

**VICENTE CELSO TONDO**

**VIABILIDADE ECONÔMICA DA TRANSFORMAÇÃO DE  
DEJETOS DE SUÍNOS EM BIOFERTILIZANTE E BIOGÁS**

**CURITIBA 2004**

**VICENTE CELSO TONDO**



**VIABILIDADE ECONÔMICA DO BIOFERTILIZANTE**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Agronegócio no curso de Pós-Graduação em Agronegócio, Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Cleverson V. Andreoli

**CURITIBA  
2004**

## DEDICATÓRIA

À minha esposa Isabel, que sempre esteve ao meu lado estimulando-me e auxiliando-me para que eu pudesse concluir esta importante etapa da minha vida, aos meus filhos Camila, Letícia e Vinícius pela compreensão das horas ausentes.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo milagre da vida, pelo dom da fé que renova as energias e o entusiasmo de viver melhor a cada dia.

Aos meus pais, pelos ensinamentos que norteiam minha vida.

A minha esposa e filhos pelo incentivo e apoio, auxiliando-me a vencer mais esta etapa.

Ao Médico Veterinário MsC. Severino Antunes Bezzerra que sempre me atendeu com prontidão e disponibilidade.

A todos os professores do curso de Agronegócio, pela dedicação e seriedade com que conduziram os estudos, sendo estes de grande valor para a minha vida, me conduzindo para as oportunidades existentes no campo social e profissional.

A Universidade Eletrônica, que pela tecnologia desenvolvida possibilitou a realização deste curso através de videoconferências em nossa região.

Em especial ao Prof. Dr. Cleverson V. Andreoli, meu orientador que me incentivou e encorajou na realização e conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	vi
Lista de Quadros .....	vii
<b>1 Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.2 Objetivo geral .....	2
1.3 Objetivos específicos.....	2
<b>2. Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>3</b>
2.1 O Biofertilizante Um Adubo Orgânico Diferente .....	3
2.1.1 Digestão Anaeróbia.....	3
2.1.2 Sistemas de digestão.....	5
2.1.2.1 Sistema de Digestão Contínuo.....	5
2.1.2.2 Sistema de Digestão Descontínuo.....	6
2.1.3 Adubação com Dejetos de Suínos e Qualidade Ambiental.....	6
2.1.4 A Situação em Outros Países.....	8
2.1.5 Causas da Demora na Percepção dos Efeitos Negativos da Adubação com Dejetos de Animais .....	9
2.1.6 Quanto pode Aplicar de Dejetos de Suínos?.....	10
2.1.7 O Biofertilizante.....	12
2.1.7.1 Métodos de Utilização do Biofertilizante Líquido.....	13
2.1.7.2 Efeitos do Biofertilizante Líquido.....	14
2.1.8 Produção de Dejetos.....	15
2.1.9 Composição do Dejeto e do Biofertilizante.....	16
<b>2.2 O BIOGÁS.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 ADUBAÇÃO.....</b>	<b>23</b>
2.3.1 Pela Análise de Solo.....	23
2.3.2 Pela Extração e Exportação.....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Período da Pesquisa.....	25
3.2 Descrição da Propriedade.....	25
3.3 Descrição do Rebanho.....	26
3.4 Produção de Dejetos.....	27
3.5 Biodigestor.....	27
3.5.1 Dimensionamento do biodigestor.....	28
3.5.2 Custo de Construção do Biodigestor.....	28

3.5.3	Produção de Biofertilizante.....	29
3.6	Custo de Construção dos Tanques.....	29
<b>4</b>	<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>31</b>
4.1	Produção de Nutrientes.....	31
4.2	Recomendação de adubação.....	31
4.2.1	Com Base na Análise de Solo.....	31
4.2.2	Com Base a Exportação de Nutrientes.....	32
4.3	Necessidade de Biofertilizante.....	34
4.4	Opções de adubação.....	38
4.5	Economia do biofertilizante.....	40
<b>5</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>43</b>
	<b>Anexos.....</b>	<b>.46</b>
	Anexo 1 - Análise de Solo.....	.47
	Anexo 2 – Quadros .....	48

