

Série de Publicações EcoSanRes



Relatório 2004-2

## Orientações de Uso de Urina e Fezes na Produção Agrícola

Håkan Jönsson, Anna Richert Stintzing,  
Björn Vinnerås, Eva Salomon



## Orientações de Uso de Urina e Fezes na Produção Agrícola

Håkan Jönsson  
Universidade Sueca de Ciências Agrícolas-SLU

Anna Richert Stintzing  
Ecologia VERNA, Sociedade anônima

Björn Vinnerås  
Universidade Sueca de Ciências Agrícolas-SLU

Eva Salomon  
Instituto Agrícola Sueco e Engenharia do Ambiente



## **Programa do EcoSanRes**

Instituto do Ambiente de Estocolmo  
Lilla Nygatan 1  
C.P. 2142  
SE-103 14 Estocolmo, Suecia  
Tel:+46 8 412 1400  
Fax: +46 8 723 0348  
postamaster@sei.se  
www.sei.se

Esta publicação pode ser obtida na internet neste endereço  
[www.escosanres.org](http://www.escosanres.org)

Comunicações SEI  
Director de Comunicação: Arno Rosemarin  
Director de Publicação: Erik Willis  
Desenho: Lisseta Tripodi  
Acesso à paginas da internet: Howard Cambridge

**Direitos de autores 2004 por**  
O Programa de EcoSanRes  
e o Estocolmo Instituto do Ambiente

Esta publicação pode ser reproduzida em total ou em parte e de qualquer forma para motivos educacionais ou não-lucrativos, sem permissão especial dos direitos dos autores sob condição de notificação da fonte é feita. Esta publicação não pode ser revendida ou utilizada para fins comerciais sem permissão escrita dos detentores de direitos de autores

**ISBN 92 88714 94 2**  
**Conteúdos**

Prefácio	v
Sumário das orientações	01
Requisitos para a plantação agrícola	02
Macronutrientes	02
Micronutrientes	03
Resposta da colheita e utilização de recursos	03
Nutrientes no Excreto	04
Balanço de massa de nutrientes	04
Conteúdos de macronutrientes no Excreto	05
Conteúdos de metais pesados e substâncias contaminadores no excreto	07
Composição e disponibilidade de nutrientes de plantas na urina.	09
Composição e disponibilidade de nutrientes de plantas nas fezes.	10
Tratamento higiênico de urina e fezes – efeitos nos nutrientes de plantas	10
Tratamentos secundários e primários	10
Tratamento primário	11
Urina	11
Fezes-dessecação utilizando aditivos	12
Tratamento secundário	12
Urina	12
Fezes	13
Fezes - incineração	13
Fezes - composição	13
Fezes – armazenagem	15
Fezes - digestão	15
Fezes – saneamento químico	15
Recomendações para Uso de Urina e Fezes na Cúltivação	16
Urina	17
Considerações gerais	17
O feito de fertilizantes da urina	17
Diluição	17
Tempo de aplicação	18
Armazenagem no solo	19
Técnica de aplicação	19
Taxa de aplicação	20
Experiências	21
Fezes	24
Considerações gerais	24
O feito de fertilizantes	24
Tempo de aplicação	26
Técnica de aplicação	26
Taxa de aplicação	28
Experiências	29
Recomendações Finais	31
Excreto, Recomendações Finais	31
Urina	31

Fezes	32
Conhecimento em falta	32
Adaptações dessas orientações em condições locais	33
Referências	33

## Figuras e Tabelas

Figura 1.	Os factores de limitação que regulam o crescimento de plantas	02
Figura 2.	O efeito do aumento de taxas de aplicação na colheita de produção do N disponível	04
Figura 3.	Tamanho de raiz de colheita vegetal	19
Figura 4.	Aplicação de urina para vegetais	20
Figura 5.	Bagas e rosas fertilizados com urina	21
Figura 6.	Espalhamento da urina antes de semear a cevada	22
Figura 7.	Ensaios utilizando urina como fertilizante de alho-poró	23
Figura 8.	Espinafre com e sem fertilizante	24
Figura 9.	Mangeira fertilizada com fezes	27
Figura 10.	Cebola com e sem fertilizantes	29
Figura 11.	Fruteiras que crescem nas covas de “Arbor Loo” no Malawi	31
Tabela 1	Proposta de novo valor sueco para a massa excretada e nutrientes	05
Tabela 2.	Fornecimento de alimentação (equivalente a produção primária) em países diferentes no ano 2000	06
Tabela 3.	Cálculo de excreção de nutrientes por capita em países diferentes	06
Tabela 4.	Concentrações de metais pesados na urina, fezes, mistura de urina+fezes e a fonte interna- detritos domésticos separados em comparação com estrume curral	08
Tabela 5.	Análise de húmus composto húmus derivado de solo da cova “Fossa Alternata” e húmus Skyloo em comparação com a média de vários solos	14
Tabela 6.	Quantidades de N, P e K (kg/ha) retirado por tonelada métrica de uma fracção da colheita comestível das diferentes colheitas.	16
Tabela 7.	Resultados de ensaios utilizando urina humana como fertilizante de alho-poró	23
Tabela 8.	Colheita média (peso em gramas da colheita fresca) nas plantações de ensaios com urina como fertilizante no Zimbabué	24
Tabela 9.	Colheita média (peso em gramas da colheita fresca) nas plantações de ensaios de plantação apenas no solo do topo, em comparação com plantação no solo misto de 50% solo do topo e 50% composto de Fossa Alternata	30

## **Prefácio**

Essas orientações estão baseados no nosso conhecimento actual do uso da urina e fezes em cùltivações de pequenas e grandes escalas. Até aqui, o uso da urina e fezes é muito limitado no mundo. Contudo, essas orientações estão baseados não somente nas nossas experiências e outros como documentado nas revistas ciêntificas, mas também na maior parte com experiências com tipos similares de fertilizantes, por exemplo composto e lama de digestão dos detritos sólidos “biodegradado”. Experiências derivados de muitos ensaios apropriados e ambiciosos em todo mundo, embora não ciêntificamente publicados e analisados, também fazem parte dessas orientações.

Queremos realçar tantas ambições e ensaios bem feitos pelo Peter Morgan, Aquamor, Zimbabuê. Estamos agradecidos ao Peter não somente por ter partilhado seus resultados dessas experiências, mas também por ter apoiado com o texto e a nossa compreensão e por ter partilhado algumas das suas fotografias. Além disso, estamos muito gratos pela discussão proveitosa (principalmente via correio eletrônico) onde partilhou algumas das suas observações que aprendeu nas suas pesquisas e desenvolvimento de saneamento ecológico.

Também agradecemos todos pèritos que participaram no nosso grupo de referência: George AllanClark (México), Sidiki Gabriel Dembele (Mali), Jan Olof Drangert (Suécia), Gunder Edström and Alamaz Terefe (Etiópia), Bekithemba Gumbo (Zimbabuê/África do Sul), Li Guoxue (China), Edward Guzha (Zimbabuê), Watana Pinsem (Tailândia), Caroline Schöning (Suécia) e Liao Zongwen (China)

A Mary McAfeer verificou cuidadosamente e rapidamente o uso da língua inglêsa e por isso estamos muito gratos.

Essas orientações foram desenvolvidas e financiadas pela EcoSanRes, uma rede internacional de ambiente e programas de desenvolvimento baseada no saneamento ecológico financiado pela Sida, a Agência Sueca para Desenvolvimento e Cooperação Internacional

## **O Resumo das Orientações**

Recomendações para uso agrícola do excreto estão baseado no conhecimento de conteúdo de nutrimento do excreto, as quantidades excretadas, a composição e a disponibilidade de fertilizante das plantas e o tratamento de excreto, o que influencia os seus conteúdos. Relações e dados que possam formar a base para adaptação das orientações nas condições locais estão apresentados neste texto. Urina e fezes são fertilizantes completos de alta qualidade com níveis mínimos de contaminadores, tais como metais pesados. Urina é rico em nitrogênio, enquanto fezes são ricos em fósforo, potássio, e material orgânico. A quantidade de nutrientes excretados depende da quantidade de alimentação consumida, e equações estão apresentados para cálculo de nitrogênio e fósforo do excreto baseado nas estatísticas facilmente disponíveis no fornecimento da proteína alimentar.

Excreto deve ser manuseado e tratado de acordo com as orientações de higiene (Schöning & Stenström, 2004) antes de ser utilizado na cultura. Recomendações específicas locais para o uso da urina e fezes na cultura deve estar baseado nas recomendações locais para fertilizantes da colheita. Taxas de aplicação para fertilizantes comerciais mineral nitrogênio (ureia e amônia), se estiverem disponíveis, podem ser utilizados como a base para recomendações no uso de urina. Antes de traduzir tais recomendações para urina, a sua concentração de nitrogênio (N) deve ser analisada com idealismo. Se não, pode calcular-se em 3-7 g N por litro. Se não pode obter recomendações locais, a regra do polegada deve ser aplicado na urina produzida por pessoa num dia (24 horas) a um metro quadrado de terra em cada campanha agrícola. Se toda urina for coletada, será suficiente para fertilizar 300-400m<sup>2</sup> de plantas por pessoa por ano com uma taxa de N razoável. Para muitas plantas a taxa máxima de aplicação, antes de arriscar com efeitos tóxicos, é pelo menos quatro vezes esta dosagem. Também a urina contém muitos fósforos, e será suficiente para fertilizar até 600m<sup>2</sup> de plantas por pessoa e campanha agrícola, se a taxa de aplicação é escolhido para substituir o fósforo retirado, como nas fezes abaixo.

A urina pode ser aplicada pura ou diluída. Portanto, a sua taxa de aplicação deve sempre ser baseada na aplicação das taxas de nutrientes desejados e qualquer necessidade potencial para suplementar água deve ser com água simples, não urina diluída. Para evitar cheiro, perda de amônia e queimadas da folhas, a urina deve ser aplicada perto do solo e incorporado o mais breve possível.

A urina é um fertilizante que actua rapidamente cujo seus nutrientes são melhor utilizado se a urina for aplicada antes de semear até dois terços entre o período semente e colheita. O melhor efeito da fertilização é alcançado se urina e fezes forem utilizados em combinação, mas não necessariamente no mesmo ano, ou na mesma área. A quantidade de urina a ser espalhada pode ser numa dose única grande ou em muitas doses pequenas, e em muitas circunstâncias a colheita total é a mesma para a mesma taxa de aplicação.

Para fezes, a taxa de aplicação pode ser baseada nas recomendações locais para o uso de fertilizante baseado no fósforo. Isto dá uma taxa de aplicação baixa, e o melhoramento devido ao material orgânico adicionado é difícil distinguir. Portanto, fezes são aplicadas a uma taxa mais alta, em que a estrutura e a capacidade de retenção de água do solo são visivelmente melhoradas como efeito do aumento de material orgânico. Ambos material orgânico e cinza são muitas vezes acrescentados a fezes e aumenta a capacidade de enchimento e o pH do solo, o que é especialmente importante nos solos com baixo pH. Contudo, dependendo de estratégia de aplicação, fezes de uma pessoa podem ser suficiente para fertilizar 1.5-300 m<sup>2</sup>, dependendo, se estão sendo aplicado de acordo com o conteúdo orgânico ou fósforo. Fezes devem ser aplicadas e, misturadas com solo antes do início da campanha. Aplicação local, em furos ou regos próximo de plantas, é uma maneira de economizar este bem valioso.

Essas orientações tem sido desenvolvido dentro das linhas gerais de EcoSanRes, uma rede pericia internacional de saneamento ecológico financiado pelo Asdi, aAgência Sueca Cooperação para o Desenvolvimento Internacional.

### **Requisitos para o Crescimento da Planta**

Os requisitos para o crescimento da planta incluem, luz, água, estrutura onde raízes possam crescer e nutrientes. Os factores limitantes que regulam o crescimento de plantas podem ser ilustrados como na figura 1. Quando o fornecimento do factor mais limitante do crescimento aumenta, daí outros factores de crescimento torna-se importante como factores limitante (Figura 1). Se outros factores além de nutrientes são limitantes, por exemplo água, luz, pH, luz ou temperatura, acrescentando mais nutrientes não aumentará a colheita.

**Figura 1. Os factores limitantes que regulam o crescimento de plantas podem ser considerados com madeira de um barril e o nível da colheita como o nível que o liquido pode atingir antes de transbordar. Se a maioria dos factores limitantes são melhorados, por exemplo o crescimento de nitrogénio, então um outro factor limitará a colheita a nível mais alto.**

### **MACRONUTRIENTES**

Elementos essenciais para o crescimento das plantas são chamados nutrientes. Os nutrientes utilizados em grandes quantidades são os elementos não –minerais, isto é carbono, hidrogénio e oxigénio. Esses elementos são principalmente consumidos como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) do ar, e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) pelas raízes. Acrescentando o fornecimento da luz, dióxido de carbono, água e nutrientes minerais a taxa de deficiência aumenta a taxa de crescimento das plantas e colheita.

