

RESUMEN GENERAL

COUTINHO, Éder. Desarrollo tecnológico en fertirrigación a partir de compostaje de residuos orgánicos para cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Plan de Tesis (Doctorado en Ciencia, Tecnología e Innovación Agropecuaria). Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río IV, Córdoba, Argentina.

Las Naciones Unidas declararon al año 2010 cómo el año de la biodiversidad con el objetivo de estimular acciones a la protección del mundo. El conocimiento de los valores de N, P y K, presentes en los desechos orgánicos del medio rural constituye la base de la fertilización para cada cultivo, en función de la productividad pretendida. Entre las tecnologías de reciclaje de desechos se encuentra el compostaje, que se presenta básicamente como una forma de estabilización de un residuo. Este estudio tiene como objetivo desarrollar y aplicar tecnologías de procesos generales de formación de abono y fertilizante orgánico utilizando estiércol de cerdo al cultivo de maíz (*Zea mays L.*), tiene como objetivo discutir algunos aspectos específicos para la supervivencia de las zonas de producción intensiva de cerdos en Brasil después de determinar la calidad del compost y suelo por medio de parámetros físicos, químicos y biológicos y evaluar las diferentes tecnologías de la aplicación del compost con realización experimental en área del criadero Zootecnia_UFRuralRJ, localidad 22°46'23" S y 43°41'12" O; construir un modelo de dibujo de fertirrigación; tomando como referencia los modelos de investigación Sistema Integrado de Produção Agroecológico da Embrapa Agrobiologia_BR (<http://www.cnpab.embrapa.br/>) y manejo de las pilas en el Royal Botanic Garden_UK (<http://kew.org/>). Los resultados analíticos del compuesto se obtendrán con los parámetros de humedad, densidad, pH, los niveles de N, C, Ca, Mg, P, K, B, Fe, relación C/N (USEPA), 1976; APHA, 1992), Zn y Cu, y una revisión bibliográfica sobre compostaje. Informe de análisis de suelo se llevará a cabo a través de métodos de análisis utilizados por Embrapa Agrobiologia y el Departamento de Suelos, Instituto de Agronomía UFRRJ. Interpretación y conclusiones se llevará a cabo por medio de Estadística Software InfoStat (Ver. 2010)-R2.11.0 y MindManager X5 Pro.

Palabras-clave: compost, riego, , *Zea Mays L.*

GENERAL ABSTRACT

COUTINHO, Éder. Technological development in fertirrigation from composting of organic waste for crop corn (*Zea mays L.*). Plan Thesis (Doctorate in Science, Technology and Innovation Agropecuaria). Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Córdoba, Argentina.

The United Nations has declared the year 2010 as the year of biodiversity with the aim of stimulating actions to protect the world. The knowledge of the values of N, P and K, present in organic waste from rural areas forms the basis of each fertilization cultivation to achieve desired productivity. Composting, recycling technologies, presents itself primarily as a way of stabilizing a residue. This study aims to develop and apply technologies of general processes of composting and organic fertilizer using pig manure to corn cultivation (*Zea mays L.*), aims to discuss some specific aspects for the survival of the zones of intensive production of pigs in Brazil after determining the quality of the compound by means of physical, chemical and biological parameters; evaluate the different technologies of application of compost produced with use of pig manure from the farm Zootecnia_UFRuralRJ, 22°46'23" S and 43°41'12" O; build a model drawing of fertirrigation; taking as reference the research models Sistema Integrado de Produção Agroecológico da Embrapa Agrobiologia_BR (<http://www.cnpab.embrapa.br/>) and handling of the piles in the Royal Botanic Garden_UK (<http://kew.org/>).. Analytical results of the compound will be obtained with parameters of moisture, density, pH, levels of N, C, Ca, Mg, P, K, B, Fe, relationship C/N (US EPA, 1976; APHA, 1992), Zn and copper, in addition to a detailed literature review on composting. Report of soil Analyses will be carried out through analysis methods used by Embrapa Agrobiologia and Department of Soil, Agronomy Institute of UFRRJ Interpretation and conclusions will be carried out by means of Statistical Software InfoStat (Ver. 2010)-R2.11.0 and MindManager X5 Pro.

Keywords: compost, irrigation, *Zea mays L*



1. INTRODUÇÃO GERAL

As Nações Unidas declararam o ano 2010 como o ano da biodiversidade com o objetivo de estimular ações à proteção do mundo. Com isto muitos países propuseram metas à preservação e conservação da biodiversidade com propostas de uso racional e sustentável de fontes de recursos naturais. O não cumprimento destas metas pode tornar-se um problema para a manutenção dos sistemas produtivos, uma vez que estes dependem da biodiversidade e das relações com os principais mercados consumidores.

O contexto sócio econômico do Brasil e da Argentina no espaço Mercosul revela a participação efetiva na importação e exportação de produtos agropecuários. Segundo a FAO, Brasil e Argentina figuram entre os cinco países que mais produzem carne bovina. Na produção de milho, Brasil e Argentina ocupam o terceiro e sexto lugar com relação ao volume produzido no mundo, sendo o primeiro, o maior consumidor do Mercosul e o segundo, o maior exportador deste produto na região. Estimular o uso da reciclagem agrícola é particularmente adequado no Brasil, pois pode ser implementada com baixo custo, segurança sanitária (dentro de critérios seguros) e excelentes resultados agrônômicos, contribuindo ao fechamento do ciclo ecológico dos nutrientes extraídos do solo pela planta, melhoria da resistência das terras à erosão e revisão de métodos sustentáveis de produção agrícola. O conhecimento dos valores de N, P e K, presentes nos *rejeitos orgânicos* do meio rural constitui a base da fertilização de cada cultivo para alcançar a *produtividade* pretendida.

O sistema de produção de suínos, no sul do Brasil, produz uma elevada quantidade de rejeitos sólidos e líquidos, gerando problemas de manejo, armazenagem, distribuição e poluição ambiental (Dartora ET AL, 1998). Os criadores de suínos destinam grandes volumes de recursos com a intenção de melhorar a produção e produtividade, mas muitas vezes não há valorização no controle da emissão de poluentes e do respectivo impacto na utilização agrônômica dos rejeitos. (Perdomo, 2001). Segundo a Embrapa do Mato Grosso do Sul, o uso de doses crescentes de rejeitos de suínos (45, 90, 135 e 180m³/ha), aplicando-os de maneira exclusiva no solo de bioma cerrado, produziu uma variação de níveis à 5,18 a 7,65 tn/ha de milho; em comparação, a produtividade testemunha e a fertilização química foram de 1,60 a 3,80 tn/ha, indicando solos de baixa fertilidade natural e baixa resposta a fertilização química.