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Equivalências Energéticas.....	23
---	----

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Produção diária de dejetos.....	16
QUADRO 2 - Composição (g/100g).....	19
QUADRO 3 - Composição Média da Mistura Gasosa.....	21
QUADRO 4 - P.C.I. de Diferentes Gases.....	21
QUADRO 5 - Produção de Biogás de Resíduo Orgânico.....	23
QUADRO 14 - Dados do Rebanho.....	26
QUADRO 15 - Peso dos Animais.....	26
QUADRO 16 - Cálculo do Rebanho Permanente.....	27
QUADRO 17 - Produção de Dejetos.....	27
QUADRO 18 - Biodigestor.....	28
QUADRO 19 - Programa de Produção e Distribuição de Biofertilizante (m <sup>3</sup> ).....	29
QUADRO 20 - Composição do Biofertilizante na Fórmula Elementar.....	31
QUADRO 21 - Composição do Biofertilizante na Fórmula Molecular.....	32
QUADRO 22 - Recomendação de Adubação.....	32
QUADRO 23 - Necessidade Total de Nutrientes.....	32
QUADRO 24 - Necessidade de Nutrientes Calculada pela Absorção e Exportação.....	33
QUADRO 25 - Necessidade total de Nutrientes pela Exportação.....	33
QUADRO 26 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de <b>N</b> .....	34
QUADRO 27 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> .....	35
QUADRO 28 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de <b>K<sub>2</sub>O</b> .....	35
QUADRO 29 - Necessidade de Biofertilizante p/ atender a Demanda de <b>N</b> . ....	36
QUADRO 30 - Necessidade de Biofertilizante para atender a Demanda de <b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> ...	36
QUADRO 31 - Necessidade de Biofertilizante para atender a Demanda de <b>K<sub>2</sub>O</b> .....	37
QUADRO 32 - Valor Representativo do Biofertilizante Aplicado.....	37

## RESUMO

O aumento constante da população mundial, trás consigo a crescente demanda de alimentos. A suinocultura participa diretamente neste aumento da demanda por alimentos, gerando produção crescente de proteína de origem animal. Porém o crescimento da suinocultura trás consigo o aumento da produção de dejetos. o uso prolongado e em grandes quantidades dos dejetos de suínos tem gerado o interesse na determinação da capacidade de suporte do solo para esses resíduos, como forma de prevenir o seu impacto negativo no ambiente. A curto prazo os dejetos de suínos podem causar benefícios ao solo, em função do seu conteúdo de matéria orgânica e nutrientes, que a longo prazo, poderão transformá-los num poluente do solo e causar alterações qualitativas e quantitativas na microbiologia do solo. O objetivo do projeto foi avaliar a viabilidade econômica da transformação dos dejetos de suínos em biofertilizante e biogás e, o aproveitamento do biofertilizante para a agricultura e do biogás para a produção de energia. Os dados do trabalho foram coletados em uma propriedade de 50 ha, no município de Nova Aurora/PR, no período de julho a novembro de 2003. 42 ha da propriedade são explorados com agricultura e 8 ha com suinocultura no sistema de ciclo completo, com 370 matrizes em produção permanente. Produz diariamente 21,05 m<sup>3</sup> dejetos. Transformados estes dejetos em biofertilizante e biogás através de fermentação anaeróbica em biodigestor, é possível economizar: 9.156 kg de nitrogênio, 11.557 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 3.301 kg de K<sub>2</sub>O, anualmente na compra de fertilizantes. A geração desta economia torna o empreendimento altamente viável.

Palavras-chave: dejetos, biodigestor, biofertilizante, biogás, viabilidade econômica.

## 1 – INTRODUÇÃO

No Brasil, a suinocultura desempenha um papel indispensável no contexto da agropecuária nacional. O país conta com mais de 30 milhões de suínos, responsáveis por uma oferta anual de 1,3 milhões de toneladas de carne, (Bavaresco, 1985).