Nutrientes podem ser divididos em duas categorias; macronutrientes e micronutrientes. O consumo de macronutrientes é a cerca de 100 vezes do que o micronutrientes. Os seis elementos normalmente classificados como macronutrientes são nitrogénio (N), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Esses nutrientes são principalmente consumidos do solo pelos raízes da forma iónica.

N é frequentemente o nutriente mais limitante para o crescimento da planta e o uso de N é geralmente alto do que o uso total dos outros macronutrientes e micronutrientes juntos. N é consumido pelas plantas como iónio de nitrato. ( $\text{NO}_3$ ) e amónia ( $\text{NH}_4$ ). As principais fontes naturais N de planta disponíveis são degradação de material orgânico no solo e fixação de N pelo microrganismos vivendo em simbiose com raízes de legumes.

P é consumido pelas plantas como iónio de fósforo (pH entre 5-7 principalmente como  $\text{HPO}_4^{2-}$  e  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). O fornecimento natural de P disponível nas plantas vem da dissolução de fosfatos solúveis no solo e mineralização de material orgânico.

A solubilidade alta de K na água é muitas vezes o resultado do bom fornecimento de K disponível na planta. Portanto, muitas plantas, tais como vegetais, precisam de



quantidades grandes de K e portanto a fertilização adicional de K pode melhorar o crescimento das plantas. S também tem a solubilidade alta na água e muitas plantas precisa-o em quantidades pequenas do que P. Acrescimos anuais de K são muitas vezes necessárias.

### **Micronutrientes**

Micronutrientes são essenciais para o crescimento das plantas tal como macronutrientes, mas são consumidos em quantidades pequenas (micro). Os elementos considerados micronutrientes normalmente são boro, cobre, ferro, cloro, manganês, molibdênio e zinco (Frausto da Silva & Williams, 1977; Marschner, 1997). A maioria dos micronutrientes são necessários para a formação de enzimas. Esses nutrientes são normalmente disponíveis em quantidades suficientes através de conteúdo inicial do solo e mineralização de material orgânico. Somente em circunstâncias especiais a escassez de micronutrientes limita o crescimento de plantas. Quando o excreto humano é utilizado como fertilizante, o risco de tal deficiência é mínimo como o excreto contém todos micronutrientes necessários para o crescimento da planta.

### **A RESPOSTA DA COLHEITA E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS.**

A fertilização aumenta a colheita somente se os nutrientes da planta fornecido é um dos factores mais limitantes de crescimento (Figura 1). Não podemos aguardar aumento da colheita quando fertilizamos plantas que são principalmente limitados pelos factores além de fornecimento de nutrientes, por exemplo falta de água, pH mais alto ou mais baixo etc. Para efeitos máximos, é importante utilizar o excreto numa forma mais eficiente e isto difere dependendo da quantidade disponível de nutrientes com relação ao espaço disponível e fertilizante necessário para cada unidade de área.

Há espaço suficiente para utilizar a potência total de todos nutrientes se a aplicação média de N disponível para as plantas estiver abaixo da taxa A na Figura 2, o que é a taxa onde a colheita aumenta lineamente com aumento de aplicação. A taxa A difere entre plantas diferentes, regiões e climas. Se esta taxa não é conhecida, então aplicação de urina de uma pessoa durante o dia por cada metro quadrado (aproximadamente 1.5 litros de urina/m<sup>2</sup> e campanha agrícola) pode ser utilizado como a regra de polegada). Isto coresponde a aplicação de aproximadamente 40-110 Kg N/ha.

Quando a área não é um factor limitante, o efeito total de fertilização pode ser ganho facilmente da urina, mesmo se a urina for aplicada em dosagens diferentes em lugares diferentes, desde que a dosagem em todos lugares esteja abaixo da taxa A (Figura 2)

A melhor eficiência de fertilização quando a área é limitada que a taxa média deve estar acima de A, é obtido através de manutenção da taxa mesmo em todas áreas disponíveis, se todas plantas tiverem a mesma demanda de N. A colheita aumenta quando a aplicação aumenta de taxa A para taxa B (Figura 2). Portanto, ambos a quantidade e a qualidade da colheita são importante e taxas altas de N disponível podem também afectar a qualidade da colheita tanto positivamente como negativamente. Por exemplo, a qualidade de trigo é geralmente melhorada pela uma alta dosagem de N, enquanto a qualidade de por exemplo batata reno pode diminuir uma vez que os tubérculos podem ficar aguados. Portanto, a escolha de momento de aplicação é importante, já que o consumo de nutrientes pelas plantas diminui depois da planta entrar na fase generativa.

Colheita

A

B

Quantidade de fertilizante

**Figura 2. O efeito na colheita de taxa crescente de aplicação de N disponível, por exemplo na forma de urina. Até taxa A, o aumento na colheita é linear a urina adicional. Entre taxa A e B, a colheita ainda aumenta em resposta a aumento da aplicação de fertilizante, mais numa taxa vagarosa. Acima da taxa B, fertilizante adicional torna-se tóxico e a colheita diminui se a taxa de aplicação aumenta.**

Se a informação da taxa B não estiver disponível, então uma taxa quatro vezes alta do que taxa A pode ser utilizado como na regra de polegada, isto é aplicar a urina de uma pessoa durante um dia numa área de 0.25m<sup>2</sup>, correspondente a uma taxa de aplicação aproximada de 160-440kg N/ha.

Mesmo se a área for limitada, a taxa média não pode exceder a taxa B, onde quantidades adicionais de N (por exemplo urina) tornam-se tóxicos. A quantidade de urina que não pode ser utilizada como fertilizante deve ser utilizada de uma outra forma, isto é, como agente acelerador na produção de adubo. Quando for utilizada desta forma, a maioria do N é perdido, mas outros nutrientes permanecem no adubo e portanto tornam-se disponível para as plantas.

### **Nutrientes no excreto**

### **BALANÇO DE MASSA NOS NUTRIENTES**

Massa não pode ser criada nem destruída, excepto nas reacções nucleares, e este facto é a base de sustentabilidade de laço de nutrientes de plantas. Tais laços existem na natureza e um exemplo é a savannah Africana, onde a circulação de nutrientes de plantas entre a vegetação e animais tem sido sustentável por um tempo longo que a girafa teve tempo para desenvolver o seu pescoço comprido! Com o saneamento ecológico estamos a lutar para criar laços de nutrientes nas sociedades urbanas que são sustentáveis tais como os que existem na natureza.

Nutrientes de plantas consumidos deixam o corpo humano com excretos, uma vez que o corpo esta totalmente crescido. Enquanto o corpo estiver a crescer, alguns nutrientes são consumidos e integrados nos tecidos do corpo. O N é acumulado nas proteínas, o P principalmente nos ossos e músculos e K principalmente nos nervos e músculos. Portanto, apenas uma proporção pequena dos nutrientes são retidos mesmo quando crianças e jovens crescem rapidamente. Calcula da dieta média e ganho de peso de jovens suecos entre 12 a 17 anos de idade (Becker, 194) e a composição do corpo humano (Garrow, 1993) a retenção no corpo crescente durante este período é aproximadamente 2%, 6% e 0.6% por N, P e K respectivamente. Uma vez o esqueleto e músculos atingem o seu tamanho total, nenhum nutrientes de plantas são retidos e acumulados no corpo.

Portanto, a quantidade de nutrientes excretados de plantas essencialmente iguala os consumidos. Isto tem três implicações importantes: 1) A quantidade de nutrientes excretado pode ser calculado de comida consumida, em que os dados são melhores e facilmente disponível do que no excreto. 2) Se o excreto e os detritos biológicos, tal como estrume de animais e restos das colheitas, são reciclados, depois a fertilidade da terra cultivavel pode manter-se, como os produtos reciclados contém o mesmo excreto entre regiões diferentes no consumo de alimentação e portanto no fornecimento de nutrientes de plantas para manutenção da fertilidade. Sem considerar as quantidades e concentrações de nutrientes de plantas no excreto, uma recomendação importante de fertilização é portanto lutar para distribuir o excreto fertilizante numa área igual a área de produção de alimentos.

### CONTEUDOS DE MACRONUTRIMENTOS NO EXCRETO.

Apenas algumas medidas de quantidades e composição do excreto humano existem e portanto há necessidade de método para calcular a composição de excreta facilmente dos dados existentes. Tal método, que usa as estatísticas de Organização Mundial de Alimentação ([www.fao.org](http://www.fao.org)) no fornecimento disponível de alimentação em países diferentes, foi desenvolvido pelo Jönson & Vinnerås (2004). Este método utiliza equações derivadas de estatísticas de OMA e o cálculo de excreção médio pela população sueca (Tabela 1), onde calculos grandes foram feitos no excreto.

**Tabela 1 Proposta de novo valor da massa excreted e nutrientes (Vinnerås, 2002)**

Parâmetro	Unidade	Urina	Fezes	Papel higiênico	Água suja (urina+fezes)
Massa humida	kg/pessoa,ano	550	51	8.9	610
Massa seca	kg/pessoa,ano	21	11	8.5	40.5
Nitrogénio	g/pessoa,ano	4000	550		4550
Fósforo	g/pessoa,ano	365	183		548

Baseado neste cálculo de excreto médio, na alimentação fornecida para população sueca de acordo com as estatísticas de OMA e uma análise estatística de diferentes tipos de alimentação, relações (Equações 1-2) foram desenvolvidas entre alimentação fornecidas de acordo com OMA e excreção de N e P.

$N = 0.13 \times \text{Total de proteína na alimentação}$

*Equação 1*

$P = 0.011 \times (\text{Total de proteína na alimentação} + \text{proteína na alimentação vegetal})$

*Equação 1*

Nas equações 1-2 as unidades de N e P são as mesmas como os de proteína de alimentação. Como demonstrado na equação 2, há uma correlação positiva forte entre os conteúdos de proteína e fósforo na alimentação. Além disso, a alimentação vegetal contém em média duas vezes mais fósforo por grama de proteína do que dos animais., por isso que a proteína vegetal é contado duas vezes na Equação 2

Essas equações são úteis para o cálculo de excreção médio de N e P em países diferentes. Os dados de tais cálculos são as estatísticas de OMA no fornecimento da alimentação, pode ser adquirido na página de web chamado "Dados de Nutrição – Fornecimento de Alimentação –

Colheita Primária Equivalente”. Exemplos dos dados e resultados de tais cálculos para alguns países são fornecidos na Tabela 2 e 3.

**Tabela 2. Fornecimento de alimentação (Colheita Primária Equivalente) em países diferentes ano 2000 (OMA, 2003)**

Pais	Energia total Kcal/cap Dia	Energia vegetal kcal/cap, dia	Proteian total g/cap, dia	Vegetal proteina g/cap, dia
China, Asia	3029	2446	86	56
Haiti, West Indies	2056	1923	45	37
India, Ásia	2428	2234	57	47
África do Sul, Africa	2886	2516	74	48
Uganda, África Oeste	2359	2218	55	45

**Tabel 3 Calculo de excrecio de nutrientes por capita em países diferentes (Jönson & Vinnerås (2004)**

Pais		Nitrogénio Kcal/cap Ano	Fosfóro cal/cap, ano	Potassio kg/cap, ano
China, Total		4.0	0.6	1.8
	Urina	3.5	0.4	1.3
	Fezes	0.5	0.2	0.5
Haiti, Total		2.1	0.3	1.2
	Urina	1.9	0.2	0.9
	Fezes	0.3	0.1	0.3
India, Total		2.7	0.4	1.5
	Urina	2.3	0.3	1.1
	Fezes	0.3	0.1	0.4
África do Sul, Total		3.4	0.5	1.6
	Urina	3.0	0.3	1.2
	Fezes	0.4	0.2	0.4
Uganda, Total		2.5	0.4	1.4
	Urina	2.2	0.3	1.0
	Fezes	0.3	0.1	0.4

Esses cálculos supõem que a perda entre alimentação fornecida e a alimentação actual consumida, isto é os detritos produzidos, são do mesmo tamanho nos países diferentes. Esta suposição é verificada nos dados chineses. O excreto total reportado pelo Gao e outros (2002) para a china foi 4.4kg de N e 0.5kg de P. Esses valores concordam muito bem com os calculados na Tabela 3, considerando a dificuldade de medir excrecio de uma população grande.

Na Tabela 3, o excrecio total tem sido dividido entre urina e fezes e, para este fim dados suecos foram utilizados. Na suécia, aproximadamente 88% do excrecio N e 67% do excrecio P são concentrado na urina e o resto nas fezes. A divisão de nutrientes entre urina e fezes depende de digestibilidade da dieta, como os nutrientes digeridos entram no metabolismo e

são excretados como urina, enquanto frações não digeridos são excretados como fezes. Por isso para os países onde a dieta é menos digestível do que suécia, a urina irá conter menos de 88% do excreto N e 67% do excreto P. Por exemplo, os dados chineses (Gao e outros, 2002) indicam que a urina contém aproximadamente 70% do excreto N e 25-60% do P. Para diminuir a incerteza em como nutrientes, especialmente P, são divididos, mais medidas são necessárias na composição de excreto em países com dietas menos digestíveis.

