

Guia de compostagem

N.º código 99-94-0790 P

Edição: 09/2019

1	Introdução	1
1.1	Fundamentos da compostagem	1
1.2	Vantagens da compostagem	2
1.3	Fatores que influenciam a compostagem	3
2	A CompoLiner da Big Dutchman	6
3	Matérias-primas	10
3.1	Excrementos de galinhas poedeiras	12
3.2	Estrume de suínos	12
4	Aditivos	13
4.1	Adição de palha	13
4.2	Adição de sementes de girassol	14
4.3	Adição de Champost	14
4.4	Adição de microrganismos	16
4.5	Adição de hidrogenossulfato de sódio	16
5	Avaliação do processo de compostagem	17
6	Cálculos para a compostagem	19
6.1	Correção da composição do material de trabalho	19
6.2	Determinação do grau de decomposição	20



1 Introdução

1.1 Fundamentos da compostagem

A compostagem é a decomposição aeróbica da matéria orgânica. Ligado à matéria orgânica (p. ex., proteínas, lípidos, hidratos de carbono) está, entre outras coisas, nitrogénio. Esse nitrogénio não pode ser absorvido pelas plantas na forma como se encontra organicamente ligado. O objetivo da compostagem é colocar o nitrogénio à disposição das plantas sob a forma de NH_4 e NO_3 (mineralizar) e tornar o produto como fertilizante ou corretivo do solo.

Todo o decurso da compostagem depende da atividade biológica de vários microrganismos. A temperatura e o valor do pH podem nesse contexto indicar o estado de decomposição. A decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos é um processo exotérmico. Na decomposição da glicose, por exemplo, está presente uma entalpia de formação livre de aprox. 2870 kJ/mol, pelo que aprox. 1770 kJ/mol são perdidos como energia sob a forma de calor e podem assim ser medidos como parte de um grande aumento de temperatura. Para poder monitorizar este processo de forma contínua e cobrir a necessidade de oxigénio das bactérias, são inseridas sondas de medição no material, para medir e registar continuamente a temperatura e o teor de oxigénio no material. O valor do pH torna-se mais alcalino no decurso da compostagem, o que está relacionado com a decomposição dos ácidos orgânicos.

A compostagem tem lugar basicamente em quatro fases. Na primeira fase, a fase mesófila, substâncias facilmente degradáveis, tais como proteínas ou lípidos, são decompostas por diferentes microrganismos. A temperatura no material atinge aprox. 40 °C. Na fase termófila subsequente, a temperatura sobe para 50-70 °C. Parte da microflora mesófila morre ou forma formas permanentes resistentes ao calor. As bactérias termófilas e os fungos tornam-se ativos e decompõem substâncias mais difíceis de degradar, como a celulose e a hemicelulose. Associada às altas temperaturas está a higienização do material, o que significa que eventuais germes patogénicos são mortos nesta fase. Entre eles incluem-se *E. coli* e *salmonela*, uma vez que estes germes possivelmente patogénicos não são capazes de formar esporos.

A fase termófila é considerada completa quando a temperatura já não excede permanentemente os 40 °C. Os ácidos húmicos estáveis são acumulados nas fases finais, nas fases de arrefecimento e maturação. A contagem total de fungos aumenta novamente devido à reativação dos esporos.

O nitrogénio convertido pelos microrganismos é parcialmente incorporado em substâncias húmicas (ácidos húmicos) na fase de maturação, o que resulta na otimização da fertilidade do solo. Além disso, os ácidos húmicos têm efeitos positivos sobre a estrutura do solo e a microestrutura do solo é melhorada. O solo pode ser lavrado mais facilmente e com menos frequência, o que torna o solo menos suscetível à erosão. Além disso, o solo recebe uma base nutricional para os organismos do solo, através da adição de nutrientes (ácidos húmicos). A estabilidade dos ácidos húmicos assegura uma decomposição lenta destes compostos pelos microrganismos do solo. A proporção de matéria orgânica diminui, devido à atividade dos microrganismos durante a evolução da compostagem. No total, a duração da decomposição numa compostagem em leiras é de três a quatro meses.

Se o material for compostado na CompoLiner entre 12 e 15 dias, o material atinge um grau de decomposição II ou III e pode ser comercializado como corretivo do solo. Uma decomposição a jusante em leira, durante aprox. 2-3 semanas, atinge um grau de decomposição IV-V e assim uma comercialização como composto.

1.2 Vantagens da compostagem

A compostagem de resíduos animais tem algumas vantagens relativamente, p. ex., à secagem dos resíduos

Da higienização do material durante a fase termófila resulta um produto higienicamente inofensivo. As sementes germináveis e as partes de plantas que têm capacidade de rebentar são também reduzidas durante o processo de higienização.