A carne suína é a proteína animal mais produzida e consumida em todo o mundo. Mais de 70 milhões de toneladas são comercializadas anualmente, contra menos de 50 milhões de toneladas de carne bovina e pouca mais de 30 milhões de carne de frango. No Brasil a suinocultura participa com pouco mais de 10 % da receita total gerada pelo mercado de carnes. Grande parte da carne suína entra no mercado como embutidos (Albuquerque, 1995).

A suinocultura, no Paraná, é uma atividade presente em grande número de pequenas propriedades gerando mão-de-obra e, constituiu-se numa importante fonte de renda e de estabilidade social no meio rural. Por este motivo adequação ambiental da propriedade que exploram a suinocultura necessita de medidas urgentes para o bom e sustentado crescimento da suinocultura paranaense e de toda a micro e macroeconomia associada ela.

Apesar de todas as crises, a suinocultura é um dos setores responsáveis pela grande expansão agroindustrial que tem ocorrido em nosso país. O crescimento do plantel determina, a geração de elevada quantidade de dejetos, que tem em sua composição grande quantidade de matéria orgânica e nutrientes inorgânicos. O uso agrícola destes resíduos pode trazer benefícios, mas pode também gerar excessivos impactos ambientais, como a contaminação do lençol freático com nitratos, o desequilíbrio de nutrientes no solo, a concentração de elementos potencialmente tóxicos, riscos sanitários e emissões gasosas. A sustentabilidade ambiental da atividade suinícola é uma questão ainda a ser resolvida, apesar dos avanços tecnológicos verificados em referência as práticas ambientais.

Em função da grande escala da produção de dejetos o seu uso agrícola tem exigido que sejam considerados os critérios técnicos e de manejo, afim de impedir que venham a causar desequilíbrios ambientais e comprometer a qualidade de vida.

### **1.1 Objetivo geral.**

- Este trabalho consiste em uma reflexão sobre a problemática atual dos dejetos de suínos na região de Nova Aurora e a possibilidade de analisar a viabilidade técnica e econômica da transformação dos dejetos de suínos em biofertilizante e biogás para utilização na agropecuária.

### **1.2 Objetivo específico.**

- Construir um biodigestor para transformar os dejetos de suínos em biofertilizante e biogás através de fermentação anaeróbica, viabilizando o uso do biofertilizante para a agricultura e do biogás para a produção de energia, livres de poluentes.
- Analisar a viabilidade econômica da substituição do fertilizante químico pelo uso do biofertilizante na agricultura.
- Analisar a viabilidade econômica da substituição da energia elétrica pelo uso do biogás na suinocultura e no uso doméstico.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O BIOFERTILIZANTE UM ADUBO ORGÂNICO DIFERENTE

O biofertilizante é o afluente pastoso, resultante da fermentação da matéria orgânica na ausência total do oxigênio atmosférico por um determinado tempo. Além do biofertilizante, como resultado desta fermentação é obtido também o biogás. O biofertilizante pode ser utilizado como fertilizante para o solo e o biogás pode ser utilizado para produção de energia, (SANTOS, (2002).

O biofertilizante pode ser sólido ou líquido. No estado sólido contém muita fibra, sendo utilizado como adubação de fundação por ocasião do plantio, bem como adubação periódica por enterramento em torno da copa da planta, sua assimilação é lenta. O biofertilizante líquido (biolíquido) é a parte aquosa do biofertilizante natural quando se efetua o peneiramento e a filtração, provocando-se a eliminação do conteúdo sólido. Este produto pode ser usado em aspersão como adubo foliar ou diretamente no solo junto as raízes, bem como em hidroponia. A assimilação pelas plantas se efetua com muita rapidez, de modo que é muito útil em culturas de ciclo curto. Como o adubo, possui uma composição altamente complexa e variável; por ser um produto fermentado por bactérias, leveduras e bacilos, e a matéria orgânica vegetal servida de base alimentar; contém quase todos os macros e micros elementos necessários a nutrição vegetal. Além disso, já foi evidenciado em pesquisas realizadas em vários países, que o biofertilizante possui efeitos, tais como fito hormonal, fungistático, bacteriostático, de repelência contra insetos, nematecida e acaricida. Agindo, portanto, como um protetor natural das plantas cultivadas, contra doenças e pragas. E o mais importante; com menos danos à ecologia e sem perigo para a saúde humana. (IZOLAN *et al.*, \_\_).