A digestibilidade também influencia a quantidade de fezes excretadas. Na suécia o cálculo é de 51 kg de massa húmida (Vinnerås 2002), na china o cálculo é de 115 kg/pessoa (Gao e outros., 2002) no Kenia é calculado até 190kg/pessoa por ano (Pieper, 1987). A massa de fezes secas na suécia é a cerca de 11 kg e china 22 kg/pessoa por ano. A concentração de nutrientes é calculada na base de nutrientes do material fecal e a sua massa.

A concentração de nutrientes de urina excretados depende da quantidade de nutrientes, que foram calculados acima, e a quantidade de líquido, que em média nos adultos pode ser calculado na taxa de 0.8-1.5 litros por pessoa por dia e para crianças a cerca de metade desta quantidade. (Lentener e outros., 1981). Baseado nesta e outras medidas, o valor proposto sueco é 1.5 litros por pessoa por dia (550 litros/pessoa, ano Vinnerås 2002), enquanto Gao e outros. (2002) para a china apresenta 1.6 litros por pessoa por dia (580 litros/pessoa, ano)

A urina é utilizada pelo o corpo como meio de balanço para líquidos de sal e a quantidade de urina portanto varia com o tempo, pessoa e circunstâncias. Por exemplo, muito suor resulta na urina concentrada, enquanto consumo de grandes quantidades de líquido dilui a urina. Portanto, para determinar a taxa de aplicação de urina como fertilizante, o cálculo de basear-se no número de pessoas e dias que foram colhida, dá uma boa indicação de conteúdos de nutrientes do que o volume.

## **CONTEÚDOS DE METAIS PESADOS E SUBSTÂNCIAS DE CONTAMINAÇÃO NO EXCRETO.**

O conteúdo de metais pesados e outras substâncias de contaminação tais como restos de pesticidas são geralmente baixos e muito baixos em excreto, dependendo da quantidade presente nos produtos consumidos. A urina é filtrado do sangue pelos rins. Contém substâncias que entram no metabolismo e portanto o nível de metais pesados na urina é muito baixo (Jönson e outros., 1997; Jönson e outros., 1999; Johansson e outros., 2001. Vinnerås 2002; Palmquit e outros., 2004) Os conteúdos destas substâncias são altos em fezes em comparação com urina. A razão principal deste é que fezes principalmente contém material não-metabólico combinado com alguns materiais metabólicos. A proporção principal de micronutrientes e outros metais pesados passam através de intestinos sem serem afectados (Fraústo de Silva & Williams, 1997). Mesmo assim, as concentrações de substâncias contaminantes em fezes são geralmente baixos do que no fertilizante químico (por exemplo cádmio) e estrume curral (por exemplo crómio e chumbo) (Tabela 4).

**Tabela 4. Concentrações de metais pesados (cobre, zinco, crómio, níquel, chumbo e cádmio) na urina, fezes, mistura de urina+fezes e restos de cozinha, em comparação com estrume curral na suécia ambos em µg/kg de peso húmido e em mg/kg P calculado da SEPA, 1999; Vinnerås 2002)**

	Unidade	Cu	Zn	Cr	Ni	Pb	Cd
Urina	µg/kg ww	67	30	7	5	1	0
Fezes	µg/kg ww	6667	65000	122	450	122	62
Mistura urina+Fezes	µg/kg ww	716	6420	18	49	13	7
Restos da cozinha	µg/kg ww	6837	8717	1706	1025	3425	34
Estrume curral	µg/kg ww	5220	26640	684	630	184	23
Urina	mg/kg P	101	45	10	7	2	1
Fezes	mg/kg P	2186	21312	40	148	40	20
Mistrura Urina+Fezes	mg/kg P	797	7146	20	54	15	7
Restos da cozinha	mg/kg P	5279	6731	1317	791	2644	26
Estrume Curral	mg/kg P	3537	18049	463	427	124	16

A grande proporção dos hormônios produzidos pelo nossos corpos e os farmacêuticos que consumimos são excretados com a urina, mas é razoável acreditar que o risco de efeitos negativos na quantidade ou qualidade de plantas é insignificante. Todos mamíferos produzem hormônios e, durante o curso da evolução, são excretados em ambientes terrestres. Portanto os micróbios de vegetação e solo são adaptados, e possam degradar esses hormônios. Além disso, a quantidade de hormônios no estrume de animais domésticos é maior do que a quantidade encontrada na urina humana. Portanto, embora cálculos teóricos baseados nos testes com peixe indicaram um risco de ecotoxicidade de óleo-oestrad (Ambjerg-Nielsen e outros., 2004) quando estiver a aplicar a urina, ambas experiências de fertilizante e história do desenvolvimento indicam fortemente que não há um risco real.

De longe a maioria de todas substâncias farmacêuticas são derivadas de natureza, mesmo que muitos são produzidas sinteticamente, e por isso são encontrados e degradados em ambientes naturais com uma actividade microbial diversa. Isto foi verificado no tratamento de plantas com água utilizada ordinaria., onde a degradação de substâncias farmacêuticas melhoraram quando o tempo de retenção foi prologado de horas para dias. Fertilizantes de urina e fezes são misturados com solo do topo activo que tem uma comunidade microbial tão diversa e activa como no tratamento de plantas com água utilizada e as substâncias são retidas no solo do topo por meses. Isto significa que há tempo suficiente para os micróbios degradar substâncias farmacêuticas e que o risco associado com todos é pequeno.

Com relação a substâncias hormónicas e farmacêuticas, parece melhor reciclar urina e fezes na terra cultivável do que depositar em recipientes de água. Uma vez que os sistemas aquáticos nunca foram expostas a hormônios mamíferos em grandes quantidades, não é surpreendente que o desenvolvimento do sexo de peixe e réptiles e perturbado quando são expostos a água utilizada com abundância. Além disso, o tempo de retenção da água utilizada no tratamento de plantas é muito curto para muitas substâncias farmacêuticas degradarem-se e recipientes de água são geralmente ligados a fontes de água. Por isso, Não é surpreendente que as substâncias farmacêuticas tem sido detectadas á decadas, não somente em recipientes de águas de Berlin por exemplo mas também no Água subterrânea, que é a fonte de água para beber do Berlin (Herberer e outros, 1998)

Há muitas indicações que o risco possível de substâncias farmacêuticas no sistema agrícola é reduzido e muito reduzido do que os riscos associados com o sistema presente. Uma dessas indicações é que em muitos países o consumo humano de farmacêuticos é reduzido em comparação com animais domésticos, como em muitos países a ração comercial contém substâncias antibióticas, acrescentados como promotores de crescimento. Além disso, o uso

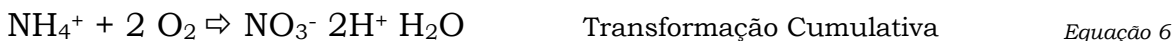
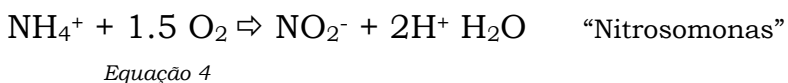
humano de substâncias farmacéuticas é muito pouco em comparação com a quantidade de pesticidas (insecticidas, fungicidas, bactericidas e herbicidas) utilizado na agricultura, que são biologicamente activas como substâncias farmacéuticas.

### COMPOSIÇÃO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES DE PLANTAS NA URINA

A urina tem sido filtrado pelos rins e contém apenas baixo peso de substâncias moleculares. No excreção, o pH de urina é normalmente a cerca de 6, mas pode variar entre 4.5 e 8.2 (Lentener e outros., 1981) 75-90% do N é excretados com urea e o restante principalmente como amônia e creatinina (Lenener e outros., 1981) Na presença de urease, ureia é facilmente degradado para amônia e dióxido de carbono (equação 3) e os iónios de hidróxido produzidos normalmente aumentam o pH para 9-9.3. Normalmente urease acumula dentro do sistema de tubagem de urina e portanto a transformação acima é muito rápida, geralmente dentro de algumas horas (Vinnerås e outros., 1999; Jönson e outros., 2000)



Amonia é directamente disponível para plantas e um fertilizante N excelente, é verificado pelo facto que ureia (que é degradado para amônia pelo urease no solo) e amônia são dois dos fertilizantes N maioritariamente utilizados no mundo. Muitas plantas preferem nitrato do que amônia, mas isto não é nenhum problema. Amônia aplicado á solo cultivável é transformado dentro de poucos dias a nitrato (equação 4-6). Em solos com baixa actividade microbial, essa transformações levam muito tempo, já que são feitas pelo micróbios.



A disponibilidade de urina N para plantas é a mesma da urea química ou fertilizante amônia. Isto é esperado, como 90-100% de urina N é encontrado como urea e amônia e tem sido verificado nas experiências de fertilizantes (Kirchman & Petterson, 1995; Richert Stintzing e outros., 2001)

O P na urina é quase (95-100%) inteiramente inorgânico e é excretados em forma de iónios de fosfato (Lentener e outros., 1981). Esses íonos são directamente disponíveis para as plantas e isto não é nenhuma surpresa que a sua disponibilidade tem sido encontrado a ser mais ou menos bom como do fosfato químico (Kirchmann & Petterson, 1995)

O K é excretado na urina como iónios, que são directamente disponível para as plantas. Esta é a mesma forma como o como fornecido pelo fertilizantes químico portanto o seu efeito deve ser o mesmo.

O S é principalmente excretado em forma de iónios sulfatos livres (Lentner, 1981: Kirchmann & Petterson, 1995), que são directamente disponíveis para as plantas. Esta é a mesma forma como S em muitos fertilizantes químicos e por isso o efeito de fertilizante de S na urina e o fertilizante químico S deve ser o mesmo.

## **COMPOSIÇÃO E DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES DE PLANTAS NAS FEZES**

Como demonstrado acima, a maior proporção dos nutrientes excretados é encontrado na urina, que tem uma contaminação extremamente baixa de metais pesados. A fracção de fezes também contém muitos nutrientes relativamente não contaminados. Em comparação com a urina, que tem nutrientes solúveis na água, as fezes contém ambos nutrientes solúveis na água e nutrientes que são combinado em peças grandes não solúveis na água. Ainda, a cerca de 50% do N e a maioria de K nas fezes são solúveis na água (Berger, 1960; Trémolieres e outros.; 1961; Guyton, 1992; Fraústo da Silva & Williams, 1997). O K é principalmente encontrado em iónios dissolúveis.

A disponibilidade de nutrientes nas plantas no material fecal é mais baixo e vagarosa do que os nutrientes na urina. Isto é devido ao facto de que a proporção principal do P e uma grande proporção do N vem do material não digerido e este material precisa de ser segrado no solo para tornar disponível as plantas. Portanto o material orgânico nas fezes é degradado e seus conteúdos de orgânico N e P tornam-se disponíveis para as plantas. O cálcio do fosfato também dissolve e torna disponível para as plantas e esses cálcios de fosfatos deve estar disponíveis como os fornecidos pelas fertilizantes químicos. O K nas fezes esta numa forma iónica, que é directamente disponível para as plantas. Portanto, não é somente por causa do N que a disponibilidade de nutrientes fecais são consideravelmente baixas do que os fertilizantes químicos ou urina. As concentrações altas do P, K e material orgânico no material fecal podem também aumentar a colheita substancialmente, especialmente em solos fracos. O material orgânico contribui em muitas maneiras: no melhoramento da estrutura do solo, aumenta a capacidade de manutenção de água e capacidade de enchimento, e apoiando os microrganismos do solo servindo como fonte energética.

### **Tratamento higiénico de urina e fezes – efeitos nos nutrientes de plantas.**

#### **TRATAMENTO PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO**

Urina é normalmente adquirido directamente de urinol para um tanque de colecção ou recipiente. A qualidade de higiene da urina coleccionada é normalmente muito alta em comparação com fezes. Os riscos de higiene associados com urine desviada são principalmente resultado de contaminação pelas fezes, que é possível em muitos sistemas.

O tratamento secundário é apenas necessário em sistemas grandes (isto é sistemas onde urina é coleccionada de uma família e é utilizado para fertilizar plantas consumidas pelas pessoas fora daquela família) onde a fertilização é feito um mês antes da colheita<sup>1</sup>. Armazenamento separado é o método mais utilizado para tratamento secundário como é mais simples e barato.

Normalmente fezes precisam de ambos tratamentos primário e secundário antes da aplicação. Mesmo se a distinção entre esses tratamentos difundem muitas vezes. O tratamento primário é aquele que acontece durante a coleção, e nos sistemas secos isto normalmente acontece em baixo da casa de banho durante o período da coleção. O tratamento primário tem muitos objectivos: a) diminuir o risco de mau cheiro; b) diminuir o risco de moscas; e c) diminuir o risco higiénico, isto é reduzir o número de patogénese potencias nas fezes. No sistema seco, este tratamento primário pode ser a adição de cinza depois de cada defecação.

<sup>1</sup> Para mais informações veja as orientações de higiene (Schönning & Stenström, 2004)



O tratamento secundário acontece quando o período da colecção termina e pode ter lugar na casa de banho (por exemplo numa casa de banho de dupla abóbada) ou outro lugar. O objectivo principal do tratamento secundário é tornar as fezes seguras higienicamente. Outro objectivo é transformar as misturas das fezes num estado sem cheiro e visualmente não repulsivo. Isto significa que não pode reconhecer pedaços de fezes ou papel higiénico. Isto é importante quando o produto fecal é manuseado manualmente mas menos importante quando é manuseado mecanicamente.