Das tecnologias de reciclagem, a compostagem, é o processo biológico através do qual a matéria orgânica estabiliza-se e decompõe-se à temperatura termofílica à partir do calor gerado biologicamente; Apresenta-se basicamente como uma forma de estabilização de um resíduo (Sanchez y Rodriguez, 1996).

A distribuição de rejeitos orgânicos com tanques mecanizados representa um investimento de alto custo com limitações de áreas disponíveis, tanto em quantidade como em topografia e eventual risco de compactação do solo. Os sólidos manejados em pilhas estáticas de compostagem exigem equipamento próprio para sua aplicação ao solo. A injeção dos produtos pode ser efetuada utilizando diferentes técnicas e equipamentos (Costa & Brito, 1994), mas, independentemente do método adotado, a qualidade dos resultados obtidos na quimificação depende do cálculo correto de variáveis como a taxa de injeção, quantidade do produto a ser incorporado, volume do conjunto de tanques, doses a serem aplicadas à área irrigável, e concentração do produto na água de irrigação, entre outros (Embrapa CNPMS, 1998).

Considerando o potencial atual do sistema de criação de suínos, nas fases de creche, crescimento e terminação sob piso Ripado total, ripado parcial ou Deep Bedding (Camas Sobrepostas), com presença de dejetos líquidos manejados internamente sob o piso ripado ou externamente em canaletas abertas, preconiza-se a estes sistemas de produção a utilização de esterqueiras para o armazenamento dos dejetos, destacando-se a necessidade de estudos que visem validação e implementação de tecnologias redutoras de riscos ambientais para o desenvolvimento desta atividade e respectivas implicações aos segmentos econômicos relacionados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A produção animal na visão dos brasileiros

Segundo Oliveira, P. A. V, na produção e manejo de dejetos de suínos, o grande desafio dos produtores de suínos, atualmente, é para com a sustentabilidade ambiental das regiões de produção intensiva. De um lado existe a pressão pela concentração de animais em pequenas áreas de produção, e pelo aumento da produtividade e, do outro, que esse aumento não afete o meio ambiente. Porém, esses dois desafios são antagônicos, ou seja, de um lado o aumento dos plantéis gerando um maior volume de resíduos excedentes em pequenas áreas a serem manejados e, de outro, o conseqüente agravamento dos riscos de degradação do meio-ambiente. Encontrar um modo de manejo adequado aos dejetos de suínos é o maior desafio para a sobrevivência das zonas de produção intensiva, em razão dos riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas por nitratos, fósforos e outros elementos minerais ou orgânicos e, do ar, pelas emissões de NH₃, CO₂, N₂O, e H₂S e, também, em função dos custos e dificuldades de armazenamento, de tratamento, de transporte, de distribuição e da utilização como fertilizante na agricultura. Os sistemas confinados constituem a base de expansão e da maior produtividade da suinocultura, porém induzem a adoção de manejo de dejetos na forma líquida, favorecendo o lançamento de efluentes na natureza (sem tratamento prévio), ocasionando intenso processo de degradação ambiental. A recomendação técnica para o manejo destes resíduos líquidos é o armazenamento e tratamento em esterqueiras ou lagoas para posterior uso em lavouras como fertilizante. Vários trabalhos de pesquisa têm demonstrado que todos os tratamentos de dejetos, em uso no Brasil, embora reduzindo o potencial poluidor não permitem que o resíduo final seja lançado diretamente nos cursos d'água. Com o aumento do efetivo de suínos em pequenas áreas, e conseqüente aumento do volume de dejetos líquidos produzidos, a exigência de áreas de lavoura é aumentada proporcionalmente ao número de animais em produção. Podemos observar na região Oeste Catarinense, onde concentram-se em torno de 76% do total efetivo de suínos do estado, que tal situação em algumas propriedades, faz com que ocorra grande quantidade de dejetos por unidade de área, não permitindo um adequado aproveitamento, ocasionando sérios problemas de poluição dos recursos naturais. Atualmente o sistema de criação de suínos dominante, nas fases de crescimento e terminação é do tipo ripado total ou ripado parcial (81%) sendo os dejetos manejados internamente sob o piso ripado ou externamente em canaletas abertas. Todos estes resíduos de produção exigem a utilização de esterqueiras ou de lagoas para o armazenamento dos dejetos líquidos. O volume total dos dejetos líquidos produzidos (dejetos líquidos produzidos pelos animais + perda de água nos bebedouros + água utilizada na limpeza) requer grandes estruturas para o armazenamento (os órgãos de fiscalização ambiental preconizam tempo mínimo de 120 dias de retenção), áreas com culturas suficientes para o aproveitamento agrônômico desses resíduos, e também, a disponibilidade de máquinas e equipamento pelos produtores. A estratégia da armazenagem e distribuição como controle da poluição não tem sido totalmente correta, pois revela um distanciamento da realidade, necessidade e interesse dos produtores. Em estudo realizado pela Epagri-SC, revela-se que apenas 15% das propriedades suinícolas de Santa Catarina possuíam alguma forma de tratamento (esterqueiras ou lagoas) no início da década de 90, mas em 1997 já eram 40% (6.324) dos produtores integrados a Agroindústrias e 70% (9.012) do total em 1999 segundo Tramontini (1999). O maior problema para a adequação das propriedades as exigências da legislação, é que as ações para a melhoria da qualidade do ar e redução do poder poluente dos dejetos suínos a níveis aceitáveis pela legislação requerem investimentos significativos, normalmente acima da capacidade de pagamento do produtor. Por outro lado, a utilização dos dejetos suínos como fertilizante para as plantas exige

conhecimentos específicos para cada situação e razoáveis investimentos em armazenagem, transporte e distribuição, nem sempre disponíveis para os pequenos e médios produtores.

2.2 Classificação de Resíduos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio de sua normativa NBR 10004 (2004), para a classificação de resíduos é preciso identificar o processo e/ou atividade que lhes deu origem, seus constituintes e características, sendo necessária a comparação com listas de resíduos e substâncias cujo impactos são conhecidos.

Segundo a ABNT (2004) NORMA nbr N° 10004, os resíduos sólidos são classificados como, aqueles que estão no estado sólido propriamente dito ou no estado semi-sólido, e são resultantes das atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de variação. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

De acordo com a ABNT (2004) os resíduos são classificados em resíduos Classe I, Classe II e Classe B.

Os Resíduos Classe I são considerados resíduos perigosos, pois apresentam periculosidade, conseqüentemente, causando risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, e ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, e/ou apresentem inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, ou constem nos anexos A ou B da respectiva norma.

