8345,5	290,4	114,7
Mediana	5,3	77,0	39,3	1,48	0,678	0,510	0,256	1,99	0,199	0,499	0,030	28,9	10392,1	315,4	104,1
Mínimo	4,7	72,3	37,2	1,31	0,426	0,460	0,169	1,52	0,126	0,329	0,005	27,2	4044,7	148,5	68,4
Máximo	6,7	82,3	42,4	2,05	0,807	0,760	0,375	2,55	0,826	0,592	0,045	59,8	13889,1	431,3	196,6
CV%	16,2	4,47	10,2	15,62	28,35	19,431	31,973	21,78	85,771	28,498	47,405	32,4	45,9	40,5	43,1
	Bagaço														
Média	5,5	40,4	46,1	0,29	0,025	0,028	0,142	0,059	0,037	0,213	0,038	3,0	640,8	14,4	45,8
Mediana	5,7	47,1	46,3	0,26	0,026	0,030	0,131	0,056	0,030	0,173	0,030	2,0	545,5	18,8	18,8
Mínimo	3,9	23,5	44,4	0,21	0,002	0,010	0,088	0,022	0,021	0,151	0,018	0,9	396,2	3,1	8,7
Máximo	7,6	51,1	47,2	0,42	0,071	0,060	0,213	0,141	0,069	0,365	0,068	12,3	1478,1	23,1	169,9
CV%	19,1	26,5	2,1	26,61	1288,053	49,906	51,003	3717,185	596,633	40,752	349,074	780,2	998,8	4780,4	117,3

⁽¹⁾ Valores expressos em relação à matéria seca.

Nota: a unidade dag kg⁻¹ é equivalente a %

Houve baixa variabilidade na composição das amostras analisadas, indicando homogeneidade nas diferentes fontes (Tabela 5).

Os resultados obtidos neste trabalho para a torta de filtro estão na mesma ordem de grandeza que os encontrados por Pires et al. (2008), cujos valores foram maiores para N e K e menores para P, Ca, Mg e S, embora esses teores ainda sejam expressivos para uso como fertilizante orgânico.

Entre os micronutrientes, apenas o ferro tem destaque, com altos teores. Foram encontrados teores medianos de cobre. Os valores encontrados por Pires et al. (2008) para Fe, Mn e Zn foram expressivamente mais elevados que aqueles deste trabalho, o que não ocorreu para o cobre. Apesar disso, houve aumento expressivo dos teores de Zn nos solos após a incubação com a torta de filtro.

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes



Figura 9. Composto orgânico elaborado a partir de torta de filtro aplicado na soqueira da cana-de-açúcar.

A torta de filtro é amplamente utilizada por diversas usinas na elaboração de composto orgânico, frequentemente enriquecido com fontes minerais de N, P e K. O fertilizante orgânico resultante é utilizado na renovação de canaviais ou na adubação de soqueiras (Figura 9).

Bagaço

Os processos de produção de açúcar e de etanol geram o bagaço da cana, na proporção de 30% a 35% da massa de cana moída, tendo gerado, na safra 2016/2017, na região Centro-Oeste, cerca de 40 milhões de toneladas. Embora o bagaço seja amplamente utilizado na cogeração de energia elétrica, é possível utilizá-lo em mix com outros resíduos em processos de compostagem, como fonte de carbono (46%) para equilibrar a relação C/N de misturas com outros materiais ricos em N.

As amostras analisadas mostraram umidade média em torno de 40% (Tabela 5) ao sair das moendas e pH indicando leve acidez. De forma generalizada, é um resíduo extremamente pobre em nutrientes (Tabela 5), com relação C/N atingindo 160. No entanto, pode ser útil na composição de mix de resíduos, de forma a ajustar a relação C/N para se aproximar de 30, valor recomendado para a otimização do processo de compostagem.