Há muitas opções para o tratamento secundário; compostagem, digestão, armazenamento tratamento químico e incineração. O tratamento termofilo (compostagem, digestão, incineração) para saneamento depende de todos materiais que atingem uma temperatura alta a um tempo suficientemente longo para assegurar que os patógenos morrem. Este tempo varia de segundos de incineração para dias mesmo semanas para compostagem termofilo. Para alcançar níveis de saneamento similares, os outros tratamentos precisam mais tempo e normalmente o tempo de desaparecimento depende não somente da temperatura mas também o número de outros parâmetros, tais como humidade, pH, etc.

O tratamento tem efeitos no conteúdo e disponibilidade de plantas dos nutrientes das fezes e este efeito varia entre os nutrientes e tratamentos. O N e S podem ser gases perdidos, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>S durante alguns tratamentos, mas outros nutrientes permanecem no produto tratado desde já que não ocorre lixiviação.

### **Tratamento primário**

#### *Urina*

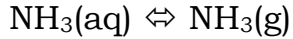
De urinol, a urina é canalizada para o vaso de colecção. Devido a acumulação de urease, formas de lama onde a urina geralmente permanece por um tempo, em tubos que estão perto do horizontal e no tanque. Esta lama principalmente consiste de Estruvite (MgNH<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) e apatite (Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)(OH)<sub>2</sub>). É formado por que o pH da urina aumenta para 9-9.3 devido a degradação de ureia para amônia (Equação 4) e neste pH alto as concentrações iniciais do fosfato, magnésia, cálcio e amônia não são mais solúveis, mas precipitam. Do P de urina, 30% ou mais é eventualmente transformado em lama (Jönsson e outros., 2000; Udert e outros., 2003). Se os tubos tiverem uma descida de 1% e estiverem bastante largos (para tubos horizontais ≥75mm), a lama escorrega para o vaso de colecção, onde formam a camada base. Este é líquido e pode ser manuseado junto com o resto da urina.

Sob condição de que a lama é manuseada e utilizada de novo com o resto da urina, nem a quantidade nem a disponibilidade dos nutrientes são trocados. A concentração do P nesta camada base pode ser duas vezes alto do que o resto da urina. Portanto, esta lama pode ser utilizada para plantas com alta demanda do P ou manuseada com o resto da urina. No caso anterior, o produto de fertilizante deve ser misturado de preferência antes de ser espalhado para ter uma dosagem igual.

O pH alto da urina no vaso da coleção, normalmente 9-9.3, junto com altas concentrações de amônia, significa que há um risco de perder N em forma de amônia com a ventilação (Equação 7 e 8) Portanto, essas perdas são facilmente eliminadas desenhando o sistema para que os tanques e o tubos não estejam ventilados, mas apenas com pressão igual. Isto também elimina o risco de mau cheiro do sistema da urina. Urina é muito corrosivo e portanto tanques devem ser feitos de material resistente, por exemplo plástico ou concreto de alta qualidade, enquanto metais devem ser evitados.



*Equação 7*



*Equação 8*

### **Fezes – dessecação utilizando aditivos**

O tratamento primário mais comum de fezes é a coleção numa câmara ventilada, muitas vezes com alguns aditivos, tais como cinza de plantas, cal ou solo seco. O aditivo deve estar seco e muitas vezes mais seco do que as fezes, que na excreção tem o conteúdo seco a cerca de 20% enquanto a matéria seca de solo e cinza é normalmente 85-100%. Portanto, o conteúdo da matéria seca da mistura é muito alto do que das fezes, se não houver secagem de ar. Este aumento de matéria seca diminui o risco de mau cheiro e moscas. Também reduz alguns patógenos e este efeito é reforçado se o aditivo é aplicado numa maneira que o novo superfície das fezes nunca é exposto, isto é, aditivo é acrescentado depois de cada defecação numa maneira que cobre toda superfície novo.

Os aditivos providenciam nutrientes diferentes. Cinza de plantas é rico em K, P e cálcio, e solo também contém esses nutrientes. Esses nutrientes contribuem naturalmente a quantidade total de nutrientes na mistura fecal.

Se a cinza ou solo é adicionado depois de cada uso de casa de banho, as fezes secam rapidamente enquanto umidade é transportado e partilhado com o aditivo seco. O alto pH de cinza e cal junto com a diminuição rápida de nível de humidade das fezes significa a degradação biológica é pequeno se aditivo suficiente é utilizado. Portanto, a perda de matéria orgânica N da mistura fecal é pequena.

No processo de secagem, todos nutrientes excepto N a maioria de material orgânico é conservado. Algum N é perdido como amoníaco e alguma matéria facilmente degradada também é degradada e é perdido em forma de dióxido de carbono e água. Portanto, se a secagem for rápida e as perdas são menores, enquanto mais degradação biológica reduz e para quando a o nível da humidade diminui a níveis baixos. Neste caso, é apenas a parte de orgânicos solúveis na água e N, inicialmente acerca de 50% de total do N (Trémolière e outros., 1961), que está em risco de ser perdido. Se a secagem for vagarosa, muita degradação biológica acontece e portanto as perdas orgânicas e N são maiores.

### **Tratamento secundário**

#### *Urina*

Armazenagem separada é um método simples e barato para urina e o mesmo processo acontece neste tanque de armazenagem. Desde que o tanque tenha uma pressão igual, e não ventilada, nem perdas de nutrientes nem mudanças na sua disponibilidade irão acontecer. O conteúdo do P no fundo de lama é alto e isto pode ser utilizado para plantas que precisam muito P, se não, deve ser misturado com o resto do conteúdo no tanque antes de espalhar, para que possa providenciar uma dosagem igual.

O lugar de saneamento onde a urina é guardada separadamente não pode ser confiável quando a urina é guardada junto com fezes, com as fezes aumenta o número de patógenos e também a capacidade da redução de efeitos desastrosos e o material orgânico. Portanto, misturando as fezes em simultâneo aumenta a necessidade para saneamento e diminui o efeito de saneamento até um certo ponto que não pode ser confiável.

### **Fezes**

N e S são nutrientes em risco de serem perdidos durante o tratamento secundário, e os factores importantes que influenciam a sua sorte são a quantidade de aerificação e degradação que acontece no processo.

### **Fezes – Inceneração**

Inceneração é um processo aeróbico com degradação completo essencial de material orgânico. Portanto, se as fezes são inceneradas com sucesso e completamente, então essencialmente todo N e S é perdido com o gas, enquanto todo P e K permanece na cinza. Como cinza de planta, a cinza de uma inceneração sucedida é um fertilizante concentrado e higiénico com muito P e K. Para fazer o melhor uso deste fertilizante concentrado deve ser aplicado cuidadosamente. (veja a secção de “Fezes”, subsecção “Técnica de Aplicação” em baixo).

### **Fezes –compostagem**

#### *Compostagem Termofílica*

Compostagem Thermophilic, como inceneração, é um processo aeróbico, que depende de calor vindo de material orgânico para alcançar a temperatura desejada, >50°C, para um número de dias para assegurar a redução segura de patógenos (Vinnerås e outros, Schönning & Stenström, 2004). Uma taxa alta de degradação é necessário se o composto deve alcançar esta temperatura alta. A degradação precisa muito oxigénio e o peso total de ar necessário para o processo de compostagem é geralmente o de substrato (Haug 1993). No composto sucedido. O pH do substrato aumenta para 8-9, mesmo se o pH inicial for baixo (~5) Eklind & Kirchmann, 2000; Beck-Friis e outros., 2001, 2003). O aumento do pH é maioritariamente devido a amónia formada como orgânico N (proteína) sendo degradado (Haug, 1993; Beck-Friis e outros., 2003).

A combinação de amónia, temperatura alta, pH alto e alta aerificação significa que o N na forma de amónia perdido. Essas perdas de certo modo diminui se a taxa de C/N do substrato aumentado pelo uso de aditivos com muito carbono, por exemplo, folhas, palha ou papel. Portanto se a razão C/N torna-se muito alto >30-35), daí a compostagem é reduzido, prejudicando a aquisição de temperaturas desejadas. A taxa de C/N dá a compostagem sucedido, a perda de N geralmente é 10-50% (Eklind & Kirchmann, 2000; Jönsson e outros., 2003). Se a urina da latrina e fezes forem compostos juntos invés de apenas fezes, então os dados de N ao composto aumentam algumas 3-8 vezes e a maioria de N é perdido, porque é principalmente em forma de amónia, que facilmente escapa do alto composto aeróbio

A proporção principal (tipicamente 90-95%) do N no composto formado é orgânico N (Sonesson, 1996; Eklind & Kirchmann, 2000) Este N orgânico torna-se disponível as plantas somente a uma taxa que é degradada mais no solo. O restante N, 5-10% do total, é amónia e nitrato, que são directamente disponíveis as plantas.

A disponibilidade de K, S e P no material composto é alto. Se vazamento acontece durante ou após o processo, devido a chuva ou substrato humido, então as fracções mais disponíveis desses nutrientes serão perdidos. Portanto, é importante que o composto seja gerido para que nenhum escapamento é permitido.

Um substrato baseado inteiramente em fezes é normalmente não suficiente para alcançar a temperatura termofilo, especialmente se as fezes forem misturadas com cinza ou cal. Acrescimento de suplementar, substratos facilmente degradados necessários, geralmente em quantidades muitas vezes maiores do que a quantidade de fezes. Este substrato suplementar pode consistir de por exemplo restos de comida do mercado, restos industriais facilmente degradados ou restos de cozinha separados na fonte. Esses crescimentos influenciam a

concentração de nutrientes no composto. Além disso, uma operação excelente e manutenção é necessário para alcançar sustentavelmente a operação termofilo.

#### *Compostagem de temperatura baixa.*

Compostagem mesofilo e degradação aeróbio a temperaturas ambientes, aqui colectivamente denotado compostagem de temperatura baixa, são melhor caracterizados como variantes de compostagem termofilo e estes processos são iguais ao aeróbio. Os produtos desses processos são, quando amadurecem, muito degradados como os de compostagem termofilo e o produto final da degradação aeróbio nessas temperaturas, dióxido de carbono e água também são iguais. O pH final e a perda total de N são similares, 10-50%, como na compostagem termofilo (Eklind & Kirchmann, 2000), como provavelmente a disponibilidade de plantas do produto final. As duas diferenças principais entre os dois tipos de compostagem são primeiramente que o saneamento alcançado através de uma temperatura elevada no composto termofilo não acontece em baixas temperaturas de compostagem, e em segundo lugar e que a necessidade de substrato para a degradação fácil adicional, tal como inputs extensivas para operação e manutenção, é diminuída.

A descrição acima da degradação aeróbio é verídico também quando o processo acontece no solo, como em caso de Arbor Loo e cova *Fossa alterna*. (veja nota de roda pé da Tabela 5). A perda de amônia desses processos pode portanto ser menor do que na compostagem superfície, já que algum amônia pode difundir no solo ao redor, sendo dissolvido no solo líquido e possivelmente ser utilizado pelas plantas. É muito vantajoso se algumas plantas forem plantados em cima de Arbor Loo ou cova *Fossa alterna*. Plantas precisam de humidade para sobreviver, o que significa que amônia que difundi para cima é também dissolvido no solo líquido e utilizado pelas plantas. Portanto, há um risco de perda de N pela lixiviação durante a sua recolha e processamento nas covas. O risco provavelmente aumenta com o tamanho da cova e a quantidade de urina depositada nela. Para latrinas convencionais, no este de Botsuana esta perda foi calculada que varia entre 1 a 50% (Jacks e outros., 1999).

Um trabalho extensivo tem sido feito no Zimbabué em compostagem de temperatura baixa de fezes (Morgan, 2003). Uma análise de húmus extraído de covas não profundas onde o solo é acrescentado a uma combinação composto de fezes e urina, demonstra material rico em todos nutrientes necessários para o crescimento da planta, em comparação com o solo normal do topo

**Tabela 5. Análise de húmus composto derivado da cova *Fossa alterna* e húmus Skylo em comparação com a média de vários solos do topo depois de duas semanas de incubação.**

Fonte de solo	pH	min-N ppm mg/kg	P ppm mg/kg	K ppm mg/kg	Ca ppm mg/kg	Mg ppm mg/kg
Solo do topo local Média de 9 amostras	5.5	38	44	195	3200	870
Húmus Skyloo (Média de 8 amostras)	6.7	232	297	1200	12800	2900
Solo da cova alterna (Média de 10 amostras)	6.8	275	292	1750	4800	1200

O mineral N foi analisado pelo processo Kjeldahl para o mineral N(nitrito, nitrato e amônia) a classificação de solos no Zimbabué: menos de 20ppm e a média baixa até 20-30, 30-40 adequado e  $\geq 40$ ppm "bom". Portanto os solos produzidos de Skyloo e *Fossa alterna* são ricos em minerais, N disponível para plantas nesta escala. As amostras de solo do topo utilizadas na tabela acima estão numa taxa adequada.