Além disso, os nutrientes da matéria orgânica que não estão disponíveis para as plantas, tais como proteínas, lípidos e hidratos de carbono, são mineralizados com a ajuda dos microrganismos ativos no composto. A formação de ácidos húmicos estáveis, nos quais o nitrogénio mineralizado também pode ser incorporado, assegura adicionalmente a melhoria da estrutura do solo, através de uma maior fragmentação. Os ácidos húmicos são apenas compostos de forma lenta pelas bactérias do solo, o que leva a uma lenta libertação do nitrogénio a eles ligado. O resultado é uma lixiviação significativamente menor de nitrato, e consequentemente menos poluição das águas subterrâneas.

Os ácidos húmicos também aumentam a fertilidade do solo e o cultivo do solo torna-se mais fácil. Consequentemente, a água pode penetrar e ser retida no solo mais rapidamente, tornando o solo menos suscetível à erosão.

Dependendo da composição e concentração dos nutrientes contidos no composto e do grau de decomposição alcançado, o produto pode ser utilizado como corretivo do solo ou composto. Um efeito colateral positivo é a redução da utilização da turfa. Por um lado, a extração de turfa destrói o habitat de muitos animais e plantas, na forma de turfeiras centenárias a milenares. Por outro lado, o clima é sobre carregado pela libertação de CO₂, pela drenagem de zonas húmidas e pelo transporte de turfa ao longo de grandes distâncias. A redução da extração de turfa teria assim efeitos positivos no ambiente.

1.3 Fatores que influenciam a compostagem

A fim de se conseguir um decurso ideal da decomposição, devem ser criadas condições de vida ideais para os microrganismos ativos na leira.

A relação de carbono para nitrogénio (relação C:N) no material desempenha um papel importante. O valor inicial ideal para a compostagem de resíduos animais situa-se entre 25:1 e 30:1. Durante a evolução da compostagem, a relação C:N diminui, porque os microrganismos necessitam de carbono como fonte de energia. Os solos aráveis devem ter uma relação C:N inferior a 25:1, caso contrário a atividade de mineralização dos microrganismos é reduzida ou fixam o nitrogénio como substância do próprio corpo. Consequentemente, o nitrogénio deixa de estar disponível para as plantas.

Outros aspetos: Se o carbono estiver presente em excesso relativamente ao nitrogénio (relação C:N demasiado elevada), o nitrogénio está proporcionalmente presente no mínimo, sendo assim um fator limitador do crescimento dos microrganismos. Consequentemente, a decomposição é atrasada, porque o excesso de carbono tem primeiro de ser oxidado pelas bactérias e é perdido como CO₂. Se a relação C:N for demasiado pequena (deficiência de carbono), o carbono está proporcionalmente presente no mínimo em relação ao nitrogénio, o que reduz o consumo e a fixação de nitrogénio pelos microrganismos. Consequentemente, o nitrogénio é perdido na forma gasosa como amoníaco, óxido nitroso ou monóxido de azoto.

Um outro fator é o teor de água na leira. Os microrganismos precisam de água, uma vez que o oxigénio e outros nutrientes só se encontram à sua disposição na forma dissolvida. No entanto, o teor de água não deve exceder um determinado valor, uma vez que a água também desloca o ar necessário dos poros do material. Um teor ideal de água no início da compostagem situa-se entre 55 e 65 % para o estrume sem cama, entre 75 e 85 % para a palha e entre 55 e 70 % para uma mistura de ambos os componentes. Em contrapartida, um teor demasiado baixo de água é também um fator limitativo para os microrganismos. Durante o decurso da compostagem, o teor ideal de água diminui constantemente (ver figura 1-1: Evolução do teor ideal de água durante o processo de compostagem). A partir de um teor de 30% ou menos, a decomposição chega a um impasse.