Os Resíduos Classe II são considerados como resíduos não perigosos, e são divididos em:

- a) resíduos classe II A (sendo estes Não Inertes) – são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I (Perigosos) e nas de resíduos classe II B – Inertes, nos termos desta Norma, nesta classe resíduos, podem apresentarem-se propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
- b) resíduos classe II B (Inertes) – são quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, a exceção de aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G, ABNT (2004).

2.2.1 – Emissão de poluentes

É difícil escolher uma definição para POLUIÇÃO entre as muitas que já foram dadas, devido a complexidade que representa o problema. De fato, a poluição já foi definida de forma direta e indireta. Indiretamente, a enunciou a lei suíça em 1955, quando disse: “Se tomarão as medidas necessárias para controlar a poluição, ou qualquer outra deterioração das águas superficiais e subterrâneas, a fim de conseguir a proteção sanitária dos homens e animais, a possibilidade de utilizar para fins de bebida os mananciais e as águas subterrâneas, o tratamento das águas superficiais para fazê-las aptas para o consumo industrial e doméstico, os usos recreativos, a pesca, a proteção das construções fluviais e impedir a desfiguração das paisagens.”

As definições diretas são várias. Assim, a legislação francesa de 1964 a define dizendo que: “A poluição da água consiste no lançamento de resíduos sólidos ou líquidos, o depósito de materiais ou qualquer outra ação suscetível de causar deterioração ou incrementar o grau do mesmo, na qualidade das águas modificando suas características físicas, químicas, biológicas e bacteriológicas.”

O Código de Água polonês diz: “A poluição daninha consiste na transformação das características físicas, químicas e biológicas da água como consequência da introdução, em quantidades excessivas, de matéria sólida, líquida, ou gasosa, energia, materiais radiativos ou quaisquer outras substâncias ou materiais, com o resultado final de inabilitar aquelas águas em seu uso normal para fins domésticos, industriais, agrícolas, a pesca e outros.”

As Nações Unidas a define assim (1961): “Um rio está poluído quando suas águas são alteradas em sua composição ou estado, direta ou indiretamente, como consequência da atividade humana, de tal modo que ficam menos aptas para um de todos os usos a que estavam destinadas, e para as quais seriam aptas em sua qualidade natural.”

Na Carta da Água (1968) proclamada pela Assembléia Consultiva do Conselho da Europa, em Estrasburgo, em seu ponto V diz: “A poluição consiste em uma modificação, geralmente provocada pelo homem, da qualidade da água, fazendo-a imprópria ou perigosa pra o consumo humano, à indústria, à agricultura, à pesca, às atividades recreativas assim como para os animais domésticos e à vida natural.”

O Brasil através do Decreto 50.877, de 29 de julho de 1961, definia em seu artigo 3 – “Para os efeitos deste Decreto, considera-se “poluição” qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas das águas, que possa importar em prejuízo à saúde, à segurança e ao bem-estar das populações e ainda comprometer a sua utilização para fins agrícolas, industriais, comerciais, recreativos e, principalmente, à existência normal da fauna aquática.”

Finalmente através da Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 3º estabelece que entende-se por:

I **meio ambiente:** o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;

II **degradação da qualidade ambiental:** a alteração adversa das características do meio ambiente;

III **poluição:** a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;

IV **poluidor:** a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;

V **recursos ambientais:** a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.”

O Estado do Rio Grande do Sul, através da Lei 7.488, de 14 de janeiro de 1981 em seu Artigo. 3º, define para os efeitos legais que considera-se:

I **poluição,** a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar, no solo ou no subsolo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, em

concentração ou com características em desacordo com os padrões estabelecidos, ou capaz de, direta ou indiretamente, mediata ou imediatamente:

- a) Tornar-se nociva ou ofensiva à saúde, a segurança ou ao bem-estar das populações;
- b) Criar condições inadequadas de uso do meio ambiente para fins públicos, domésticos, industriais, agropecuários, comerciais, recreativos, ou outros;
- c) Ocasionar dano ou ameaça de dano à fauna, à flora, ao equilíbrio ecológico, às propriedades públicas e privadas ou à estética.

II **meio ambiente**, o conjunto de elementos – águas interiores ou costeiras, superficiais ou subterrâneas, ar, solo, subsolo, flora e fauna – as comunidades humanas, o resultado do relacionamento dos seres vivos entre si e com os elementos nos quais se desenvolvem e desempenham as suas atividades.

III **fonte de poluição**, toda e qualquer atividade, processo, operação ou dispositivo, móvel ou não, que independentemente de seu campo de aplicação, induzam, produzam ou possam produzir a poluição do meio ambiente, tais como estabelecimentos industriais, agropecuários, comerciais e prestadores de serviços e atividades-equiparadas, equipamentos e maquinários, adensamento demográfico e outros tipos de assentamentos humanos, previstos no Regulamento desta Lei.

IV **poluente**, toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente causa a poluição de meio ambiente.

2.2.2 – Tipos de poluição

A poluição pode ser dividida em dois grandes grupos:

- Poluição provocada por causas naturais ou geoquímicas.
- Poluição provocada como consequência da atividade do homem.

As duas dão lugar a alterações físicas, químicas ou biológicas da água, fazendo-a em muitos casos inservível para determinados usos.

As alterações mais importantes que podem sofrer as águas como consequência do aporte ao seio da mesma, de substâncias estranhas ou pela presença delas, são físicas, de cor, odor, sabor, temperatura, material em suspensão, radioatividade, formação de espumas; químicas, onde alterações causadas por compostos químicos lançados nas águas são possivelmente as mais importantes e as mais comuns, tanto pelos efeitos que produzem, como pelas consequências funestas que acarretam, sendo estes compostos químicos de origem orgânica e/ou de origem inorgânica; e biológicas, supondo nestas, por uma parte, o aumento da presença de bactérias patogênicas, vírus, etc., capazes de produzir enfermidades e, por outra, a ausência de animais e plantas devido a não existir em solução o oxigênio dissolvido necessário para a vida no seio da água.

Geralmente uma água que contenha menos de 4mg/L de oxigênio dissolvido não está apta para o desenvolvimento de vida em seu interior. Esta carência de oxigênio somente se dá em águas não poluídas quando procedente das camadas mais profundas da terra. Nos demais casos, a ausência de oxigênio é uma consequência de uma poluição.

As vezes, no entanto, ainda que haja oxigênio presente, as águas estão poluídas pela presença de substâncias inorgânicas que não reduzem a presença de oxigênio, mas no entanto criam outras alterações nas propriedades da água, que a fazem imprópria para muitos usos.