P foi analisado com o processo da extração de resina. Isto demonstra P disponível, não P total. Menos que 7ppm é considerado como baixo, 7-15 marginal, 15-30 médio, 30-50 adequado, 50-66 bom, 67-79 muito bom e  $\geq 80$  ppm é considerado alto. Os solos produzidos de Skyloo e *Fossa alterna* também são ricos em P.

Ca, Mg e K foram extraídos com acetato de amônia.

A fossa alterna é um sistema gemêo de casa de banho onde o solo, cinza, e excremento (urina mais fezes) são depositados em uma das covas não profundas (geralmente acerca de 1.2m de profundidade). O uso de covas é alternado em intervalos de 12 meses, com apenas uma cova em uso em cada vez, enquanto a segunda cova esta na fase de compostagem. Leva um ano ou mais para uma família encher a cova com a mistura dos ingredientes. Portanto este sistema permite um circulo contínuo de operação, com húmus sendo escavado cada ano e o uso de cova sendo alternado cada ano.

O Skyloo é uma casa de banho de abóbada único de desvio de urina onde a urina é desviada e conservada para uso futuro como fertilizante de plantas e fezes caem num recipiente por exemplo um balde num abóbada não profundo. Cinza de lenha e solo são acrescentados aos fezes depois de cada defecação. Quando o balde estiver quase cheio, os seus conteúdos são tirados a um local secundário de compostagem onde mais solo é acrescentado e a mistura é mantida húmida. O processo cria um compost rico depois de um certo periodo de tempo.

### **Fezes – armazenagem.**

Armazenagem num estado seco em temperaturas ambientes ou altas é um outro tratamento secundário possível. A redução de patogenes aumenta com aumento de temperaturas ambientes (Moe e Izurieta, 2004). Se o nível da temperatura é mantido baixo, <20% durante toda armazenagem, então a degradação é baixa tal como as perdas de N e orgânicos. Essas substâncias são conservadas e. Depois da incorporação no solo e humedecer, são degradadas da mesma maneira como os materiais no composto mesófilo ou Arbor Loo. Além disso, já que a degradação tem lugar em pequenos volumes em solo húmido com plantas, o risco de perda de amônia ou vazamento é virtualmente eliminada..

### **Fezes – Digestão.**

Digestão anaeróbio termófilo, mesófilo ou temperaturas ambientes é uma outra opção para tratamento secundário de fezes. Digestores são fechados e todas substâncias transformam-se em biogas e/ou em residuos compostão. Na digestão, a grande proporção de material orgânico S é mineralizado de proteínas, e algum deixa o processo como Sulfureto de hidrogéniocontaminando o biogás. A grande proporção do N orgânico é mineralizado de proteínas e portanto o N dos restos contém maioritariamente (50-70%) de amônia (Berg, 2000), o resto sendo N orgânico. Amônia é directamente disponível para as plantas e a disponibilidade de outros nutrientes de plantas é também boa. Digestão dos restos deve ser manuseado com cuidado para que não perca o amônia como amônia gasoso

### **Fezes – Saneamento químico.**

Saneamento de fezes pode ser alcançado misturando-os com urea. Urea é degradado para amônia pela urease que naturalmente acontece nas fezes. Portanto, este processo funciona melhor se as fezes estiverem em forma de lama, que pode ser misturado. Na lama, equilibrio é estabelecido entre amônia e amônia (Equação 7). Amônia é tóxico a micróbios e a redução de patogenes é muito bom no processo (Vinnerås e outros., 2003b). Adições tais como cinza e cal que aumentam o pH durante o tratamento primário puxa a equação 7 para o lado direito e portanto aumenta o efeito de saneamento. Este tratamento precisa de ser feito num recipiente fechado. O processo tem aparência de armazenagem em que nenhuma degradação de fezes tem lugar e portanto nem material orgânico nem N é perdido. São todos deixados para os micróbios no solo para vicejar depois da aplicação de lama como fertilizante. O conteúdo de amônia desta lama é alto do que a urina e restos de digestão. Portanto, deve ser um fertilizante excelente mas, como restos de digestão, precisa de ser manuseado com cuidado para evitar a perda de amônia.

## **Recomendações para uso de Urina e Fezes na Cúltivação**

Um ponto de partida na decisão de taxa de aplicação de urina e fezes é a recomendação local para uso de N convencional (de preferência fertilizante de urea ou amônia) e fertilizantes<sup>2</sup> P. Se recomendações locais não estiverem disponíveis, o ponto de partida pode ser calcular as quantidades de nutrientes retirados pelas plantas. Para poucas plantas a retirada por tonelada métrica de fracção da colheita é dado na Tabela 6. Essas quantidades devem ser multiplicadas pelo cálculo da colheita para obter as quantidades de nutrientes de plantas retirados.

**Tabela 6. Quantidades de N, P e K (kg/ha) retirada por ton métrica de fracção da colheita para plantas diferentes (Autoridade Sueca de Alimentação, 2004)**

Planta	Quant Kg/ha	Conteudo de água %	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
<b>Cereais</b>					
Milho, seco*	1000	10	15.1	2.1	2.9
Milho, fresco	1000	69	6.2	1.1	2.9
Millet	1000	14	16.8	2.4	2.2
Arroz, não descascado	1000	12	12.4	3.0	2.3
Mapira	1000	11	17.6	2.9	3.5
Trigo	1000	14	17.5	3.6	3.8
<b>Outros</b>					
Feijão verde, fresco	1000	90	2.9	0.4	2.4
Batata reno	1000	80	2.9	0.3	4.7
Lentilha, seco	1000	12	38.4	3.8	7.9
Cebola	1000	91	1.9	0.4	1.9
Abobra	1000	92	1.6	0.4	3.4
Feijão vermelho, seco	1000	11	35.2	4.1	9.9
Soja, seco	1000	10	59.2	5.5	17.0
Espinafre	1000	94	3.0	0.3	5.6
Tomato	1000	93	1.4	0.3	2.1
Melancia	1000	91	1.0	0.1	1.2
Repolho branco	1000	92	2.2	0.3	2.7

\* USDA, 2004.

É importante lembrar que uma taxa de aplicação correspondente a quantidade de nutrientes retirados pela fracção comestível de plantas é baixa do que a taxa de aplicação necessária para uma grande colheita, especialmente nos solos de baixa fertilidade. O fertilizante fornecido tem que providenciar nutrientes para o sistema de raiz, plantas e restos de plantas retirado do campo, e há geralmente algumas perdas de N, K e S em particular através de vazamento, e também de N através de volatilização. Alguns nutrientes são perdidos se os restos de processamento de planta não são reciclados no campo como fertilizantes. Um outro aspecto importante é que P adicional é geralmente absorvido pelo solo, especialmente se o solo estiver fraco em P. Portanto a quantidade calculada da Tabela 6 dá o nível mínimo de aplicação necessário para manutenção de fertilidade. Taxas altas de aplicação, muitas vezes duas vezes altas, são necessárias para aumentar a fertilidade do solo em simultâneo, o que é necessário para obter uma alta colheita dos solos fracos. Portanto, se o N é fornecido para plantas que corrigem-o, por exemplo feijão e ervilha, a sua capacidade de N não é totalmente utilizada.

## **URINA.**

### **Considerações Gerais**

Urina é um recurso valioso de nutrientes, utilizado desde tempos antigos para aumentar o crescimento de plantas, hortaliças em particular. Há maneiras diferentes de utilizar a urina. A mais óbvia é utilizar urina directamente para fertilizar plantas e este é o uso em que recomendações são dados em baixo. A outra possibilidade, que implica perdas maiores de amônia, portanto, é utilizar urina para melhorar o processo de compostagem de substratos ricos em carbono. Recomendações no uso de compostos diferentes são dados na secção de “Fezes”. Muitas opções de processos diferentes para concentração ou secagem de urina tem sido apresentados, mas o uso desses produtos não está tratado neste texto.

O texto seguinte supõe que a urina é manuseada de acordo com orientações de higiene dado para urina (Schönning & Stenström, 2004).

### **O efeito fertilizante de urina**

A urina utilizada directamente ou depois de armazenagem é duma qualidade alta, alternativa de baixo custo na aplicação de fertilizante mineral rico em N na produção de plantas. Os nutrientes na urina estão em forma iónica e a sua disponibilidade para plantas compara melhor com fertilizantes químicos (Johansson e outros., 2001; Kirchmann & Petterson, 1995; Kvarmo, 1998 Richert Stintzing e outros., 2001). A urina é melhor utilizada como fertilizante directa para plantas que precisam de N e hortaliças. Se as recomendações específicas de plantas e regionais estão disponíveis para o uso de fertilizante N (urea, amônia e nitrato) um bom ponto de partida de como utilizar a urina é traduzir as recomendações para urina. A tradução é simplificada se a concentração de N na urina é conhecida. Se não for o caso, como na regra de polegada, a concentração de 3-7 gramas de N por litro de urina pode ser esperado. (Vinnerås, 2002; Jönsson e Vinnerås, 2004). Urina também contém grandes quantidades de P e K, mas devido a sua grande quantidade de N, as suas taxas de P/N e K/N são baixas do que em muitos fertilizantes minerais utilizados para produção de vegetais.

A colheita alcançada quando fertiliza com urina varia dependendo de muitos factores. Um aspecto importante é a condição do solo. O efeito de urina, tal como os fertilizantes químicos, é provavelmente baixo no solo com baixo conteúdo de substâncias orgânicas do que no solo com alto conteúdo orgânico. Experiência demonstra que é benéfico para a fertilidade do solo utilizar ambos urina e fezes ou outros fertilizantes orgânicos, mas pode ser utilizados em anos e plantas diferentes.

### **Diluição**

Urina pode ser aplicada pura (sem diluição) ou diluída com água, o que é praticado em muitos lugares. O nível de diluição varia entre 1:1 aproximadamente (uma parte água a uma parte urina) para 10:1, e 3:1 parece muito comum. Diluição implica aumento de volume para espalhar e portanto, a mão de obra, equipamento necessário e a energia para usar e o risco compactação do solo são todos aumentados.

Diluição tem a vantagem de aumentar, ou eliminar o risco de aplicação demasiado, de aplicar urina a taxas altas que torna tóxico para as plantas. Portanto, independentemente da aplicação da urina seja diluída ou pura, ela é fertilizante e deve, tal como os fertilizantes químicos mais concentrados, ser aplicada a uma taxa correspondente as taxas de aplicação desejados de N, enquanto água adicional deve ser aplicada de acordo com as necessidades das plantas. Portanto, a urina pode ser aplicada pura, ou mesmo concentrada ao solo, o que mais tarde é irrigado de acordo com os requisitos das plantas. A urina também pode ser diluída na água de irrigação a uma taxa que depende das necessidades de nutrientes e água pelas plantas. A aplicação de mistura de água/urina normalmente precisa de ser entremeadado com irrigação apenas com água.

Urina diluída deve ser manuseada como urina. Para evitar mau cheiros, perda de amônia, geração de aerossóis, queimaduras e contaminação possível nas plantas pelos patógenos restantes, urina deve ser aplicada perto de, ou nos solos incorporados. Fertilização foliar não é recomendável

Nas áreas onde salinização de solos é um problema, fertilização de urina é apenas recomendável se aumenta a colheita. Se a salinização for o factor mais limitante outros melhoramentos são necessários para aumentar a fertilidade de solos do que aplicação da urina.

### **Altura de aplicação.**

Nas primeiras fases de cultivo, boa disponibilidade de todos nutrientes é muito importante para aumentar crescimento. Nas produções em grande escala, a estratégia normal de fertilização é a aplicação de nutrientes uma ou duas vezes cada campanha de plantação. Se o fertilizante for aplicado apenas uma vez, isto deve ser feito normalmente prévio antes ou na altura de sementeação. Se a planta for fertilizada duas vezes, a segunda fertilização deve ser feita depois de  $\frac{1}{4}$  de tempo entre sementeação e colheita, deferenciando de acordo com as necessidades das plantas.

A planta pode ser continuamente fertilizada, por exemplo, se a urina for colecionada em recipientes pequenos e utilizada mais ou menos directamente. Portanto, uma vez que a planta entra na sua fase produtiva, quase que não utiliza mais nutrientes. Um exemplo é milho; fertilizante aplicado até as plantas começam produzir é melhor utilizado, mas depois desta fase o consumo de nutrientes de solos diminui, como nesta fase os nutrientes são principalmente relocados dentro da planta. (Marschner, 1997). Isto é apreciado na totalidade nas recomendação de uso de fertilizantes químicos. Por exemplo no Zimbábue, onde a colheita de milho é feita 3-5 meses depois da plantação, a recomendação é fertilizar o milho três vezes, mas não mais tarde do que 2 meses depois de plantação.

Como na regra de polegada, fertilização deve parar depois de entre  $\frac{2}{3}$  e  $\frac{3}{4}$  do período entre sementeação e colheita. Alguns vegetais, notavelmente as hortaliças, são colheitado antes de atingir a sua fase reprodutiva e portanto o fertilizante aplicado próximo do período da colheita pode ser utilizado. Portanto, o período de espera de um mês entre fertilização e colheita é muito vantajoso de ponto de vista de higiene e recomendável para todas as plantas comidas cruas (Schönning & Stenström, 2004).