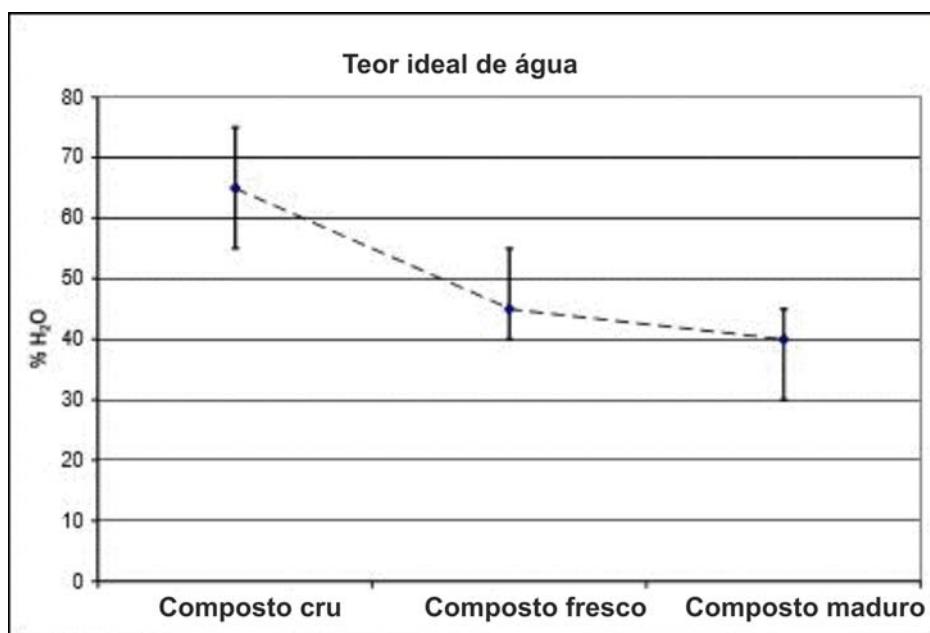


Figura 1-1: Evolução do teor ideal de água durante o processo de compostagem



Principalmente no início do processo de decomposição, há um outro fator importante: o teor de oxigénio. Se a saturação de O₂ relativamente ao oxigénio do ar for inferior a 80 %, ocorrem processos de fermentação. Isso pode libertar produtos de fermentação de cheiro desagradável e formar compostos que podem inibir o processo de compostagem posterior (ver figura 1-2 Degradação aeróbia e anaeróbia da glicose em microrganismos e produtos resultantes.). Estes incluem álcoois e ácidos orgânicos, que são letais para determinados microrganismos importantes na compostagem. A tecnologia de controlo especialmente desenvolvida pela CompoLiner garante de forma permanente uma oxigenação no material.

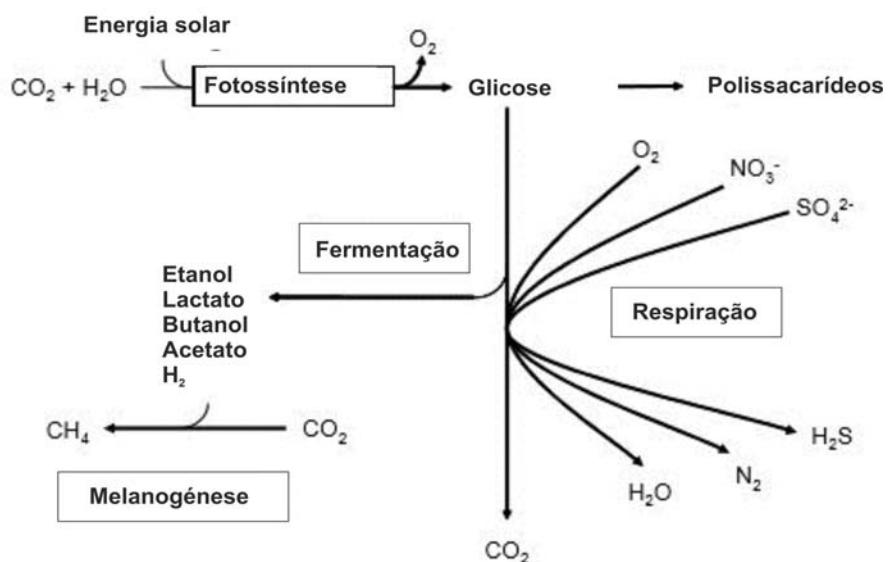


Figura 1-2: A degradação aeróbia e anaeróbia da glicose em microrganismos e os produtos resultantes

2 A CompoLiner da Big Dutchman



Figura 2-1: CompoLiner

A CompoLiner é uma unidade de compostagem com ventilação ativa, desenvolvida pela Big Dutchman. O objetivo desta máquina é a compostagem de resíduos animais diretamente no local, com pouco gasto de tempo e energia, a fim de tornar os nutrientes mais disponíveis para as plantas e reduzir o volume de resíduos. Para além disso, a CompoLiner foi concebida de acordo com um conceito modular, o que significa que o tamanho da unidade pode variar até um número máximo de dez contentores, conforme o tamanho do pavilhão, o número de animais ou a quantidade de material a compostar.

A capacidade da instalação é de 80-360 m³, sendo que a menor instalação possível é composta por dois contentores, o bloco inicial e o bloco final. Estes componentes são essenciais para a instalação. A instalação é então ampliada com um número variável de conjuntos de ampliação (ver figura 2-2: Estrutura esquemática da instalação).

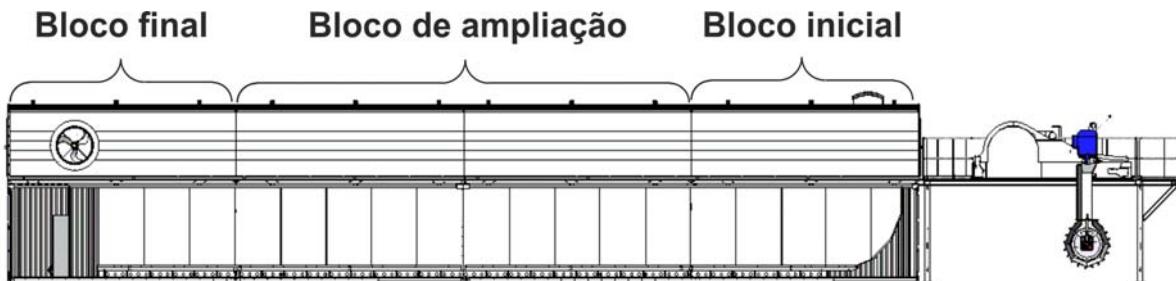


Figura 2-2: Estrutura esquemática da instalação

Os custos de funcionamento são mantidos tão baixos quanto possível, uma vez que, graças ao seu caráter modular, a instalação não é sobredimensionada.