Os contaminantes mais importantes que poluem às águas, assim como sua origem exigem listas muito extensas, variando constantemente ajustada com a variação dos processos de fabricação de muitos produtos. Entre os mais importantes produtos e/ou subprodutos de processos capazes de contaminar pode-se identificar a presença de: sólidos insolúveis ácidos, hidróxidos, sais de cobre, sais de zinco, sais de mercúrio, sais de chumbo, sais de arsênio, cromatos e dicromatos, sais de ferro, cianeto de sódio, sulfeto de sódio, hidrocarbonetos, óleos minerais sem efeito notável, óleos minerais pouco tóxicos, fenóis; contaminantes da água e dos alimentos, como bactérias, vírus, protozoários e metazoários, metais, nitratos, fluoretos, petróleo, fenóis. Contaminantes, sólidos em suspensão; contaminantes do ar, como, anidridos de enxofre, associados à partículas em suspensão, partículas sólidas em suspensão, oxidantes (ozônio inclusive), monóxido de carbono, chumbo, amianto; e contaminantes do solo, em função de excrementos humanos, excrementos da produção animal, águas residuárias, aterros e lixões, despejos industriais, despejos radioativos e praguicidas da produção vegetal.

Contaminantes que causam efeitos de grande importância aos índices de saúde, e que criam a necessidade de tratamento, pois no que corresponde às águas residuais, tanto as de origem industrial como as de origem doméstica, ao serem lançadas em um rio provocam uma alteração dos equilíbrios físico, químico e biológico da água. Porém, se esta água que se lança é previamente tratada ou depurada, o trauma que produzirá será menor que a que se verte crua, e tanto menor quanto mais complexo tenha sido o tratamento. O grau de tratamento deve estar de acordo com as características reológicas do corpo receptor. A poluição das águas provoca uma sucessão de acontecimentos indesejáveis fáceis de observar em um rio, onde cada conjunto deles tem lugar em uma zona determinada, variável de um dia para outro, porém bem definida no tempo, que se pode controlar e medir desde o ponto onde se realizou o lançamento da água residual que originou a poluição, permitindo-se dividir um rio poluído em quatro ramos ou zonas bem definidas e fáceis de determinar, correspondentes as quatro fases mais importantes que se observam no mesmo. Elas são: zona de degradação, zona de decomposição ativa, zona de recuperação e zona de águas limpas. Atualmente, o lançamento de águas residuais urbanas ou industriais nos leitos dos rios, sem serem depuradas ou insuficientemente tratadas, não pode mais ser um descarte para a assimilação pelo poder autodepurador natural dos receptores. A capacidade de autodepuração foi superada, sendo totalmente imprescindível o tratamento de todos os lançamentos que possam causar danos ao meio ambiente. Devido a explosão industrial do século passado, assim como a formação de grandes núcleos populacionais, os rios foram degradados paulatinamente, até o ponto de converterem-se alguns locais em verdadeiras cloacas, desaparecendo totalmente a vida e sendo causa de graves prejuízos sanitários e estéticos à população assentada em sua zona de influência. A priori, é viável, o lançamento zero, ou o que se preconiza como reciclagem total da água dentro de processos de produção com única solução para o problema, sendo necessário, para alcançar esta meta, contínuos impulsos na tecnologia, de tal forma que os processos aumentem a eficácia e economia, com o objetivo de obter um meio ambiente adequado sem produzir graves problemas sócio-econômico-ambientais.

2.3 Compostagem de resíduos orgânicos

2.3.1 – Definição de Compostagem

Compostagem pode ser definida como a decomposição biológica de substratos orgânicos, sob condições que permitem alcançar temperaturas termofílicas com o resultado da produção biológica de calor, obtendo-se um produto final estável, livre de patógenos e de sementes e que pode ser utilizado em benefício do solo (Hang 1993, citado por WRAP, 2004). Segundo Sharma et al. (1997), compostagem geralmente é definida como a decomposição biológica oxidativa, sob condições controladas, de substâncias orgânicas presentes em materiais de diversas naturezas. Schaub & Leonard (1996), definem

compostagem como um processo bioquímico aeróbio natural em que microorganismos transformam materiais orgânicos em produtos mais estáveis que beneficiam o solo.

2.3.2 - Objetivos da Compostagem

A utilização de diferentes matérias primas e de diferentes processos de compostagem permite a obtenção de uma grande variedade de produtos. Para se determinar a eficiência do processo de compostagem e a qualidade do produto obtido, é necessário que seja definido claramente o objetivo da compostagem. Na literatura são descritos os seguintes objetivos:

2.3.2.1 - Estabilização do material

Para que materiais orgânicos, como esterco, resíduos industriais e restos vegetais possam ser estocados e transportados sem riscos de elevação de temperatura ou emissão de odores desagradáveis, é necessário que estes estejam em um grau de estabilidade adequado. Além disso, os materiais utilizados como fertilizantes orgânicos ou como substratos não podem provocar imobilização de nutrientes, apresentar processos de decomposição que causem a redução de oxigênio na zona radicular ou liberar compostos fitotóxicos. Segundo Johnson & Crawford, 1993 (citado por Janel et al., 2000), um composto imaturo gera odor desagradável, inibe a germinação de sementes e interfere negativamente no desenvolvimento das plantas. O processo de compostagem pode ser utilizado para aumentar a estabilidade de diversos materiais. O grau de estabilidade alcançado está relacionado com a matéria prima utilizada, a velocidade de decomposição e a duração da compostagem.

2.3.2.2 - Redução ou eliminação de organismos indesejáveis

Restos de produção animal e vegetal, resíduos industriais e materiais expostos ao ambiente podem conter organismos que podem colocar em risco a saúde humana, a produção vegetal e animal e o meio ambiente. Tecnicamente os organismos perigosos podem ser separados em dois grupos:

a) **Patogênicos ao homem e aos animais:** Segundo Jones & Martin (2003), a maior parte dos vírus, bactérias, protozoários e parasitas patogênicos são inativados por uma compostagem eficiente. A Tabela 1 dá um exemplo das condições necessárias para se obter um composto livre de organismos patogênicos.

b) **Nematóides e microorganismos fitopatogênicos.**

Tabela 1: Temperatura e intervalo de tempo necessário para destruir os tipos mais comuns de microorganismos e parasitas ocasionalmente presentes em resíduos orgânicos.

<i>Salmonella tyfosa</i>	O crescimento é paralisado acima de 45°C. Morte com 20-30 minutos à 55-60°C.
<i>Salmonella sp.</i>	Morte com 60 e 20 minutos à 55 e 60°C, respectivamente.
<i>Shigella sp</i>	. Morte com 60 minutos à 65°C.
<i>Esterichia coli</i>	Uma grande proporção morre com 60 e 15-20 minutos à 55 e 60°C, respectivamente.
<i>Entamoeba histolytic</i>	Morte com alguns minutos à 45 °C e com alguns segundos à 55 °C.
<i>Taenia saginata</i>	Morte com alguns minutos à 55 °C.