#### 2.1.1 Digestão Anaeróbia

A bactéria metanogênica está presente na natureza, na flora intestinal dos animais e no pântano. A fermentação metanogênica é um processo biológico

muito sensível, uma vez que envolve três grupos distintos de microrganismos e a produção de gás depende da manutenção harmônica destes grupos. Alterações substanciais no meio de cultura ou nos fatores comportamentais podem desequilibrar ou desativar a ação dos três grupos de bactérias levando a produção gasosa a níveis antiecológicos, (SEIXAS, 1980).

A digestão anaeróbica é o processo no qual, algumas espécies de bactérias, que atuam na ausência de oxigênio, atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos, para produzir compostos simples: metano, dióxido de carbono, água, etc, extraindo em simultâneo, a energia e os compostos necessários para o seu próprio crescimento. A transformação da matéria orgânica em diversas substâncias químicas, no decurso da fermentação anaeróbica, processa-se através de uma cadeia de degradações sucessivas por causa de diferentes tipos de bactérias. Essencialmente, distinguem-se duas fases nos processos de fermentação metanogênica. Na primeira fase ocorre a transformação das moléculas orgânicas em ácidos gordos, sais ou gás. E na segunda a transformação destes numa mistura gasosa essencialmente constituída por metano e dióxido de carbono. A atividade enzimática das bactérias depende intimamente da temperatura. É fraca a 10°C e nula acima dos 65°C. A faixa dos 20°C a 45°C, corresponde a fase mesófila, enquanto que entre os 50°C e os 65°C, temos a fase termófila. A opção por uma temperatura de trabalho terá de resultar do compromisso entre o volume de gás a produzir, o grau de fermentação e o tempo de retenção. Na fase mesófila, as variações de temperatura são aceitáveis desde que não sejam bruscas. O mesmo não acontece com a fase termófila, onde as variações não são aconselháveis. Todavia, a fase termofila permite cargas mais elevadas e um tempo de retenção menor, com maiores taxas de produção de gás, (IZOLAN *et al.*, \_\_\_).

Em temperaturas abaixo de 10° C não é produzido biogás, a produção ideal se dá acima de 20° C. Em temperaturas altas a fermentação é maior, mas o volume final de biogás produzido é o mesmo, em menor tempo de retenção. Outro parâmetro que influencia a digestão anaeróbica é o pH, pois bactérias metanogênicas estão restritas a pH 6,8 a 7,2, porém a digestão pode efetuar-se entre os pH de 6,6 e 7,6 , encontrando-se o ótimo em pH=7,0. Num meio alcalino, a fermentação produz anidrido sulfuroso e hidrogênio. Em meio ácido, com pH

abaixo de 6,5 a atividade enzimática das bactérias é anulada, a acidez aumenta rapidamente e a fermentação para, cessando a produção de metano, (SEIXAS, 1980).

O carbono (sob a forma de carboidratos) e o nitrogênio (como proteínas, nitratos, amônia) são os principais alimentos utilizados pelas bactérias anaeróbicas: o carbono, para fornecer energia; o nitrogênio, para construir a estrutura das células. As bactérias utilizam 20 a 30 vezes mais rapidamente o carbono que nitrogênio, sendo esta a relação C/N ideal para a digestão anaeróbica. Acima deste valor, o processo é pouco eficaz, já que as bactérias não têm possibilidade de utilizar todo o carbono disponível. Para um valor baixo corre-se o perigo de aumentar a quantidade de amoníaco, que pode atingir os limites da toxicidade. É de considerar também a presença de fósforo, já que a sua ausência, conduz à paralisação da fermentação. A presença de materiais tóxicos, detergentes, desinfetantes, sarnicidas, pesticidas e outros produtos químicos, deve ser evitado ao máximo, pois basta uma concentração muito baixa destes produtos, para provocar a intoxicação e morte das bactérias, (SEIXAS, 1980).