Processamento de couro

Lodo de caleiro

O processamento de couros bovinos na região Centro-Oeste é uma decorrência do grande número de abates, gerando resíduos com elevado potencial poluidor (CLASS; MAIA, 1994), com destaque para o lodo de caleiro e o lodo primário de estação de tratamento de efluentes (Figura 10), este último apresentando elevados teores de cromo trivalente. Embora os dois tipos de lodo gerados no processamento de couros apresentem elevados teores de compostos orgânicos e de nutrientes minerais, o lodo primário representa risco de poluição ambiental mais



Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes

Foto: Walder Antonio G. de A. Nunes

Figura 10. Tanques de lodo de caleiro (A) e de lodo primário de estação de tratamento de efluentes (B), este último com coloração azulada em consequência da presença de cromo.

grave em função da presença de cromo, o que restringe muito seu uso e suas formas de disposição segura no ambiente (KONRAD; CASTILHOS, 2001; MARTINES, 2005).

O processamento de um único couro gera cerca de 12 kg de lodos, sem diferenciar, todavia, qual o percentual de cada um deles (CLASS; MAIA, 1994). O lodo de caleiro é proveniente do processo de depilação do couro com compostos alcalinos, principalmente hidróxido de cálcio, sendo retirado do fundo dos decantadores em que essas soluções são depuradas, visando ao seu reaproveitamento. Não há trabalhos que quantifiquem a geração desse resíduo, tampouco os operadores de curtume têm essa informação, constituindo-se, assim, oportunidade de pesquisa posterior.

Os principais aspectos que chamam a atenção para o lodo de caleiro são o elevado pH, em torno de 12, e os elevadíssimos teores de Ca (Tabela 6), ambos como resultados do uso de hidróxido de cálcio na depilação dos couros, concordando com resultados obtidos por Konrad e Castilhos (2002).

Os teores de carbono orgânico contidos no lodo de caleiro são relativamente baixos, possivelmente como efeito de oxidação provocada pelo meio fortemente alcalino. Há que se considerar que uma parte desse carbono orgânico esteja na forma de queratina, proveniente dos pelos, constituindo-se em material de elevada recalcitrância. O teor elevado de N, aliado ao alto pH, possivelmente provocam grandes perdas desses elementos na forma de amônia.

Os teores de micronutrientes do lodo de caleiro são de medianos a baixos, o que, aliado aos elevados índices de pH do resíduo e do solo, após recebê-lo, poderia ocasionar precipitação desses elementos no solo, diminuindo expressivamente sua disponibilidade às plantas.

O lodo de caleiro veicula quantidades expressivas de sódio, o que poderia causar a elevação do teor desse elemento no solo, efeito

verificado por Aquino Neto e Camargo (2000). Dessa forma, deve-se evitar a aplicação desse resíduo em períodos de estiagem, pois haveria o risco de causar desequilíbrio osmótico nas culturas, em função da salinização do solo.

Esse resíduo é bastante evitado pelos agricultores em função de seu forte odor pútrido e, dessa maneira, não há comercialização desse resíduo. Por este motivo, os curtumes despendem recursos em sistemas de tratamento que visam a diminuir a carga orgânica dos lodos, que são, em geral, enviados para aterros sanitários industriais, gerando custos adicionais aos empreendimentos.

Em um dos curtumes visitados para a realização de coletas, existe a prática de uso de lodo de caleiro como fertilizante/corretivo em pastagens de fazenda própria, sem, no entanto, dar vazão à totalidade do lodo gerado ao longo do ano.

Resíduos da cafeicultura

Palha ou casca de café

Embora a participação da região Centro-Oeste na produção brasileira de café não seja muito expressiva (0,5% de *Coffea arabica* e 5% de *C. canephora*), em algumas regiões localizadas há concentração de plantio, havendo, então, acúmulo de resíduos originados na atividade de processamento do grão.

A palha ou casca de café é o principal resíduo da atividade cafeeira e é originária do pericarpo seco dos frutos e do pergaminho que envolve as sementes, ambos retirados mecanicamente após secagem em terreiro aberto, seguido de secagem, que é realizada em secador. As análises das amostras de palha de café mostraram baixa umidade, considerando que são previamente secas para o processamento, o que uniformiza essa característica e explica sua baixa variabilidade (Tabela 7).