A conversão do material tem como objetivo a oxigenação, a trituração e homogeneização, bem como o transporte do material. O conversor (ver figura 2-3: Representação esquemática do conversor) é composto pelo carrinho e pelo tambor de fresagem, movendo o material aprox. 1,5 m, por unidade, desde o bloco inicial, através do conjunto de ampliação, até ao bloco final. O material é assim arejado e as zonas centrais e periféricas são misturadas, para que todo o material esteja higienizado no final do processo de compostagem. Uma vez concluído o processo de conversão, o conversor passa para o nível de inspeção e estaciona aí até à conversão seguinte. Isto serve por um lado como proteção contra corrosão e, por outro, simplifica a manutenção do carrinho e do tambor de fresagem.

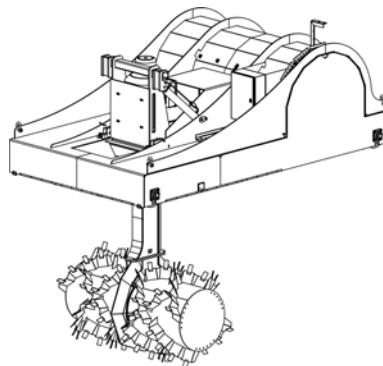


Figura 2-3: Representação esquemática do conversor

O sistema de descarga de material está localizado no bloco final. Está dividido em transportador sem fim e transportador em espiral, e rolos de descarga para dosagem do material no transportador sem fim.

Conforme as exigências do cliente, é produzido um produto que pode ser comercializado como corretivo do solo (grau de decomposição II ou III) ou como composto (grau de decomposição IV ou V). De acordo com a encomenda, o produto pode ser embalado diretamente ou armazenado a jusante para decomposição posterior.

A conformidade dos contentores com a CSC facilita a expedição por barco e o transporte para explorações agrícolas em todo o mundo. Para além disso, o trabalho de montagem é mantido a um nível tão reduzido quanto possível.

O arejamento ativo do material é feito automaticamente, em função da saturação de oxigénio medida no material. Uma vez que o consumo de oxigénio dos microrganismos varia em função da fase de decomposição, cada contentor é arejado separadamente. A saturação de oxigénio e a temperatura são medidas por meio de sensores que se deslocam automaticamente para o material (ver figura 2-4: Unidade de medição para monitorização da temperatura e saturação de oxigénio no material a compostar).

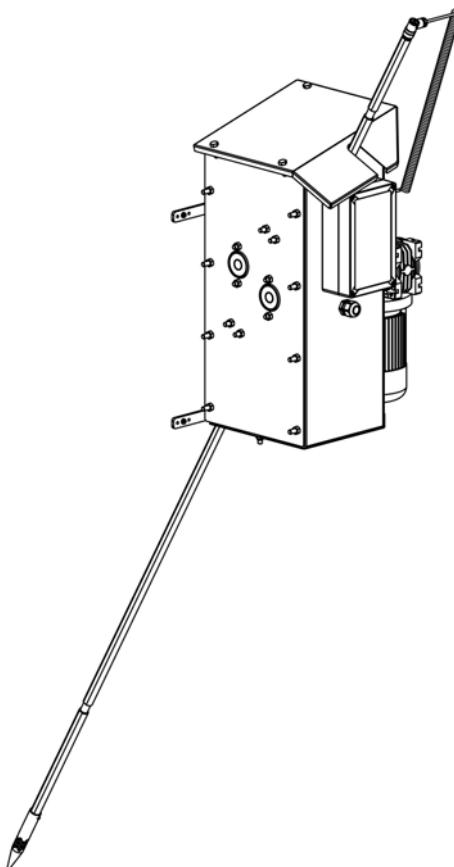


Figura 2-4: Unidade de medição para monitorização da temperatura e saturação de oxigénio no material a compostar.

O nível de inspeção para manutenção do conversor encontra-se no lado de enchimento da instalação. Quando o processo de conversão está concluído, o conversor desloca-se para a posição de estacionamento desse nível. Por um lado, isto serve para proteger o conversor da corrosão. Por outro, o nível permite uma manutenção segura e fácil do conversor e do tambor de fresagem.