### **2.1.2 Sistemas de Digestão**

Vários foram os sistemas de digestão concebidos, sendo impressionante o número de digestores diferentes que existem. No entanto, distinguem-se dois grandes tipos de digestores: os contínuos e os descontínuos. A escolha de um sistema depende essencialmente das características do substrato, das necessidades de depuração, da disponibilidade de mão-de-obra e de condições de ordem econômica, (IZOLAN *et al.*, \_\_\_).

#### **2.1.2.1 Sistema de Digestão Contínuo**

Num sistema contínuo, a matéria orgânica é introduzida na cuba de fermentação, com uma determinada taxa de diluição (a qual depende do tipo de matéria orgânica a fermentar), onde fica retida durante vários dias. O tempo de retenção resulta de um certo compromisso entre o volume de gás a produzir, o

grau de digestão que se pretende e a temperatura de funcionamento. Depois de carregada a cuba e iniciada a fermentação, impõe-se à estabilização do sistema. É imperativa a verificação de todos os parâmetros como o pH, temperatura, qualidade do efluente, produção e qualidade do gás. É de notar que a estabilização poderá ser demorada e exigir correções. Neste tipo de fermentação, é absolutamente necessária a agitação da matéria orgânica incubada, afim de evitar a formação de crostas na superfície, a deposição de matéria no fundo, permitir uma homogeneização na concentração das bactérias e manter uma temperatura uniforme no interior da cuba. A produção de biogás é uniforme no tempo e a quantidade produzida é função do tipo de matéria orgânica utilizada, (IZOLAN *et al.*, \_\_\_\_).

#### **2.1.2.2 Sistema de Digestão Descontínuo**

Ao contrário do sistema contínuo, o funcionamento do sistema descontínuo não é regular. Assim, a cuba de fermentação é totalmente carregada periodicamente. Neste processo, o fator diluição não é considerado um problema, já que a matéria orgânica é fermentada praticamente sem adição de água. O processo inicia-se com uma fase de fermentação aeróbia, fortemente exotérmica que permite a degradação das moléculas pouco polimerizadas e que podem ser um fator de acidificação do meio. A duração desta fermentação é de 2 a 8 dias, seguindo-se a fermentação anaeróbia durante um período de 30 a 40 dias. Neste tipo de fermentação, a temperatura é um fator menos crítico. Em relação ao pH, pouco poderá ser feito durante a fermentação. Se houver problemas durante o processo, a melhor opção é começar novamente. No entanto a experiência demonstra que se trata de um processo simples que normalmente funciona bem. A produção de gás é irregular e o volume produzido é da ordem dos 60 m<sup>3</sup> por tonelada de matéria bruta.

#### **2.1.3 Adubação com Dejetos de Suínos e Qualidade Ambiental**

A criação de suínos em grande escala industrial trouxe como consequência a intensa produção de dejetos nas propriedades rurais, os quais

são altamente poluentes e causadores da degradação ambiental, como contaminação dos corpos receptores e desenvolvimento de odores, uma vez que, atualmente, apenas de 10 a 15 % dos produtores brasileiros possuem sistemas de tratamento ou de aproveitamento de dejetos (Oliveira *et al*, 1993; Sausa, 1995).

O uso excessivo de dejetos de suínos como fertilizantes pode causar impacto negativo na diversidade microbiota do solo. Embora a curto prazo os dejetos de suínos possam causar benefícios ao solo, em função do seu conteúdo de matéria orgânica e nutrientes, a longo prazo, no entanto, esses mesmos compostos poderão transformá-los num poluente do solo e causar alterações qualitativas e quantitativas na vida do solo e por conseqüente na sua capacidade produtiva. Neste sentido é de extrema importância o conhecimento da qualidade da matéria prima e seus componentes, para que se tenha ciência da fertilização que é fornecida ao solo sem poluentes para o ambiente, (RUNJANEK, 2002).