O pH das amostras ficou levemente abaixo da neutralidade, indicando baixa acidez. Em termos de composição, destacam-se os elevados teores de carbono orgânico e de potássio e médios de N, o que leva a uma relação C/N em torno de 40, indicando dificuldade de decomposição e provável imobilização temporária do nitrogênio do solo durante esse processo. Características semelhantes foram encontradas por Sediya et al. (2000), que encontraram relação C/N de 36, para esse tipo de material.

Os níveis de P, Ca, Mg, Na, S e micronutrientes foram considerados baixos a muito baixos, sendo necessária complementação quando se utiliza a palha de café como fertilizante de culturas. Os níveis desses elementos foram mais baixos que aqueles encontrados por Sediya et al. (2000).

É comum o uso desse resíduo como parte da adubação da própria cultura de café, que é aplicada nas ruas da cultura. É raro haver comercialização da palha de café, razão pela qual esse resíduo não é precificado no mercado e, frequentemente, é deixado a se decompor junto aos barracões de beneficiamento.

Por se constituir em boa fonte de matéria orgânica de K e, secundariamente, de N, há potencial de uso também em forma de misturas com outros resíduos para processos de compostagem, ou para uso associado à fertilização mineral, em conformidade com Viana e Miguel (1992).

Não foi encontrada informação disponível sobre a geração de palha de café, o que suscita a necessidade de pesquisas na área.

Considerações finais

O conteúdo ruminal, a cama de aviário, a torta de filtro e o bagaço de cana-de-açúcar são resíduos gerados em grandes quantidades, com estimativas anuais de 321 mil toneladas, 2,6 milhões de toneladas, 1,5 milhão de toneladas e 40 milhões de toneladas, respectivamente. Em algumas atividades a carência de coeficientes técnicos relativos à produção de resíduos ainda impede o correto dimensionamento das quantidades geradas. É o caso dos resíduos de frigoríficos e de curtume, da palha de café e dos resíduos de incubatório, que se constituem em boas oportunidades de pesquisa.

Alguns dos resíduos estudados já são amplamente utilizados como parte da fertilização de culturas, como é o caso da cama de aviário e da torta de filtro.

No entanto, a Instrução Normativa nº 25/ 2009 do Mapa restringe, por razões sanitárias, no caso de pastagens, o uso de resíduos da produção animal, como conteúdo ruminal, cama de aviário, esterco de poedeiras e resíduos de incubatório, exigindo a incorporação dos mesmos e a observância de quarentena. Essa proibição, ainda controversa, merece estudos para verificar sua pertinência ou para flexibilizar o uso desses resíduos.

Os resíduos da avicultura foram, na média, os mais ricos em nutrientes, destacando-se N e P na cama de aviário e no esterco de poedeiras, além dos micronutrientes; os teores de Ca no resíduo de incubatório foram elevados, mas não estão prontamente disponíveis. Neste último resíduo, o forte odor característico é um grande impedimento para seu uso mais amplo, o que mereceria trabalho específico para sanar esse problema. Sendo resíduos caracteristicamente ricos em N, são necessárias ações com o objetivo de diminuir as perdas desse elemento, principalmente, quando tais teores estão associados a pHs elevados.

Somente os teores de potássio e carbono orgânico foram considerados elevados na palha de café.

O lodo de caleiro destacou-se pelo seu alto pH e elevados teores de cálcio, sendo eficiente em elevar o pH do solo quando utilizado como fertilizante. Seus baixos teores de micronutrientes, aliados ao elevado pH, podem induzir deficiências desses elementos nas culturas. O excesso de sódio é um problema desse resíduo, motivo pelo qual ele deveria ser utilizado, preferencialmente, durante os períodos chuvosos.

Há grande potencial de reciclagem de nutrientes contidos nos resíduos de origem agropecuária e da agroindústria, embora algumas dificuldades devam ser superadas.