<i>Trichinella spiralis</i>	Morte rápida à 45 °C e instantânea à 60 °C.
<i>Brucella abortus</i> e <i>brucella suis</i>	Morte em 3 minutos à 62-63 °C e com uma hora à 55 °C.
<i>Micrococcus piogenes</i>	Morte em 10 minutos à 50 °C.
<i>Streptococcus piogenes</i>	Morte em 10 minutos à 54 °C.
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> var. <i>hominis</i>	Morte em 15 a 20 minutos à 66 °C.
<i>Corynebacterium diphtheria</i>	Morte em 45 minutos à 55 °C.
<i>Néctar americanus</i>	Morte em 50 minutos à 45 °C.
<i>Ascaris lumbricoides</i>	Morte em 50-60 minutos a uma temperatura > 50 °C.

Fonte: R.G. Barazzeta, 1987, citado por Sharma et al., 1997

2.3.3 - O Processo de Compostagem

Quando ocorrem as condições necessárias para o processo de compostagem, a atividade microbiana provoca o aumento da temperatura no interior do composto. Segundo Weppen (2001), durante a compostagem, ocorre produção de calor relacionada com a atividade microbiana. Também ocorrem perdas de calor relacionadas com a irradiação, condução, evaporação de água e transferência de massa para a fase gasosa. Para Magalhães et al. (1993), a perda de calor em pilhas de composto ocorre principalmente através da evaporação da água. Como resultado, ocorre uma sequência de populações microbianas, cada uma com uma faixa ideal de temperatura e capacidade de decompor materiais diferentes. De acordo com Sánchez-Monedero et al. (1999), bactérias são mais adaptadas para utilizarem materiais de fácil decomposição (açúcares solúveis, amido e proteínas) enquanto os fungos são mais adaptados para utilizarem materiais de difícil decomposição (celulose e lignina). Inicialmente, bactérias mesofílicas, com temperaturas ótimas de crescimento na faixa de 20-50 °C são as responsáveis pela decomposição. Como resultado desta atividade microbiana, a temperatura do composto se eleva para além da faixa mesofílica, e ocorre o domínio de bactérias termofílicas, com temperaturas ótimas de crescimento entre 40-60 °C. Esta temperatura se mantém durante a fase inicial de alta decomposição e é importante para que a população de bactérias patogênicas, sementes de plantas invasoras e outros organismos indesejáveis se reduza a níveis aceitáveis. Para que isto ocorra, a temperatura do composto deve se manter acima de 55 °C por 3 a 15 dias, dependendo do método de compostagem (Sharma et al, 1997). Em seguida, a temperatura cai e organismos mesofílicos continuam com a decomposição do material em uma taxa mais lenta. Durante o processo de compostagem, ao se esgotarem os elementos de fácil decomposição, fungos termofílicos e mesofílicos substituem as bactérias como população dominante. Quando a atividade microbiana se reduz drasticamente, inicia-se a fase de cura, onde ocorre a umidificação do composto. Segundo Bernal et al. (1998a), esta fase pode durar de poucos meses a dois anos, dependendo do material de origem. Devido à utilização do C como fonte de energia pelos microorganismos, levando à sua perda como CO₂, a massa final do composto geralmente corresponde a menos que 40% da sua massa inicial. Segundo Tuomela et al. (2000), a duração de cada fase da compostagem está relacionada com a natureza da MO que está sendo decomposta e com fatores que interferem na eficiência do processo, tais como aeração, controle de umidade etc. O início do processo de compostagem geralmente é fracamente ácido, devido à decomposição de fontes de carbono de fácil degradação, resultando na produção de ácidos orgânicos. Em seguida, a degradação de proteínas resulta na liberação de amônia e provoca a elevação do pH. Quando a amônia é transformada em nitrato, o pH volta a cair (Tuomela et al., 2000). Van Heerden et al. (2002), observaram que o pH em compostos de resíduos de cítrus estava em 6,3 no início

da compostagem, aumentando até 9,0 aos 45 dias e diminuindo até 7,2 aos 80 dias. O teor de MO decresce e o de resíduo mineral aumenta ao longo da compostagem, porque a perda de C por CO₂ geralmente é superior a perda de substâncias inorgânicas. Na literatura, este comportamento é relatado por diversos autores (Vinceslau-akpa & Loquet, 1997; Sánchez-Monedero et al., 2001; Jahnel et al., 2000, Tiquia et al., 1998). Segundo Bernal et al. (1998a), a concentração de N geralmente aumenta durante a compostagem quando a perda de massa através de CO₂ é maior que a perda de *Namônio*. Jahnel et al. (2000) e Tiquia et al. (1998) também observaram este comportamento. Quando o teor de N inicial é muito elevado e as perdas de N durante o processo de compostagem são muito grandes, pode ocorrer redução nos teores de N. Tiquia & Tam (2002), observaram uma significativa redução nos teores de N ao longo de 168 dias de compostagem de cama de aviário, causadas por perdas de 58% do N inicial. O teor de amônia se eleva devido à degradação das proteínas. Em seguida, a amônia é transformada em nitrato por bactérias nitrificadoras. Segundo Bernal et al. (1998a), grande parte desta transformação ocorre após a fase termofílica, pois temperaturas maiores que 40° C inibem a atividade dos nitrificadores. Nesta fase, o teor de nitrato se eleva e o de amônia decresce até próximo de zero, como relatado por diversos autores (Tiquia et al., 1997b; Sánchez-Monedero et al., 2001; Tiquia et al., 1997c). Segundo Sánchez-Monedero et al. (2001), a evolução de diferentes formas de N durante a compostagem depende do material fornecedor de N e da taxa de decomposição da MO. A relação C:N cai ao longo da compostagem, geralmente estabilizando-se próximos a 10/1, que é o valor da relação C:N da biomassa microbiana. O aumento da CTC ocorre ao longo da compostagem, sendo devido ao processo de humificação do composto. Este comportamento é muito comum e foi observado por diversos autores (Tiquia et al., 1997b; Bernal et al., 1998a; Tiquia et al., 1998 e WRAP, 2004). E alguns autores, como Rodella & Alcarde (1994), recomendam a utilização da relação CTC/C-orgânico como indicador de maturidade ou estabilidade. Segundo WRAP (2004), os compostos geralmente contêm consideráveis quantidades de P. Entretanto, este elemento geralmente está presente em formas pouco disponíveis para as plantas, como complexos orgânicos, sendo sua disponibilidade influenciada pelo pH. O teor de K no composto varia em função de sua concentração na matéria prima.