Um aspecto muitas vezes enfatizado é o risco de vazamento de nutrientes. Nas regiões onde há muita chuva durante a campanha agrícola, aplicações repetidas de urina podem ser uma segurança contra a perda de todos nutrientes num único evento chuvoso. Portanto, deve-se sempre lembrar que o vazamento depois de fertilização é pequeno em comparação com vazamento de latrina ou de deixar urina desviada escapar no solo perto da casa de banho.



A quantidade total de urina aplicada, e se deve ser aplicada de preferência uma ou muitas vezes também depende das necessidades de N na planta e as suas raízes. O tamanho de raiz varia em grande escala entre plantas diferentes (Figura 3). Plantas com sistemas de raízes pequenas, por exemplo cenoura, cebola e alface, podem beneficiar de aplicações repetidas de urina durante toda campanha agrícola (Tghorup-Kristensen, 2001).

Trigo	Melilot doce	Couve-Flôr	Cenoura	Alho-pôro	Alface
	1º ano				

**Figura 3. Tamanho de raiz de hortaliças. Desenho: Kim Gutekunst, JTI.**

### **Armazenagem no solo**

Nas regiões onde há campanhas agrícolas definidas seguidas por períodos de seca, armazenagem de nutrientes de urina nos solos é uma alternativa se a capacidade de armazenagem for insuficiente. Isto é feito através de aplicação e incorporação de urina no solo durante a estação seca, seguida por cultivo normal durante a campanha agrícola. A ideia é que a proporção principal dos nutrientes permanecem no solo, e tornar disponível para plantas durante a campanha agrícola. Mais investigações são necessários para determinar a perda e disponibilidade de nutrientes, especialmente N, para as plantas durante e depois de armazenagem. Resultados do Desenvolvimento Urbano no Este da África (DUEA) em Etiópia, tal como no Zimbabuê, indicam que o método, é uma alternativa interessante de armazenagem de urina em recipientes até a altura da campanha agrícola, embora que a perda de N, pode ser um pouco alto. Durante experiências dessas, onde os nutrientes de urina foram armazenado por 28 dias no solo, a perda de N foi 37% (Sundin, 199). Uma vantagem adicional de armazenagem do solo é que o trabalho de aplicação de urina é feito no período seco, o que é normalmente menos trabalhoso do que na altura da campanha agrícola.

### **Técnica de aplicação.**

Para o melhor efeito de fertilização e para evitar perda de amônia, a urina deve ser incorporada no solo o mais breve possível depois da aplicação, instantaneamente se for possível (Johansson e outros., 2001; Richert Stintzing e outros., 2001; Rodhe e outros., 2004). Uma incorporação não profunda é suficiente, e métodos diferentes são possíveis. Um dos métodos é aplicar urina em regos pequenos que são cobertos depois de aplicação. A outra opção é molhando os nutrientes com aplicação subsequente de água.

**Figura 4. Urina é facilmente espalhada com regador. Hortaliças fertilizadas com urina, Suécia. Foto: Håkan Jönsson, SLU.**

Quando estiver a espalhar urina, não deve ser aplicada nas folhas ou outras partes de plantas, como isto pode causar queimaduras de folhas devido a altas concentrações de sal na secagem. Vaporização de urina no ar deve ser evitado devido ao risco de perda de N através de emissões gasosas de amônia (Johansson e outros., 2001; Rodhe e outros., 2004) e o risco de higiene através de aerossóis.

Irrigação em gotas utilizando urina como fertilizantes é uma técnica de aplicação possível. Portanto, quando esta técnica é utilizada, medidas devem ser tomadas para evitar obstruções a precipitação de sal formando lama porque a quantidade total de precipitação muitas vezes aumenta depois da diluição como água normalmente contém alguma magnésia e cálcio.

Algumas plantas, por exemplo tomates, são sensíveis quando as suas raízes são expostas a urina, pelo menos quando são pequenas, enquanto em muitas plantas nenhum efeito negativo é notado. Portanto, antes de conhecer a sensibilidade da planta, é bom não expor todas as raízes de planta a urina em simultâneo, seja pura ou diluída. Invés disso urina pode ser aplicada prévio a sementeira ou a uma distância de plantas que os nutrientes sejam ao alcance de raízes, mas não todos infiltrados. Para plantas anuais, esta distância pode ser 10cm.

#### **Taxa de aplicação.**

O ponto de partida de dimensionamento da aplicação de urina é a recomendação local para o uso de fertilizante mineral comercial N, de preferência ureia ou amônia. Se tais recomendações não estiverem disponíveis, um outro ponto de partida pode ser, calcular as quantidades de nutrientes retirados das plantas, cujo de algumas plantas estão dados na Tabela 6.

Urina pode ser recomendada para muitas plantas. Uma vez que é rico de N, pode ser prudente dar prioridade plantas que tem alto valor e correspondem bem ao N, tais como espinafre, couve-flor, flores ornamentais e milho. Portanto, não há nenhuma razão de não utilizar urina, se houver urina suficiente, como fertilizante para outras plantas, uma vez que experiências em todo mundo mostram bons resultados.

## **Experiências**

Urina humana tem sido utilizada como fertilizante em jardinagem de pequena-escala por muito tempo em muitos lugares em todo mundo, embora o seu uso não é maioritariamente documentado. (Figura 5).

**Figura 5 groselhas, groselha negra e rosa fertilizados com urina num jardim em Uppsala, Suécia, Foto, Håkan Jönsson, SLU.**

Urina foi testada como fertilizantes num viveiros de alface no México (Guadarrama e outros., 2002). Havia tratamentos comparando urina com composto, uma mistura de urina composto e sem fertilizante. A taxa de aplicação foi 150kg do N total por hectare em todos tratamentos, excepto o não fertilizado. A urina deu a melhor colheita de alface, devido a alta disponibilidade de N, resultados similares foram reportados de outras hortaliças.

A urina foi testada como fertilizante no cevada na Suécia no período 1997-1999 (Johansson e outros., 2001; Richert Stintzing e outros., 2001; Rodhe e outros., 2004). Os resultados demonstraram que o efeito de N de urina corresponde a cerca de 90% da quantidade igual do fertilizante mineral amônia nitrato.

Nos ensaios com quintas orgânicas no período de 1997-1999, urina humana foi testada como fertilizante no cereais de primavera e trigo de inverno (Lundström & Lindén, 2001). Para o trigo de inverno, as aplicações foram feitas na campanha agrícola de primavera. Uma comparação com estrume seco de galinhas e carne + osso moído foi feito. Urina humana correspondendo a 40, 80 e 120 kg/N aumentou a colheita de trigo de inverno, em média 750, 1500 e 2000kg/ha, respectivamente. Estrume seco de galinha aumentou a colheita em média 600, 1100 e 1500kg/ha, respectivamente. Carne seca + osso moído deu o baixo aumento da colheita: cerca de 400, 800 e 1200kg/ha, respectivamente. Em média para todos níveis de fertilização de N, o aumento da colheita de trigo de inverno foi 18kg grain por N kg por urina humana. 14 por estrume seco de galinha e 10 kg por carne + osso moído. Esses dados demonstram que a disponibilidade de N para plantas na urina é alto do que no

estrupe de galinha e carne + osso moido, isto deve ser esperado uma vez que estrume de galinha e carne + osso moido todos tem uma alta fração de N organicamente restrita. Para o trigo de primavera a colheita aumentou e a utilização de N foram baixas, provavelmente devido a altos níveis da disponibilidade de N nos solos no início da campanha agrícola.

**Figura 6. Espalhação da urina antes de sementeação da cevada, tal como cevada fertilizada com urina na fase inicial. Foto Mats Johansson, VERNA**

Urina foi testado como fertilizante de cevada e “ley” em ambos viveiros e ensaios do campo na Alemanha (Simons & Clemens, 2004) A urina em alguns tratamentos foi acidificado para reduzir as emissões de amônia e contaminação microbial. Os resultados de ensaios do campo demonstram que o efeito de fertilizante de urina foi superior em relação ao fertilizante mineral na produção da cevada. Não havia diferença na colheita entre lotes fertilizado com urina acidificados e urina não tratada.

Urina foi testado como fertilizante de “chard” no Etiópia (Sundin, 1999). As colheitas das lotes fertilizadas produziram 4 vezes do que as não fertilizados. Também a urina foi testada como fertilizante no algodão e “sorghum” em Malí (Dembele, pers. Comm.) Os resultados são encorajadores e os ensaios continuam durante o ano 2004.

Urina foi testado como fertilizante no “amarath” em Mexico (Clark, pers. Comm.). Os resultados demonstram que a combinação de urina e estrume de aves dão uma alta colheita, 2, 350 kg/ha. Estrume de apenas galinha deu uma colheita de 1,900 kg/ha. Urina humana só deu a colheita de 1, 500 kg/ha e a área não fertilizada deu a colheita de 875kg/ha. A quantidade de N aplicada foi 150kg/ha para nos três tratamentos. Amostra de solo não apresentou nenhuma diferença entre tratamentos com relação as características físicas e químicas.

No ensaio do campo na suécia em 2002, estratégias diferentes de aplicação para urina como fertilizante no alho-poró foram testadas (Båth, 2003). Fertilizando com urina aumentou a colheita por três vezes. Nem colheita nem consumo de nutrientes foram afetados significativamente se a quantidade total de urina aplicada em duas doses for a mesma ou se for divididos em doses pequenas aplicada em cada 14 dias. A eficiência de N (isto é a colheita de N nas lotes não fertilizadas N acrescentado), quando estiver a utilizar urina humana foi alto, distribuido de 47% a 66%. Está no mesmo nível quando os fertilizantes são utilizados.

A eficiência de N para a maioria dos fertilizantes orgânicos, por exemplo composto é normalmente entre 5 e 30%

**Tabela 7 Resultados de ensaios do campo utilizando urina como fertilizante de alho-poró. Não havia uma diferença estatisticamente entre tratamentos A, B e C (depois de Bâth, 2003)**

Tratamento	Taxa de N kg/ha**	Colhieta ton/ha*	Colhieta de N kg/ha**
A Urina em cada 14 dias	150	54	111
B Urina duas vezes	150	51	110
C Urina cada 14 dias + potássio Extra	150	55	115
D não fertilizado	0	17	24

\* ton/ha = kg/10<sup>3</sup>

\*\* kg/ha = gram/10 m<sup>2</sup>

**Figura 7. Ensaios do campo utilizando urina como fertilizante de alho-poró. Foto: Anna Richert Stinzing, VERNA**

Ensaios de plantas com urina foram feitos com vários hortaliças no Zimbabúe (Morgan 2003). Plantas foram semeados em baldes de 10 litros e alimentado com 0.5 litros de urina a mistura de 3:1 água/urina três vezes por semana. Plantas não fertilizadas foram cultivadas como comparação. O aumento na produção era grande mas nenhuma análise estatística foi feita.

**Figura 8. O espinafre do lado esquerdo não foi fertilizado. O do lado direito foi fertilizado com urina diluída com três partes de água a uma parte de urina aplicada duas vezes por semana. Foto: Peter Morgan, Aquamor.**

**Tabela 8. Média da colheita (gramas da colheita fresca) nos ensaios das plantas com urina como fertilizante de hortaliças no Zimbábue (Morgan 2003)**

Período de crescimento de plantas e números de repetições n	Plantas não fertilizadas g	Fertilizad, 3:1 água/urina aplicação 3x por semana g	Colheita relativa a fertilizada e não fertilizada
Alface, 30 dias (n = 3)	230	500	2.2
Alface, 33 dias (N = 3)	120	345	2.9
Espinafre, 30 dias (n = 3)	52	350	6.7
"Covo", 8 semanas (n = 3)	135	545	4.0
Tomato, 4 meses (n = 9)	1680	6084	3.6

## **FEZES**

### **Considerações gerais.**

Enquanto a quantidade total de nutrientes excretados em fezes é baixo do que urina, a concentração de nutrientes, e especialmente P e K, é alto nas fezes e, quando foi utilizado como fertilizante, o material fecal pode dar um aumento da colheita significativo. O P é particularmente valioso para plantas na sua fase inicial de desenvolvimento e importante para um bom desenvolvimento de raízes. Além de fornecer nutrientes macros e micros, fezes contêm material orgânico, que aumenta a capacidade de manutenção de água e a capacidade de enchimento do solo, serve como comida para microorganismos e é importante para melhoramento da estrutura do solo. Portanto, o risco de altas concentrações de patógenos nas fezes é alto e portanto é crítico que as fezes sejam manuseadas de uma maneira que a transmissão de doenças é minimizada. As orientações relevantes de higiene (Schönning & Stenström, 2004) deve ser seguidos.