Referências

AIRES, A. M. **Caracterização química e orgânica dos resíduos de incubatório e materiais carbonáceos para sua compostagem.** [Buenos Aires]: Engormix, 2010. Disponível em: <<http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/caracterizacao-quimica-organica-dos-t255/124-p0.htm>>. Acesso em: 13 set. 2017.

ALVES, L. F. A.; BUZARELLO, G. D.; OLIVEIRA, D. G. P.; ALVES, S. B. Ação da terra de diatomácea contra adultos do cascudinho *Alphitobius diaperinus* (Panzer, 1797) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 1, p. 115-118, jan./mar. 2006.

AQUINO NETO, V.; CAMARGO, O. A. Acúmulo de crômio em alface cultivada em dois latossolos tratados com CrCl₃ e resíduos de curture. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 225-235, jan./mar. 2000.

AVILA, V. S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C. A. F.; ABREU, V. M. N.; ROSA, P. S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2008.

CLASS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre: SENAI-RS, 1994. 664 p.

COSTA, M. S. S. de M.; COSTA, L. A. de M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA, C. J. da; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 100-107, Jan./Feb. 2009.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. SIDRA. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. [Rio de Janeiro], 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1092>>. Acesso em: 3 set. 2017.

KONRAD, E. E.; CASTILHOS, D. D. Alterações químicas do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodos de curtume. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 257-265, jan./mar. 2002.

KONRAD, E. E.; CASTILHOS, D. D. Atividade microbiana em um Planossolo após a adição de resíduos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 2, p. 131-135, maio/ago. 2001.

LUZ, J. M. Q.; MORAIS, T. P. S.; BLANK, A. F.; SODRÉ, A. C. B.; OLIVEIRA, G. S. Teor, rendimento e composição química do óleo essencial de manjeriço sob doses de cama de frango. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 3, p. 349-353, jul./set. 2009.

MARTINES, A. M. **Impacto do lodo de curtume nos atributos biológicos e químicos do solo**. 2005. 62 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-02082005-132525/publico/AlexandreMartines.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2017.

NUNES, W. A. G. A. Resposta produtiva das culturas de soja e milho à adubação com composto orgânico elaborado com resíduos de frigorífico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 12.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 10.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 7., 2008, Londrina. **FertBio 2008**: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: anais. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. 1 CD-ROM.

PIRES, A. A.; MONNERAT, P. H.; MARCIANO, C. B.; PINTO, L. G. da R.; ZAMPIROLI, P. D.; ROSA, R. C. C.; MUNIZ, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1997-2005, set./out. 2008.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

SANTOS F. G. dos. **Efeito do revolvimento e de adição de S sobre a compostagem de esterco de aves poedeiras**. 2007. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 185-189, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100030>. Acesso em: 4 set. 2017.

SORDI, A.; SOUZA, S. N. M.; OLIVEIRA, F. H. Biomassa gerada a partir da produção avícola na região Oeste do Estado do Paraná: uma fonte de energia. **Acta Scientiarum: technology**, v. 27, n. 2, p. 183-190, July/Dec. 2005. DOI: 10.4025/actascitechnol.v27i2.1482. Disponível em: <<http://ojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/1482/846>>. Acesso em: 4 set. 2017.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Moagem de cana-de-açúcar e produção de açúcar e etanol – safra 2016/2017.** [São Paulo, 2017?]. Disponível em: <<http://www.unicadata.com.br/historico-de-producao-e-moagem.php?idMn=32&tipoHistorico=4&acao=visualizar&idTabela=1884&safra=2016%2F2017&estado=MS%2CMT%2CGO%2CDF>>. Acesso em: 1 dez. 2017.

VIANA, A. S.; MIGUEL, A. E. Efeitos da adubação química isolada bem como a sua associação com adubos orgânicos na produção de cafeeiros Mundo Novo, em solo LEd. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Trabalhos apresentados...** Brasília, DF: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1992. p. 113-116.



Agropecuária Oeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 14200