A fim de simplificar o enchimento por tapete transportador, pode ser instalado um funil de enchimento na cobertura da instalação, que abre automaticamente durante o enchimento e volta a fechar depois.

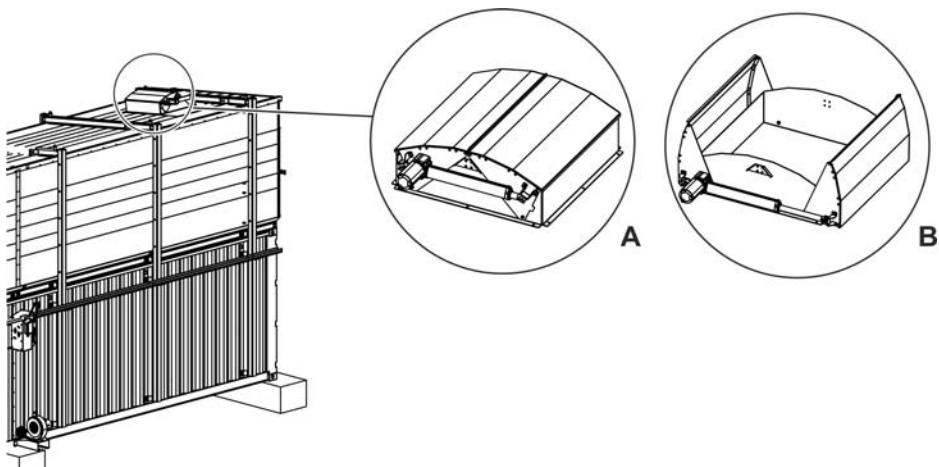


Figura 2-5: O funil de enchimento na posição fechado (A) e aberto (B)

3 Matérias-primas

A BD CompoLiner é utilizada para a compostagem de diferentes resíduos animais. Para regulação de um processo ideal, alguns parâmetros das matérias-primas têm de ser tidos em conta. Antes do início e após a compostagem, são efetuadas as seguintes análises, independentemente da matéria prima (ver tabela 3-1: "Parâmetros de análise, químicos e biológicos, para análises de composto"). Recomenda-se a realização de análises para cada ciclo de animais, para garantir uma qualidade consistente do produto final

Tabela 3-1: Parâmetros de análise, químicos e biológicos, para análises de composto

Química	Biologia
Teor de substâncias secas [%]	Contagem total de fungos aeróbios [UFC/g]
Valor de pH	Contagem de fungos aeróbios [UFC/g]
Teor total de nitrogénio [%]	Salmonelas (qualitativamente) [em 50 g de amostra]
Teor total de carbono [%]	E. cóli (quantitativo) [UFC/g ou MPN/g]
Relação C:N [adimensional]	
Teor de amónio (NH_4^+) [%]	
Teor de nitrato (NO_3^-) [%]	
Teor de fósforo [%]	
Teor de potássio [%]	
Teor de cloreto de sódio [% NaCl]	

Avaliação das matérias-primas

Com a ajuda das análises químicas e biológicas, podem identificar-se antes do processo os aditivos adequados, bem como avaliar o processo concluído. A relação ideal C:N no início da compostagem situa-se entre 25-30:1, para que se possa iniciar o processo de forma ideal. Se a relação C:N se desviar significativamente do ideal (abaixo de 15:1), recomenda-se a adição de uma fonte de carbono até ser estabelecida uma relação C:N entre 25 - 30:1.

O teor de matéria seca é fixado em aprox. 40 % no início da compostagem (ver capítulo 6), para não influenciar negativamente a atividade dos microrganismos. Um teor de matéria seca inferior a 40 % leva a problemas mecânicos do conversor.

O teor de amónio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) é utilizado para avaliar o processo de compostagem. No decurso da compostagem, o teor de NO_3^- aumenta, enquanto o teor de NH_4^+ sobe nas primeiras fases e no final diminui.

Os parâmetros biológicos são igualmente utilizados para avaliar o processo, mas também para provar que o produto final é higienicamente inofensivo. A contagem total de fungos aeróbios deve diminuir no decurso da compostagem. A Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Associação Federal da Qualidade do Composto) fornece um valor de orientação para o teor do produto final. A contagem total de fungos aeróbios deve ser da ordem dos 108 UFC/g. (ver tabela 3-2: "Valores padrão para teor de fungos em composto, de acordo com a Associação Federal da Qualidade do Composto").

Tabela 3-2: Valores padrão para teor de fungos em composto, de acordo com a Associação Federal da Qualidade do Composto

Parâmetro	Contagem total de fungos aeróbios [UFC/g]	Número de bactérias E. coli (bactérias coliformes fecais) [MPN/g]	Contagem de fungos aeróbicos [UFC/g]	Salmonela spp. [50g de amostra]
Padrão para composto	Da ordem dos 10^8	$< 5 * 10^3$	10^3-10^4	Não detetado

3.1 Excrementos de galinhas poedeiras

Em ver tabela 3-3: "Composição química média dos excrementos de galinhas poedeiras" é apresentada a composição química média dos excrementos de galinhas poedeiras. Dependendo da ração, método de produção e criação, podem ocorrer flutuações no teor de nutrientes.