2.3.4 - Métodos de compostagem

Atualmente, existem métodos de compostagem com diversos graus de complexidade. Em geral, sistemas de alta tecnologia requerem elevados investimentos, mas resultam em melhor controle do processo e altas taxas de decomposição, necessitando de menores espaços físicos. De acordo com Schaub & Leonard (1996), os principais métodos de compostagem são:

- **Pilhas estáticas** → O material é colocado em pilhas estáticas onde a aeração ocorre devido ao fluxo convectivo do ar. É um processo de baixo custo, mas muito lento e que resulta em compostos de baixa qualidade, devido à desuniformidade da decomposição;

- **Pilhas aeradas** → O material é colocado em pilhas onde a aeração pode ocorrer através do bombeamento de ar no interior das pilhas ou através do revolvimento periódico das pilhas. Este método permite controlar a temperatura do composto e evitar a decomposição anaeróbia, e no caso de serem realizados revolvimentos periódicos, também promove melhor uniformização do material; e

- **Reatores** → A compostagem é feita em ambientes que promovem condições ótimas para a rápida decomposição do material. Os reatores possuem meios para revolver, irrigar e aerar o material. Isto possibilita o controle da aeração, umidade, temperatura e impede a emissão de odores desagradáveis. Sua desvantagem é o alto custo de implantação e de manutenção.

2.3.5 – Vermicompostagem

A utilização de minhocas para a compostagem de substâncias orgânicas é descrita por diversos autores. Segundo Misra & Roy (2003), minhocas podem consumir diariamente quantidades de MO equivalentes ao seu peso, promovendo o revolvimento do material. Seus dejetos (coprólitos) são ricos em nitrato, P disponível, K, Ca e Mg. A passagem da MO pelo intestino das minhocas promove o crescimento de bactérias e actinomicetos. Frederickson et al. (1997) observaram que a vermicompostagem de material parcialmente compostado por 2 semanas pode acelerar a sua estabilização. Vincelau-Akpa & Loquet (1997) estudando a compostagem e a vermicompostagem de resíduos de lignina e celulose, observaram que a vermicompostagem produz materiais mais humificados.

2.4 Sistema de fertirrigação

No delineamento de um sistema de irrigação pressupõe-se uma revisão dos materiais para equipamentos de processos e tubulações industriais para a descrição de métodos de irrigação.

2.4.1 Equipamentos de processos industriais

Denominam-se equipamentos de processos aos equipamentos estáticos de indústrias de processamento, que são indústrias onde materiais sólidos e fluidos sofrem transformações físicas e químicas ou que se destinam a armazenar produtos durante seu processamento ou após a conclusão deste. Por exemplo: refinarias de petróleo, indústrias petroquímicas, silos de armazenamento de grãos, indústrias de processamento de alimentos, unidades de produção animal, unidades de produção vegetal, sistemas de controle de qualidade de águas ou esgotos.

É de extrema importância o estudo dos equipamentos usados em indústrias, pois eles estão presentes desde as indústrias mais simples até as de última geração e, devemos levar em conta que deles depende todo o funcionamento da indústria, bem como a segurança dos funcionários e da produção.

Durante a escolha do material a ser usado em nosso equipamento devemos levar em conta a segurança e os custos. Estas condições são severas, pois as indústrias trabalham em regime contínuo, seus equipamentos formam uma cadeia contínua (se um parar todos param); a maioria dos fluidos requer atenção especial (é corrosivo ou tóxico ou está em elevadas pressões etc.)

Aços-inox: são os tipos mais usados de aço-liga, recebem adição de cromo (principalmente) e outros ligantes, para conferir características especiais ao aço, principalmente grande resistência a corrosão. São usados em processo em que o fluido seja muito corrosivo, ou que não possamos contaminar o produto (indústrias alimentícias).

Ferro fundido cinzento: é o FOFOS com teores de até 4,5%C. É o tipo mais comum de FOFOS.

Fofos nodular: é um FOFOS com características especiais e com propriedades químicas e mecânicas melhoradas devido a uma estrutura cristalina esferoidal obtida pela adição de elementos de liga (Mg e Ti)

Fofos maleável: apresenta as mesmas propriedades do Fofos nodular, devido a estrutura esferoidal, porém esta obtida por tratamentos térmicos.

Ligas Metálicas Não Ferrosas: São metais obtidos pela liga de dois ou mais elementos não ferrosos, são usados em casos especiais, onde desejamos alguma característica diferente no material a ser usado ECP. As ligas mais comuns são o bronze (Sn-Cu), o Latão (Zn-Cu) e as ligas cupro-niqueladas, com utilização em processos de alimentos, em processos que necessitem boa resistência à corrosão ou mecânica. São em geral mais caras. [Galvanização, folha de flandres e banhos metálicos são processos de deposição de um metal sobre o outro (em camadas finas), visando, principalmente, proteção contra a corrosão.

Plásticos: este nome “Plástico”, inclui um grande número de materiais orgânicos sintéticos que encontramos no mercado e que constituem os materiais não metálicos mais usados.

Apresentam pouco peso, alta resistência a corrosão, baixa condutibilidade térmica e elétrica e elétrica, facilidade de fabricação e manuseio, absorção de vibração, choques e ruídos.

Em contrapartida, tem baixa resistência térmica e mecânica, alto coeficiente de dilatação e sofrem deformações facilmente. São empregados a temperaturas moderadas e sem esforços mecânicos e em alta resistência à corrosão. Por exemplo: em tubulações de água e esgotos de pequeno diâmetros e para tanques de armazenagem de materiais corrosivos. Por exemplo: PVC, Poliuretano, Poliéster etc...

Outros: Vidro, concreto, amianto, madeira, cana de bambú, etc.....em menos escala e em condições especiais.

2.5 Transferência de tecnologia para pequenos agricultores

Educação do Campo é uma novidade que não se refere apenas à história recente que representa, mas principalmente ao protagonismo de sujeitos que pela primeira vez ocupam a cena educacional: os trabalhadores rurais.

A Educação do Campo originou-se no processo de luta dos movimentos sociais camponeses e, por isso, tras de forma clara sua intencionalidade maior: a construção de uma sociedade sem desigualdades, com justiça social. Ela se configura como uma reação organizada dos camponeses ao processo de expropriação de suas terras e de seu trabalho pelo avanço do modelo agrícola hegemônico na sociedade brasileira, estruturado a partir do agronegócio. A luta dos trabalhadores pra garantir o direito à escolarização e ao conhecimento faz parte das suas estratégias de resistência, construídas na perspectiva de manter seus territórios de vida, trabalho e identidade, e surgiu como reação ao histórico conjunto de ações educacionais que, sob a denominação de Educação Rural, não só mantiveram o quadro precário de escolarização no campo, como também contribuíram para perpetuar as desigualdades sociais naquele território.