### **Efeitos de fertilização**

Deve ser notado que fezes contribuem na produção agrícola ambos pelo seu efeito de fertilizante e pelo o seu efeito vagaroso de melhoramento. O efeito de fertilização de fezes varia muito mais do que o efeito de urina. Isto é principalmente devido ao facto de que a proporção de N que esta em forma de mineral nas fezes varia principalmente entre as estratégias diferentes de tratamento, como mencionado acima. O outro motivo é que aditivos diferentes são utilizados nos tratamentos diferentes e esses aditivos contribuem no conteúdo

total de nutrientes e material orgânico do produto fecal tratado. Finalmente, o conteúdo e qualidade de material orgânico nas fezes tratadas difere largamente entre os tratamentos diferentes

O efeito de melhoramento do solo contém uma capacidade acrescentada de enchimento, capacidade de manutenção de humidade e contribuição de alimentação para actividade microbiana. Esses todos estão relacionados ao crescimento do material orgânico e até um certo ponto substâncias minerais em cinza ao sistema do solo. O efeito de melhoramento do solo varia de acordo com os mesmos princípios mencionados acima.

### **Cinza**

Inceneração de fezes resulta em cinza com alto conteúdo de P e K tal como os outros nutrientes macros e micros. Portanto, N e S são perdidos com o fumo de gás. Portanto, cinza é um fertilizante PK com micronutrientes e pH alto, que aumenta a capacidade de enchimento do solo. A disponibilidade de nutrientes de plantas em cinza é bom desde que a temperatura de inceneração não esteja muito alto para a cinza. Se for o caso, então a disponibilidade de nutrientes de plantas provavelmente diminui drasticamente.

A quantidade e conteúdo de cinza que é produzido da inceneração varia. Dependendo da escolha de tratamento primária, crescimos de cinza, solo, cal ou outras matérias de desidratação que afectam a inceneração, podem ser feitos. Combustível adicional pode ser necessário. Cinza e cal contribuem no aumento do efeito do produto pH, o efeito mais desejado já que o pH de muitos solos é abaixo do ótimo, 6-7 para muitas plantas. Em solos com pH muito baixo (4-5) este é o efeito importante para plantação e também para adquirir o benefício total de fertilizante como, por exemplo, urina, que foi demonstrado na Uganda e Zimbábue.

### ***Compost de termófilo ou compostagem de temperatura baixa.***

Em muitos aspectos, funções de compostagem gostam de uma inceneração vagarosa e parcial mediado pelos micróbios. Muitas vezes a cerca de 40-70% do material orgânico e um pouco menos de N são perdidos. O restante do N está principalmente, acerca de 90%, em forma orgânica e isso torna-se disponível para as plantas na taxa da degradação, o que é vagaroso como o restante de material orgânico é mais estável do que o material orgânico inicial. Este material orgânico estável, melhora a capacidade de manutenção de água e capacidade de enchimento do solo. O P é também até um certo ponto, mas muito menos do que N, existente na forma orgânica, enquanto o K é principalmente em forma iónica e portanto disponível para as plantas. Composto deve ser aplicado como um fertilizante com PK completo ou impulsionador de solo.

Acrescimos de restos orgânicos no tratamento de compostagem, tal como crescimos feitos no tratamento primário, naturalmente afectam a quantidade e características do composto.

### ***Fezes secas de desidratação e armazenagem***

Se a secagem for rápida e um nível baixo de humidade é alcançado, as perdas de ambos material orgânico e N são pequenas. A maioria de material orgânico é conservado e depois de aplicação melhora o solo e serve de comida para os micróbios. Portanto, em comparação com compostagem, armazenagem seca de fezes recicla muito material orgânico e N para o solo, mas o material orgânico é menos estável. Material fecal seco é um fertilizante completo de PK, que também contribui quantidades razoáveis de N.

### **Restos de digestão anaeróbio**

Na digestão aeróbio, aproximadamente a mesma proporção do material orgânico é degradada como no compostagem, 40-70%, mas o N mineralizado não é perdido, como principalmente é o caso na compostagem. Inváz disso, o N permanece como amônia nos restos de digestão. Algum 40-70% do N encontrado nos restos em forma de amônia, o que é prontamente disponível para as plantas. Portanto, para a maioria das plantas digestão dos restos é um fertilizante bem equilibrado, rápido e completo. (Ákerhielm & Richert Stintzing, em press). Para a maioria dos processos de digestão, substratos adicionais tais como estrume de animais e detritos de casa são acrescentados, o que naturalmente afecta a quantidade e composição de detritos de digestão.

### **Tratamento químico com urea.**

Quando fezes são tratados com urea, o conteúdo de amônia é elevado para altos níveis, até o nível ou mais que o nível de urina pura. O conteúdo maior de P nas fezes significa que este é um fertilizante equilibrado e completo. Fezes tratadas com urea devem ser aplicadas de acordo com o seu conteúdo de mineral N. Cinza e outros crescimentos durante o tratamento primário contribuem para as qualidades do produto.

### **Tempo de aplicação**

Independentemente da forma de tratamento das fezes, devem ser aplicadas prévio a semente. Isto é porque fezes contém quantidades enormes de P e a disponibilidade de P é muito importante para o bom desenvolvimento de plantas e raízes. As fezes precisam de ser aplicadas de uma maneira que entrem em contacto com a solução do solo, o que pode diluir e transportar os nutrientes para as raízes. Portanto o produto fecal precisa de ser bem incorporado no solo, e isso deve ser feito antes da semente para que não perturba as pequenas plantas.

Finalmente, inicialmente fezes contém muitos patogenes e portanto muitas barreiras são desejados entre esses e a colhieta, para minimizar o risco de transmissão de doenças via colheitas fertilizadas com fezes. O tratamento secundário é uma das barreiras, a aplicação e cobertura total das fezes tratadas antes da semente é uma outra barreira contra transmissão de doenças. Evitar fezes como fertilizantes a hortaliças ingeridas cruas é a terceira barreira contra transmissão de doenças. Em clima com períodos secos antes de cültivação, o produto fecal pode ser espalhado durante o período seco ou no fim da campanha agricola anterior.

### **Técnica de aplicação**

Dois dos maiores beneficios das fezes são o seu conteúdo de P e material orgânico. Para fazer o uso total desses, o material fecal deve ser aplicado até a profundidade onde o solo é humido, porque o P apenas torna-se disponível para as plantas a taxa onde ele dissolve no solo como líquido. Do mesmo modo, a capacidade de manutenção de água e a capacidade de enchimento do material orgânico são totalmente utilizados em condições humidos. Portanto, o produto de fertilizante fecal, independentemente de estar em forma de cinza, composto, detritos de digestão ou mistura de água urina e fezes tratado, deve ser aplicado a uma profundidade e de uma forma que esteja bem coberto com a camada de solo do topo. Portanto a profundidade de raízes é muito limitada, e se fezes forem aplicadas a uma profundidade que excede a profundidade de raízes, os nutrientes não estaram disponíveis para as plantas.

A técnica de aplicação difere dependendo da taxa de aplicação desejada. Se a taxa de aplicação desajada for alta, isto é grandes quantidades são disponíveis com relação a área a



ser fertilizada, as fezes pode ser colocada no solo numa camada que é coberta pelo solo superfície não misturado com qualquer produto fecal, construindo uma camada. Se a taxa de aplicação é muito alta, é muito vantajoso se a camada for misturada com solo antes de ser coberto com solo superfície. Excavação é utilizada em escalas pequenas, enquanto em grandes escalas a preferência é aradura, uma vez que cobre bem o produto com solo não misturado. Nas taxas baixas de aplicação, o produto fecal pode ser aplicado em covas perto das plantas. O tamanho de covas ou regos depende do produto a ser espalhado. Naturalmente precisam de ser grandes se o produto a ser espalhado é dessecado e fezes armazenado com alto conteúdo de papel higiênico, do que cinza. O produto fecal deve estar sempre bem coberto e colocado de uma forma que esteja ao alcance de raízes e não apenas o seu ambiente de crescimento.

O conteúdo de amônia de digestão de restos e mistura de água urina e fezes tratada com urea é alto. Esses produtos devem ser armazenados, manuseados e aplicados de uma forma que a perdas de amônia sejam minimizadas. Isto implica armazenagem em recipientes cobertos e incorporação rápido no solo. Cinza é um fertilizante concentrado e deve ser cuidadosamente distribuída para utilizar os seus conteúdos de nutrientes de uma maneira efetiva. Espalhar a cinza igualmente pode ser difícil. É simplificado se for misturado com um agente de aumento de volume tal como areia ou solo.

O uso de fezes na produção de árvores é um exemplo de como aplicação numa cova pode ser utilizado para plantas perenes. Quando planta-se uma árvore fezes secas, compostos podem ser utilizados para aumentar a fertilidade do solo. Uma maneira conveniente de espalhar as fezes é misturar numa pá de fezes secos ou compostos com solo numa cova que foi cavado para a plantação de árvore. Isto irá estimular o seu crescimento prematuro.

**Figura 9 Sabtega, Burkina FAso. MANgeira fertilizada com fezes na plantação e doses de urina reglurares durante o crescimento. Foto: Anna Richert Stintzing, VERNA.**

### **Taxa de aplicação.**

As taxas em que a maioria dos produtos fecais podem ser aplicados tem um intervalo grande. Os dois efeitos benéficos a ser ganho da maioria dos produtos fecais são o seu fornecimento de P e material orgânico. Os benefícios principais desses efeitos são ganhos em taxas de aplicação diferentes. A excreção de P com fezes é grande, na Suécia a cerca de 0.2kg e na China 0.2 – 0.3 kg/pessoa por ano, e se o P for aplicado na taxa de retirada da colheita, então o material fecal de uma pessoa é suficiente para fertilizar cerca de 200-300m<sup>2</sup> de trigo a uma colheita de 3000 kg/ha por pessoa. Portanto, em muitos lugares, o solo é muito destituído de P que a aplicação recomendada é 5-10 vezes a taxa da colheita, e neste caso o material fecal de uma pessoa num ano contém P suficiente para fertilizar 20 - 40m<sup>2</sup>. Portanto, em solos com baixos níveis de P, o material fecal de uma família de cinco pode fornecer 100 - 200m<sup>2</sup> de trigo com P a uma colheita de 3000kg/ha. Nesta taxa alta de aplicação, a maioria do P permanecerá no solo, melhorando-o.

Quando é a vez de material orgânico no produto fecal, altas taxas de aplicação são necessárias para alcançar efeitos no sistema do solo que em torno dará altas colheitas, como demonstrado em baixo.

A quantidade do material orgânico excretado nas fezes em muitos países parece estar em níveis de 10kg (Suécia) a 20kg (China) por pessoa por ano. Além disso, na Suécia acerca de 8kg/pessoa por ano de papel higiênico é utilizado. Se o material de casa de banho é incluso no composto fecal o composto resultante, depois da perda de 40-70% do material orgânico, contém a cerca de 10kg do material orgânico por pessoa no composto fecal em ambos China e Suécia.

O material seco de solo do topo em alguns metros quadrados até a profundidade de 25cm pesa cerca de 3000kg. Se o conteúdo inicial do material orgânico no solo é 1% então de um metro quadrado do solo do topo contém 3kg de material orgânico puro. Este nível de material orgânico é o produto de qualidades do solo, história de cultivo e clima. Para aumentar instantaneamente o material orgânico do solo para 3%, um acréscimo de outros 6kg de material orgânico por metro quadrado é necessário. Este nível de aplicação corresponde a aplicação da produção fecal de uma pessoa durante um ano para uma área de 1.5 – 3 metros quadrados de terra. Consequentemente a produção de fezes de uma família de cinco pessoas poderia fornecer 7.5 – 15 metros quadrados de terra com material orgânico. Esta taxa de aplicação, que significa aplicando mais fósforo do que o que é retirado pela maioria das plantas, é um exemplo de altas taxas de aplicação de fezes para alcançar o objectivo principal de melhoramento do conteúdo orgânico no solo.

Portanto, o conteúdo de material orgânico alto e estável é apenas um cumprimento num período longo do tempo. O material orgânico no material aplicado, isto é fezes secas ou composto não é estável como em húmus do solo e irá degradar no solo. A vantagem disto é que cada vez que degrada, mais nutrientes para plantas são mineralizados e tornam-se disponíveis para plantas. A inconveniência é que esta degradação significa o conteúdo do material orgânico diminui e portanto aplicações contínuas do material orgânicos são necessários para elevar permanentemente o conteúdo de material orgânico.

Acrescentando material orgânico altamente degradante, por exemplo fezes secas, significa que a grande proporção de nutrientes tornam-se disponíveis para plantas mas que o material orgânico degrada rapidamente. Acrescentando um produto mais estabilizado rico em húmus, por exemplo composto, significa que pouco N torna disponível para plantas mas de outro lado o aumento no material orgânico do solo é mais durável. Portanto, a quantidade de húmus estabilizado produzido no solo quando as fezes secas são degradadas é aproximadamente o mesmo produzido na compostagem mesófila. A diferença é que há um

risco de perder os nutrientes mineralizados na compostagem, quando a degradação acontece no solo, esses podem ser utilizados pelas plantas.