Tabela 3-3: Composição química média dos excrementos de galinhas poedeiras

Parâmetro	Valor médio
Teor de substâncias secas [%]	20 - 40
Valor de pH	6 - 7
Teor total de nitrogénio [%]	3 - 7
Teor total de carbono [%]	30 - 50
Relação C:N [adimensional]	7 - 16:1
Teor de fósforo [%]	2 - 4
Teor de potássio [%]	1 - 3

3.2 Estrume de suínos

As informações da Câmara de Agricultura da Baixa Saxónia, datadas de 17.07.2017, sobre o teor de nutrientes no estrume de suínos de engorda e de porcas, são apresentadas em ver tabela 3-4: "Composição química média do estrume de suínos". Como acontece com os excrementos de galinhas poedeiras, o teor de nutrientes também varia aqui, dependendo da ração, método de produção e criação.

Tabela 3-4: Composição química média do estrume de suínos

Parâmetro	Valor médio
Teor de substâncias secas [%]	40 - 45
Valor de pH	6 - 7
Teor total de nitrogénio [%]	0,5 - 4
Teor total de carbono [%]	35 - 50
Relação C:N [adimensional]	11 - 25:1
Teor de fósforo [%]	0,5 - 5
Teor de potássio [%]	0,5 - 5

4 Aditivos

A fim de ajustar a composição química da matéria-prima para um processo de compostagem ideal, é possível adicionar diferentes aditivos antes do início da compostagem. Por um lado, são substâncias que se destinam a otimizar a relação C:N da matéria-prima e, por outro, substâncias que podem acelerar a compostagem devido à presença de microrganismos ativos ou fungos.

A adição de tal substância é recomendada pela Big Dutchman, dependendo da composição da matéria-prima, a fim de permitir o menor tempo de retenção possível com um fluxo do processo ideal na CompoLiner. No entanto, a decisão de optar por um aditivo cabe ao próprio cliente.

Apresentam-se de seguida alguns aditivos, sendo o seu efeito sobre o processo de compostagem explicado a título exemplificativo. Dependendo da disponibilidade, outras substâncias podem também ser consideradas como aditivos para compostagem.

4.1 Adição de palha

Se a relação C:N não for ajustada da melhor forma no início da compostagem, ocorrerão atrasos ou aumento das emissões de azoto gasoso, como já foi explicado no capítulo 1.3.

Para evitar essas perdas ou atrasos, pode adicionar-se palha ao material fresco, como fonte de carbono, na forma seca ou húmida, dependendo da matéria seca da matéria-prima. A palha tem uma relação C:N média de 80 a 90:1, o que a torna uma fonte ideal de carbono. A fim de tornar a palha disponível de forma ideal para os microrganismos, recomenda-se cortar previamente a palha, até um comprimento máximo de 5 cm.

Outras fontes de carbono que influenciam positivamente o processo de compostagem quando a relação C:N é demasiado pequena, incluem, entre outros, madeira moída.

A relação de palha a ser adicionada em relação à matéria prima pode ser calculada com a ajuda da fórmula estabelecida no capítulo 6.

4.2 Adição de sementes de girassol

Para que o produto possa ser comercializado como composto, deve também demonstrar um efeito fertilizante positivo. É por isso vantajoso manter o teor de cloreto de sódio tão baixo quanto possível. Muitas plantas não são capazes de compensar o elevado teor de cloreto de sódio, apresentando baixo crescimento quando o teor de cloreto de sódio é demasiado alto.

Para contrariar isso, as sementes de girassol podem ser utilizadas como um aditivo adicional. Com um teor de cloreto de sódio de aprox. 1 % (medido como KCl), o elevado teor de cloreto de sódio da matéria prima pode ser diluído (ver tabela 4-1: "Parâmetros químicos das sementes de girassol"). Para além disso, as sementes de girassol têm uma relação C:N de aprox. 70:1, ou seja, servem adicionalmente como fonte de carbono. A palha também tem um teor relativamente baixo de cloreto de sódio e seria adequada para diluição. Pode haver variações em função do tipo de material e da disponibilidade do aditivo.

Tabela 4-1: Parâmetros químicos das sementes de girassol

Sementes de girassol	
Teor de substâncias secas [%]	92,1
Teor total de nitrogénio [%]	0,82
Teor total de carbono [%]	56
Relação C:N [adimensional]	68:1
Teor de cloreto de sódio [%KCl]	1,12

4.3 Adição de Champost

O Champost é um subproduto da produção de cogumelos comestíveis e consiste geralmente em estrume de cavalo e de aves, palha e cal. Estes componentes são compostados numa proporção de mistura específica. O substrato resultante é utilizado para o cultivo de cogumelos comestíveis e como fertilizante NPK após a colheita dos cogumelos. Devido à elevada proporção de fungos e micélios, a adição de Champost optimiza a entrada do resíduo animal a compostar na fase termófila e aumenta a decomposição da matéria orgânica.