A materialização da concepção educativa “do campo” vincula-se aos movimentos sociais camponeses que lutam por direitos, escola e desenvolvimento. Ela exige novas práticas e posturas e sua implantação não se dá sem conflitos. Apesar das dificuldades, o Movimento pela Educação do Campo conquistou importantes avanços na última década, colocando novas questões aos educadores, à escola, ao Estado e à Sociedade.

.....e m e d i ç ã o

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Capítulo I Compostagem de resíduos orgânicos de suinocultura

COELHO, F. C. **Composto Orgânico**. Manual Técnico nº 03: Secretaria de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento. Niterói, RJ, 2008.

COSTA, F., GARCIA, C., HERNÁNDEZ, M. T., POLO, A. **Resíduos orgânicos urbanos. Manejo y utilización**. CSIC-CEBAS, Múrcia. 1990

DARTORA, V.; PERDOMO, C.C.; TUMELERO, I. L. **Manejo de dejetos de suínos**. Bipers, v. 7, n.11, p. 1-7, 1998. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA e EMATER-RS, 1998.

FERNANDES, R C UTILIZAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO COM DIFERENTES NÍVEIS

DE ENRIQUECIMENTO CONMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE MUDAS DE

FERREIRA, A. G., BORBA, S. N. S., WIZNIEWSKY, J. G. **A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS.** Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, ISSN 1981-3684, 307-317p. 2013. ALFACE E BETERRABA REV BRAS DE AGROECOLOGIA V. 4 N. 2 2009 P 113 116

GARCÍA-GIL, J. C., SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., POLO A. **Métodos de determinación Del grado de madurez y estabilidad em compost de residuos urbanos.** En el libro: “Microbiología Agrícola. Un aporte de la investigación Argentina” (ISBN 987-99083-X. Editado por UNSE. 2003.

INÁCIO, C. T. **Compostagem de restos de alimentos com aparas de grama e esterco de animais - monitoramento do processo** Circular Técnica nº 46. 1. Ed. Rio de Janeiro, RJ: CNP Solos, 2010.

INÁCIO, C. T., MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

KONZEN, E.A.; PEREIRA FILHO, I.A.; BAHIA FILHO, A. F.C.; PEREIRA, F.A. **Manejo do esterco líquido de suínos e sua utilização na adubação do milho.** 2. Ed. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1998. 31 p.

LEAL, M. A. A., GUERRA, J. G. M., PEIXOTO, R. T. G., SANTOS, S. S. **Processo de compostagem a partir de mistura entre capim elefante e crotalaria.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Nº 77. 1. Ed. 23 p. Seropedica, RJ CNP Agrobiologia, 2011.

MAZZARINO, M. J., SANTÍ, P., ROSELLI, L. **Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost.** Pp 13-28. En: Compostaje en la Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Editoras: Mazzarino, M. J. y Satti, P. Primera edición. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora. Pp 349. ISBN 978-84-8476-346-8. 2012

MONTEIRO, V. H., PEREIRA, D. C., SOUZA, C. H. W., MOREIRA, S., SOARES, L. R., COSTA, L. A., COSTA, M. S. S. **Utilização de Composto Orgânico como Substrato na Produção de Mudanças de Tomate** Resumos do VI CBA e II CLAA. Revista Brasileira de Agroecologia, p.1900-1904, 2009.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade. Embrapa Tabuleiros Costeiros** Circular Técnica nº 59. 1ª Ed. Aracaju, SE: CNP Tabuleiros Costeiros, 2009.

PORDOMINGO, A. J. **Gestión Ambiental en el Feed Lot. Guía de las buenas prácticas.** INTA. Anguil. 2003.

MATTOS et al., W. R. S. **A produção animal na visão dos brasileiros.** Piracicaba: FEALQ, 2001

SÁNCHEZ DE PINTO, M. I., UMBIDES, R., DOMINGUEZ, P., ALBANESI, A., POLO, A. **Compostaje y lombricompostaje de residuos biodegradáveis de diferentes Orígenes** Cap.9. En: Compostaje em La Argentina: experiencias de producción, calidad y uso. Editoras: Mazzarino, M. J. y Satti, P. Primera edición. Universidad Nacional de Río Negro-Orientación Gráfica Editora. Pp 349. ISBN 978-987-9260-93-7. 2012.

SANCHEZ S., RODRÍGUEZ C. 1999. **Effect of *Eisenia foetida* (Oligochaeta, Lumbricidae)**

húmus on the biological properties of a Typic Hapludoll soil. Megadriologica 7 (8): 49-54.

SARTORI, V. C. Cartilha para agricultores: Adubação Verde e Compostagem - Estratégias de Manejo do Solo para Conservação das Águas. Editora UCS. Caxias do Sul, RS. 2011.

SOLIVA TORRENTÓ, M., LÓPEZ MARTINEZ, M., HUERTA PUJOL, O. Antecedentes y fundamentos del proceso de compostaje. Pp 75-92 En: Compostaje. Editores: Moreno Casco, J., Moral Herrero, R. Ediciones Mundi-Prensa. ISBN 978-84-8476-346-8. 2008.

SOUZA, R. B. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças. Circular Técnica nº 65. 1. Ed. Anápolis, DF: CNP Hortaliças, 2008.

VICENTINI, L. S., CARVALHO, K. RICHTER, A. S. Utilização de microorganismos eficazes no preparo da compostagem RevBrasAgroecologia, v. 4, nº 2. p. 3367-3370, 2009.

Capítulo II Irrigação

ANAMI, M. H.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, M.; GOMES, S. D.; QUEIROZ, M. M. F. Deslocamento miscível de nitrato e fosfato proveniente de água residuária da suinocultura em colunas de solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 12, n. 1, p. 75-80, 2008

BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R.A.; MESQUITA, F. O. Desempenho hidráulico de sistema de irrigação por gotejamento aplicando água residuária de suinocultura. Revista Verde, Mossoró – RN, v. 7, n. 4, p. 26-32, 2012

BATISTA, R. O.; OLIVEIRA, R.A.; SANTOS, D. B. Obstrução e uniformidade de aplicação em sistemas de irrigação por gotejamento aplicando-se efluente da suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v. 17, n. 7, p. 698-705, 2013.

CARMO, J. F. A. Evapotranspiração da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento

subsuperficial no submédio do vale do São Francisco. UVASF, Juazeiro, BA, 2013. 84p.