Há menor risco de efeitos negativos quando estiver a aplicar grandes quantidades de P ou material orgânico ao solo. Contudo, os aspectos seguintes devem ser considerados nas altas taxas de aplicação. Se houver material rico em carbonos facilmente degradados no produto fecal, há um risco de N disponível para as plantas sendo utilizado pelos microorganismos no solo, e portanto falta de N a curto prazo que pode resultar na depressão da colheita. Se grandes quantidades de cal ou cinza são utilizados como aditivos, então há um pequeno risco de efeitos negativos nas altas taxas de aplicação devido ao muito alto (<7.5 – 8) resultante do pH no solo. O tal Ph alto é somente um risco nas taxas de aplicações extremamente altas ou se o pH inicial do solo for previamente alto. Para produtos com amônia muito alto, digestão dos restos e tratamento de urea, há um risco de efeitos negativos se a aplicação de amônia for muito alto. Portanto, a taxa de aplicação desses produtos deve ser baseada no conhecimento da concentração de amônia do produto e a taxa de aplicação desejada para N.

Quando altas taxas de aplicação acima mencionadas forem utilizadas, normalmente melhoramentos muito impressionantes da colheita são alcançados, enquanto o material orgânico, pH e capacidade de enchimento são acrescentados e grandes estoques de P e K são fornecidos no solo, suficiente para durar muitos anos mesmo décadas. Contudo, essas taxas de aplicação não são suficientes aos recursos com respeito ao uso de nutrientes nas fezes, embora o resultado é um bom efeito na produção agrícola.

As taxas de aplicação nos exemplos acima mencionados estão em níveis aproximados de 20 - 150 toneladas do produto fecal por hectare. As taxas de aplicações normais de estrume curral na agricultura estão em níveis de 20 – 40 toneladas por hectare.

## **Experiências**

### **Compostagem**

Um trabalho extensivo tem sido feito na compostagem de temperaturas baixas de fezes (Morgan, 2003). Numa série de experiências no Zimbábue, hortaliças tais como espinafre, “covo”, alface, pimento, tomate e cebola foram plantados em baldes de 10 litros com solo do topo fraco local, e seu crescimento foi comparado com o das plantas em recipientes iguais preenchido com 50x50 mistura do mesmo solo do topo fraco local misturado com volume igual de húmus derivado de fezes humanas e urina co-composto. Em cada caso o crescimento de hortaliças foi monitorado e as plantas pesadas depois de um certo número de dias. Tabela 9 demonstra os resultados dos ensaios (Morgan, 2003). Esses resultados demonstram o aumento dramático na colheita resultante de hortaliças do melhoramento de solo fraco com fezes compostas e mistura de urina.

**Figura 10. As cebolas do lado esquerdo não são fertilizadas enquanto aqueles do lado direito foram plantadas numa mistura de 50% areia fraca e 50% composto de Fossa alterna. Foto: Peter Morgan, Aquamor**

**Tabela 9. A colheita média (gramas de colheita fresca) nas plantas de ensaio comparando apenas com solo do topo, com plantação numa mistura contendo 50% solo do topo e 50% composto de Fossa alterna (Morgan 2003)**

Planta, tipo de solo e número de repetições	Periodo de crescimento	Colheita fresca peso solo topo g	Colheita fresca 50/50 solo do topo/ solo FA* g	Colheita relativa fertilizada a não fertilizada
Espináfere, solo Epworth (n=6)	30 dias	72	546	7.6
"Covo", solo Epworth (n=3)	30 dias	20	161	8.1
"Covo" 2, solo Epworth (n=6)	30 dias	81	357	4.4
Alface, solo Epworth (n=6)	30 dias	122	912	7.5
Cebola, solo Ruwa (n=9)	4 meses	141	391	2.8
Pimento, solo Ruwa (n=1)	4 meses	19	89	4.7
Tomato, solo Ruwa	3 meses	73	735	10.1

Os efeitos são menos pronunciados no bom solo e fértil. Uma revista nas experiências de composto utilizado em tais solos (Odlare, 2004) demonstram que nas taxas de aplicações normais de 30-40 toneladas de composto por hectare os efeitos imediatos são pequenos ambos na produção agrícola e estrutura do solo. Os efeitos a longo prazo foram identificados principalmente. A aplicação de composto resulta no aumento de N orgânico no solo. Isto será mineralizado vagarosamente, a taxa dependerá da temperatura do solo, humidade e microorganismos. Em total cerca de 20-30% do N no composto estará disponível para as plantas durante anos (Odlare, 2004) Há também melhoramentos a longo prazo na estrutura do solo e capacidade de manutenção de água. Os melhores resultados de culturação serão alcançados se o composto for aplicado junto com mineral N em alguma forma, por exemplo em forma de urina.

#### **Fezes secas da dessiccação e armazenagem.**

Uma das maneiras de reciclar as fezes na produção agrícola é plantar árvores em covas não profundas preenchidas com mistura do excreto, solo e cinza. Este é um método tradicional em muitos países africanos, mesmo em covas profundas. Enquanto o crescimento actual de árvores nessas covas não foi analisado cientificamente em comparação com árvores crescendo no solo do topo nas proximidades, há muitos relatórios de melhoramento de crescimento. O melhoramento de crescimento é devido ao consumo de nutrientes do excreto composto depositado nas covas. Embora as quantidades de nutrientes nessas covas são altas e não podem ser utilizadas na totalidade pelas árvores, mesmo durante décadas, este é um método simples de saneamento ecológico, que espreçosamente pode aumentar o interesse em outros métodos onde os nutrientes são utilizados eficientemente.

Uma experiência do campo foi iniciada em Burkina Faso (Klutse, per. Comm.) onde fezes secas estão sendo utilizados como fertilizante nas árvores tais com manga e banana, figura 11. Um pá cheio de fezes é misturado no solo na cova alguns dias antes da plantação de cada árvore. Os resultados ainda não estão disponíveis.

#### **Digestão de restos.**

O efeito de digestão de restos foi investigado na suécia (Åkerhielm e Richert Stintzing, in press) e Índia (Godbole e outros., 1988). Resultados de suécia demonstram que comida digerida deu colheitas variando de 72-105% da colheita com igual quantidade de N total no fertilizante mineral. Resultados da Índia demonstram que num periodo de quatro anos, restos de digestão de plantas de um "biogas" de pequena escala deu mais colheitas ou igual de estrume curral ou fertilizantes de urea, em níveis iguais de aplicação do N total

**Figura 11. Fruteiras crescendo na cova Arbor Loo, no Malawi. A Arbor Loo esta demonstrado no fundo. Foto: Peter Morgan, Aquamor.**

### **Recomendações Finais.**

Essas linhas de orientação estão baseados no nosso conhecimento actual de uso de urina e fezes em pequenas e grandes escalas de cùltivação. Nos próximos anos antecipamos a geração de muitos novos dados de fertilizantes do excreto e multi uso. Portanto, essas linhas de orientação devem ser actualizadas dentro de um período de três anos.

### **EXCRETO, RECOMENDAÇÕES GERAIS**

- Excreto deve ser manuseado e tratado de acordo com orientações de higiene (Schönning & Stenström, 2004).
- Urina e fezes são ambos fertilizantes completos de alta qualidade e com níveis baixos de contaminadores tais como metais pesados. O melhor efeito de fertilizante é alcançado se forem utilizados em conjunto, mas não necessariamente no mesmo ano na mesma área.

### **URINA**

- Urina é um fertilizante com acção rápida e rico em nitrogénio. Os seus nutrientes são melhor utilizados se a urina for aplicada antes de sementeação, até dois terços do período entre sementeação e colheita.
- A urina pode ser aplicada pura ou diluída. Contudo, a taxa de aplicação deve sempre ser baseada na taxa de aplicação de nitrogénio necessário e a urina ou mistura deve ser manuseada em recipientes fechados e rapidamente incorporada no solo, para minimizar a perda de amônia. Qualquer necessidade potencial de água suplementar deve ser com água simples, e não urina diluída.

- A taxa de aplicação recomendável e altura para fertilizantes químicos de nitrogênio (urea ou amônia se estiver disponível) é o melhor ponto de partida para desenvolver recomendações locais da taxa de aplicação e altura para urina. Para traduzir tais recomendações a urina, a sua concentração de nitrogênio pode ser calculada em 3-7g por litro, se melhor conhecimento não existir.
- Se não pode obter recomendações, a regra do polegada pode ser aplicada para a urina colecionada de uma pessoa durante um dia (24 horas) a um metro quadrado de plantas. Se toda urina for colecionada, pode ser suficiente para fertilizar 300-400 m<sup>2</sup> por pessoa. Para muitas plantas, a taxa máxima de aplicação antes de risco de efeitos de toxicidade é pelo menos duas vezes por dosagem.
- Para muitas plantas e em muitas circunstâncias, a colheita é constante para a mesma taxa total de aplicação, seja aplicada em dose única grande ou em muitas doses pequenas. Para plantas com um sistema pequeno de raízes, pode ser vantajoso dividir a aplicação especificamente se a necessidade de nutrientes das plantas é grande e o consumo principal é tardia na sementeação.

## **FEZES**

- Material fecal é especificamente rico em fósforo, potássio e material orgânico.
- Ambos material orgânico e cinza, que são frequentemente acrescentado aos fezes, aumenta a capacidade de enchimento e o pH do solo, especialmente importante nos solos com pH baixo.
- Material orgânico também melhora a estrutura e a capacidade de manutenção de água do solo.
- Fezes devem ser aplicadas e misturadas no solo antes do início de cultivo. Aplicação local nas covas ou regos próximo das plantas planificadas é uma maneira de economizar este vantagem valioso.
- Para fezes, a taxa de aplicação pode ser baseada nas recomendações actuais para uso de fertilizantes baseados no fósforo. Isto dá uma baixa taxa de aplicação e o melhoramento devido ao material orgânico acrescentado é difícil distinguir. Portanto, fezes são aplicadas muitas vezes em taxas altas, onde o melhoramento da estrutura e capacidade de manutenção de água é notável.

## **Conhecimento em falta**

Há muita falta de conhecimento actual com relação o uso de urina e fezes como fertilizantes. Falta de pesquisa documentada nesta área dificulta o desenvolvimento de orientações esboçados. Contudo, esses produtos estão em uso na agricultura desde os tempos remotos, e há muito conhecimento não documentado baseado na prática. Pesquisa no uso da urina e fezes como fertilizante é necessário, especificamente nas áreas seguintes.

- Efeitos de nutrientes do excreto nas plantas e solo.
- Estratégias de fertilização e técnicas de aplicação no uso do excreto.
- Eficiência de armazenagem de urina no solo.
- Técnicas de saneamento simples e recursos eficientes para fezes.

### **Adaptação dessas linhas de orientação a condições locais.**

Essas linhas de orientação podem ser adaptadas a condições locais. O sistema agrícola varia, tal como as práticas humanas de um lugar para outro. Como ponto de partida, dados nacionais de conteúdo de nutrientes de urina e fezes tal como as quantidades excretadas durante o ano podem ser desenvolvidos baseado nos cálculos de acordo com o método descrito no “Conteúdos de macronutrientes no excreto” seção acima, suplemento com medidas relevantes.

### **Referências**

## **EcoSanRes**

EcoSanRes é um um programa internacional de pesquisa e desenvolvimento financiado pela Asdi (Agência Internacional Sueca para o Desenvolvimento) Envolve uma larga rede de parceiros com conhecimentos/perícia em vários aspectos de saneamento ecológico iniciando de gestão e higiene a técnica e assuntos de reciclagem. Os parceiros representam universidades, ONG e consultores e são envolvidos em estudos, promoção de actividades e implementação de projectos na ásia, áfrica e ámeric latina.

O centro da rede é Stockholm Environment Institute (SEI) que tem um contracto formal com Asdi. A EcoSanRes tornou uma rede jurisdição dentro do campo de saneamento ecológico também colabora com outras organizações bilaterais e multi-laterais tais como OMS, UNICEF, UNDP, UNEP, GTZ, WASTE, IWA, WSP etc.

O programa de EcoSanRes tem três componentes principais:

- “Outreach”
- Capacidade
- Implementação

O trabalho de outreach inclui promoção, redes-integradas e disseminação através de seminários, conferências, debates eletrónicos em grupos e publicações.

Desenvolvimento de capacidade é alcançado através de cursos de formação no saneamento ecológico e a produção de estudos e linhas de orientação, com conteúdos iniciando de desenho de banheiro-eco, tratamento de “greywater” aspectos arquitetônicas, reciclagem agrícola, orientações sanitárias, instrumentos de planificação, etc

A implementação coloca e teoria em prática com projectos pilotos de saneamento ecológico nas diversas regiões em todo mundo. Porque o factor principal na implementação sucedida do sistema EcoSanRes é a adaptação local, EcoSanRes fornece uma estrutura lógica para projectos pilotos prováveis e exigem que os projectos cumprem com o critério rigoroso antes de ser aprovado.

A EcoSanRes esta dirigir três maiores projectos urbanos actualmente em China, África do Sul e Méico. Além das preparações sendo feitos para desenvolver projectos similares na Bolívia e Índia.

Para mais informações sobre os parceiros e actividades dos programas favor de consultar

**[www.ecosanres.org](http://www.ecosanres.org)**