Como se pode ver em ver tabela 4-2: "Teor de nutrientes e composição do Champost", o teor de cloreto de sódio do Champost é, em média, de 2,5%. A adição de Champost serve, consequentemente, para otimizar o processo. A adição dos microrganismos ativos e fungos presentes no Champost acelera significativamente tanto a decomposição da matéria orgânica como a degradação da celulose e da lignina.

Tabela 4-2: Teor de nutrientes e composição do Champost

Propriedades e teores do Champost		
Todas as informações são valores médios de 2017 para "Marco Deckers KG" da RPZ		
Parâmetros gerais		
Densidade	g/l HM	453
Pedras > 5 mm	% MS	0
Matérias estranhas > 2 mm	% MS	0
Matéria seca	% MS	38,9
Valor de pH		6,1
Teor de cloreto de sódio	g/l HM	11,6
Matéria orgânica (perda por incineração)	% MS	56,6
Teor de nutrientes		
Teor total N	% MS	2,3
N _{disp} (CaCl ₂ solúvel)	% MS	0,08
Teor total P ₂ O ₅	% MS	1,2
Teor total K ₂ O	% MS	3,2
Teor total MgO	% MS	0,8
Teor total S	% MS	3,0
Substância ativa alcalina	% MS	2,2
Teor de metais pesados		
Pb	mg/kg MS	3,8
Cd	mg/kg MS	0,3
Cr	mg/kg MS	9,6
Ni	mg/kg MS	4,6
Cu	mg/kg MS	39,8
Zn	mg/kg MS	182,5
Hg	mg/kg MS	0,07

4.4 Adição de microrganismos

Tal como acontece com a adição de Champost, a adição de certos microrganismos ativos tem um efeito positivo no processo de compostagem. A matéria orgânica, bem como a celulose e a lignina, por exemplo, são decompostas a um ritmo acelerado pelos microrganismos ativos. O composto atinge um maior grau de maturidade ou decomposição num tempo mais curto e a produção de material a compostar pode ser aumentada.

Adiciona-se um concentrado de microrganismos definido, que consiste em organismos higienicamente inofensivos. São microrganismos que também existem naturalmente no solo. Assim, a aplicação ou venda do composto para trabalhos do solo é inofensiva.

4.5 Adição de hidrogenossulfato de sódio

Se forem detetadas emissões significativas de amoníaco durante a compostagem, é possível adicionar quantidades definidas de hidrogenossulfato de sódio, durante a conversão, através de um dispersor existente no conversor. O hidrogenossulfato de sódio é um sal higroscópico que, quando dissolvido em água, pode protonar o amoníaco através de um ião de hidrogénio (NH_3). Forma-se amónio (NH_4^+), que reage então com um ião de sulfato (SO_4^{2-}) para formar sulfato de amónio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$). Esta reação é irreversível. O sulfato de amónio é um sal diretamente disponível para as plantas.

5 Avaliação do processo de compostagem

Para avaliar o processo que foi concluído, são tidos em conta, tanto os mesmos parâmetros do produto relativos às matérias-primas, como o perfil de temperatura e oxigénio.

Com base no teor de matéria seca, que deve situar-se entre 40 e 50% no início, e na relação C:N, que deve situar-se entre 25 e 30:1, o material é sujeito a pré-tratamento, se necessário. O teor de matéria seca no final da compostagem deve situar-se num intervalo entre 70 e 80 %. A relação C:N é reduzida no processo ativo pela degradação microbiana do carbono. Um material composto acabado tem uma relação C:N inferior a 18:1.

O teor de nutrientes do estrume e do esterco depende de uma série de fatores. Para além da composição da ração, o método de criação ou de produção também desempenha um papel na composição do esterco, em termos de nutrientes. Consequentemente, a qualidade, a composição e as possíveis utilizações resultantes dependem fortemente da matéria-prima, podendo apresentar grandes flutuações.

No decurso da compostagem, o teor de amónio diminui (NH_4^+), pelo seu consumo por parte dos microrganismos. O amónio é convertido em nitrato por oxidação completa (NO_3^-), e por isso aumenta durante o processo. O teor de fósforo e potássio reduz proporcionalmente à redução do volume. Tanto o amónio como o nitrato produzido podem ser diretamente absorvidos e utilizados pelas plantas.

Devido à decomposição dos ácidos orgânicos, o valor do pH evolui para um meio alcalino no decurso do processo. O produto apresenta um valor de pH entre 7,5-9.