CONDÉ, M. S., NETO, O. B. A., HOMEM, B. G. C., FERREIRA, I. M., SILVA, M. D. **Impacto da fertirrigação com água residuária da suinocultura em um latossolo vermelho-amarelo.** Vértices, Campos de Goytacazes – RJ, v15, n. 2, p. 161-178, 2013

DENÍCULI, W., SOARES, A. A., BERNARDO, S., FREITAS, P. S. L., MANTOVANI, E. C. **Perda de carga acidental em tubos janelados.** Revista Ceres, 38 (215): 54-56, 1991.

FERNANDES, D. A., GOBBO, S. Â. A., SUHET, M. I., AMARAL, A. A. **Uso da água e sustentabilidade da agricultura.** Revista Verde, Mossoró – RN, v. 8, n. 5, p. 101-107, 2013

FRIZZONE, J. A.; JÚNIOR, A. S. A. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento.** Embrapa Informação Tecnológica Brasília, DF:, 2005.

GONÇALVES, F. M.; MIRANDA, F. R. **Coefficientes de cultivo da cana-de-açúcar irrigada por gotejamento sub-superficial.** Boletim de pesquisa e desenvolvimento: Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, 2014.

LO MONACO, P. A.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, H. E. P.; FERREIRA, P. A.; RAMOS, M. M. **Características químicas do solo após fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos.** Botucatu, SP, Edição Irriga, v. 14, n. 3, p. 348-364, julho-setembro, 2009.

MELLO, J. L. P., SILVA, L. D. B. **Apostila de Irrigação.** UFRRJ. Seropédica – RJ, 2008

OLIVEIRA, R. A., FREITAS, W. S., GALVÃO, J. C. C., PINTO, F. A., CECON, P. R. **Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB, v8, n.1, p.120-125, 2004

OLIVEIRA, R. A., FREITAS, W. S., GALVÃO, J. C. C., PINTO, F. A., CECON, P. R. **Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas características nutricionais do milho.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo. v3, n.3, p.357-369, 2004

PRADO, R. B., TURETTA, A. P. D., ANDRADE, A. G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010

SALEME, D. C. **Pré-seleção de sistemas de irrigação em cana-de-açúcar, para as características da região de São Miguel dos Campos – AL.** UFAL, Rio Largo, AL, 2010

SEDIYAMA, M. A. N., VIDIGAL, S. M., PEDROSA, M. W., PINTO, C. L. O., SALGADO, L. T. **Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. v12, n.6, p.638-644, 2008.

SILVA, E. M., AZEVEDO, J. A., RESENDE, M. **Tube-janelado para irrigação por sulcos.** Planaltina, DF: CNPA Cerrado 1981

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. P. S.; SILVA, G. T. **Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite.** Botucatu, SP, Edição Especial Irriga, p 250-263, 2012

SOUZA, J. A. R., MOREIRA, D. A., FERREIRA, P. A., MATOS, A. T. **Variação do nitrogênio e**

fósforo em solo fertirrigado com efluente do tratamento primário da água residuária da suinocultura. *AmbiÁgua*, Taubaté, v. 4, n. 3, p. 111-122, 2009

TESTEZLAF, R. **Emissores em sistemas de irrigação.** Planaltina, DF: CNPA Cerrado 2014

ZANUZO, L.; SAMPAIO, S. C. **Comportamento de cátions em solo cultivado com milho irrigado com água residuária de suinocultura.** *Botucatu, SP, Edição Irriga*, v. 17, n. 1, p. 56-70, janeiro-março, 2012.

Capítulo III Produção Vegetal de Milho com Adubação Orgânica

ALDRICH, S. R., LENG, E. R. **Producción moderna del maiz.** Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires, 1974.

ALMEIDA, E. L. **Desenvolvimento de feijão-de-porco [*Canavalia ensiformis* (L.) D. C.] na presença de chumbo.** IAC Campinas SP 2007 TESE M.S.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS -4.ed.- 2004

AQUINO, A. M., CORREIA, M. E. F., BADEJO, M. A. **Amostragem da mesofauna edáfica utilizando funis de berlese-tullgren modificado.** Circular Técnica n° 17. 1ª Ed. Seropédica, RJ: CNP Agrobiologia, 2006.

BENAZZI, E. **Produtividade, Fertilidade e Fauna do Solo em um Argissolo Amarelo**

Cultivado com Cana-de-Açúcar sob Diferentes Sistemas de Colheita. Seropédica, RJ, UFRRJ, 2011. Tese

GUEDES, J. N. Diagnóstico e estudo da variabilidade espacial da contaminação por metais pesados em solos e águas superficiais de área de destruição de munição. UFRRJ, 2009 TeseMS

LEAL, M. A. A., SILVA, S. D., GUERRA, J. G. M., PEIXOTO, R. T. G. Adubação orgânica de beterraba com composto obtido a partir da mistura de palhada de gramínea e de leguminosa. Seropédica, RJ, Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Embrapa Agrobiologia, 2009.

MAIA, H. Efeitos da Aplicação de Resíduo de Perfuração de Poço de Petróleo no Solo, no Desenvolvimento de Plantas de Arroz e no Comportamento de *Eisenia Andrei*. Seropédica, RJ, UFRRJ, 2012 Tese

MAGALHÃES, M. O. L. Avaliação do potencial de espécies de eucalipto na remediação de áreas contaminadas com metais pesados. Seropédica, RJ, UFRRJ, 2008 Tese M.S.

MOLINA, M. C.; FREITAS, H. C. A. Educação do Campo. Brasília, GO, Em Aberto: INEP, v 24, n.85, 2011.

PELOZATO, M.; HUGEN, C., CAMPOS, M. L., ALMEIDA, J. A., SILVEIRA, C. B., MIQUELLUTI, D. J., SOUZA, M. C. Comparação entre métodos de extração de cádmio, cobre e zinco de solos catarinenses derivados de basalto e granito-migmatito. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.10, n.1, p. 54-61, 2011

PEREIRA, A. C. C. Uso de Materiais Inertizantes e Crescimento de Espécies Arbóreas em Solo Contaminado por Metais Pesados Oriundos da Baía de Sepetiba – Itaguaí – RJ. Seropédica, RJ, UFRRJ, 2009. Tese

SALDANHA, M. F. C., PÉREZ, D. V., MENEGUELLI, N. A., MOREIRA, J. C., VAISTMAN, D. S. Avaliação de cinco tipos de abertura para determinação dos teores de ferro, manganês e zinco em alguns solos brasileiros. 13º Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo. CNPS RJ 1997.

SÁ PAYE, H. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no estado do Espírito Santo. UFV, 2008 Tese M. S.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C. A.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, nº 5).

TORRES, E. MC. M. Emissões de poluentes líquidos e gasosos e técnicas de tratamento. ABQ-RS. 1997.