De um ponto de vista microbiológico, o produto deve ser higienicamente inofensivo. O teor de *E. coli* deve ser inferior a 5×10^3 MPN/g e não deve ser detetada salmonela. A contagem total de fungos aeróbios diminui na fase termófila e aumenta novamente na fase de arrefecimento e maturação, devido à reativação de algumas formas permanentes, resistentes ao calor. No final da compostagem, o teor deve ser da ordem de 10^8 UFC/g.

O teor de leveduras e bolores comporta-se de forma semelhante à contagem total de fungos aeróbios. Na fase termófila, os esporos resistentes ao calor estão presentes e os fungos termófilos estão ativos. Quando se entra na fase de arrefecimento e maturação, o número de leveduras e bolores aumenta novamente. O teor no produto deve situar-se no intervalo entre 10^3 - 10^4 UFC/g.

A compatibilidade vegetal deve ser superior a 100% após a compostagem na CompoLiner. Caso tal não seja atingido, não há efeito fertilizante positivo do produto. A amostra em branco é realizada com 100 % de turfa.

Como descrito anteriormente, os parâmetros a examinar são necessários para se poder avaliar e monitorizar o processo em curso.



6 Cálculos para a compostagem

6.1 Correção da composição do material de trabalho

Os excrementos de animais podem apresentar uma relação C:N demasiado próxima. Para conseguir uma melhor relação C:N para a compostagem, estes devem ser misturados com materiais ricos em carbono. Exemplos incluem palha cortada, serradura e cascas de arroz.

Além disso, o teor de água da mistura desempenha um papel decisivo no êxito do processo de compostagem. Devido à adição de materiais muito secos, tais como palha, uma certa quantidade de água deve ser adicionada à mistura.

A Big Dutchman desenvolveu a seguinte ferramenta especialmente para este fim. Ela permite a determinação exata das quantidades necessárias de aditivo (Amount additive) e água (Amount water) para assegurar as condições ideais para o processo de decomposição. Exemplos de valores de análises laboratoriais de estrume de suínos e palha foram utilizados para a demonstração:



V 1.0

Big Dutchman
Composting Input Calculation Tool

Manure		Additive (straw or other)	
Carbon [C]	17,7 %	Carbon [C]	49,8 %
Nitrogen [N]	1,26 %	Nitrogen [N]	0,68 %
Water content	60,11 %	Water content	9,9 %
Input C/N	14 /1	Input C/N	73 /1
Input water content		43 %	
Target C/N		27 /1	
Target water content		60 %	
Amount additive	0,52 t / t of manure		
Amount water	426,00 l / t of composting material		

Figura 6-1: Composting Input Calculation Tool para determinar a quantidade de aditivo (em toneladas por tonelada de excremento de animais) e água (em litros por tonelada de mistura)

6.2 Determinação do grau de decomposição

Para a determinação do grau de decomposição, um recipiente Dewar (volume 1,5 l, diâmetro interno 100 mm) é enchido até à borda com composto fresco peneirado (granulometria Ø 10 mm), a granel solto e empurrando ligeiramente. A amostra é então incubada à temperatura ambiente (aprox. 20 °C) durante 72 horas, sendo a temperatura medida de hora a hora. O sensor de temperatura está localizado no terço inferior do recipiente. Quando a temperatura cai significativamente, o teste é considerado terminado.

O teste é avaliado pela temperatura máxima, pelo aumento máxima e pela integral da área sob a curva de temperatura, durante 72 horas. De acordo com as fórmulas que se seguem, é calculado o aumento da temperatura entre duas medições e a integral da área sob a curva de temperatura, ao longo de um dado tempo de medição:

$$S1 = \frac{T2 - T1}{Z2 - Z1}$$

$$F1 = \frac{T1 + T2}{2 * (Z2 - Z1)}$$

S: Aumento de temperatura entre duas medições [°C/h]

T: Diferença de temperatura entre duas medições [°C]

Z: Diferença de tempo entre duas medições [h]

F: Integral da área sob a curva de temperatura, ao longo do tempo de medição definido [°C.h]

O grau de decomposição pode ser determinado a partir dos resultados, através do diagrama seguinte:

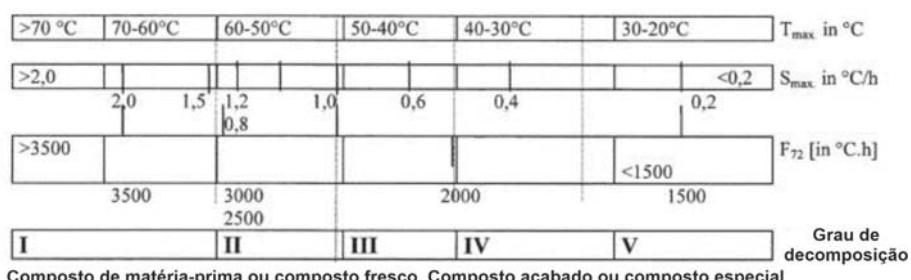


Figura 6-2: Diagrama para determinar o grau de decomposição

© Copyright 2019 by **Big Dutchman**