As conseqüências da poluição dos mananciais de água são principalmente o aumento dos níveis de demanda química e bioquímica de oxigênio (DQO e DBO5), causada pela respiração dos microorganismos que estão envolvidos diretamente no processo de depuração. O impacto atinge toda dinâmica dos corpos hídricos, desde plâncton, fitoplâncton, zooplâncton e toda comunidade bentônica do fundo dos rios, lagoas e lagos. De certo modo, atinge também a fauna e a flora do local de aplicação e do entorno, interferindo em toda a cadeia alimentar, provocando o seu desequilíbrio e estimulando o crescimento de insetos indesejáveis, causando baixa qualidade de vida da população, principalmente a mais próxima. (CARVALHO, 1981).

Os dejetos de suínos têm sido utilizados como fertilizante do solo, pois possuem elementos químicos que podem se constituir em nutrientes para o desenvolvimento das plantas, da mesma forma como aqueles empregados nos fertilizantes químicos. Ao contrário dos fertilizantes químicos, os dejetos de suínos possuem composição química muito variável, em função principalmente da alimentação e manejo da água empregados nos criatórios. Enquanto os fertilizantes químicos podem ser formulados para cada tipo de solo e cultura, os dejetos de suínos apresentam, simultaneamente, vários nutrientes que se encontram em quantidades desproporcionais em relação àquelas necessárias para as plantas. Com isso, as adubações contínuas com dejetos poderão

ocasionar desequilíbrios químicos, físicos e biológicos no solo, cuja gravidade dependerá da composição desses resíduos, da quantidade aplicada, da capacidade de extração das plantas, do tipo de solo e do tempo de utilização dos dejetos. Para que qualquer sistema agrícola adubado com dejetos se constitua num sistema auto-sustentável é necessário que, por um lado, as quantidades retiradas pelas plantas sejam repostas, através de adubações orgânicas ou químicas e, por outro, que as quantidades de nutrientes adicionadas não sejam maiores do que aquelas requeridas pelas plantas. Se as quantidades adicionadas forem menores, haverá diminuição da produtividade e, por consequência, da lucratividade, o que inviabiliza o sistema do ponto de vista econômico. Se as quantidades adicionadas forem maiores, no entanto, haverá acúmulo de nutrientes no solo, resultando, a médio e longo prazo, na deterioração da qualidade do solo e das suas águas, (SEGANFREDO, 1998).

#### **2.1.4 A Situação em Outros Países**

O comércio internacional que hoje se mobiliza para atender as normas de qualidade da série ISO 9000, já está implementando os reguladores da série ISO 14000 que contempla os atendimentos das exigências ambientais. Dessa forma, é previsível que todas as relações comerciais sejam afetadas pela atitude ambientalista dos fornecedores. Neste contexto o Brasil tem longo trabalho a ser feito para mudar a sua cultura, pois apesar de ser um país continental, utiliza inadequadamente seus recursos naturais devido à precariedade da formação cultural e à falta de uma política efetiva que estimule o desenvolvimento sustentável. A nova realidade dos mercados consumidores, exigindo produtos de qualidade, preços competitivos e oriundos de sistemas não-poluidores do ambiente, passou a exercer crescente pressão para a reciclagem desses resíduos, dentro de padrões aceitáveis sob o ponto de vista sanitário, econômico e ambiental. (LIMA, 2003).

Em países onde os dejetos vêm sendo utilizados como fertilizante do solo por longos períodos, como na Alemanha e Holanda, a poluição ambiental exigiu a implantação de medidas restritivas muito rígidas quanto à sua aplicação, na tentativa de preservação e recuperação do solo e das águas de superfície e de

subsuperfície. Na Bélgica, a região de Flandres está em situação crítica. É importantíssimo destacar que nesta região, reconhecidamente de alta densidade suinícola, o total dos dejetos produzidos por todas as espécies de animais criados em confinamento é de 50 ton./ha/ano, uma quantidade inferior àquela verificada em algumas micro-regiões de SC, considerando-se apenas os suínos. Nesses países, alguns dos principais problemas hoje existentes, como o acúmulo de nutrientes no solo e o excesso de nitratos nas águas, são de difícil solução, pois advêm, em grande parte, do efeito retardado da aplicação de grandes quantidades de dejetos por longos períodos. Nessas circunstâncias, a despoluição das águas e a remoção do excesso de nutrientes do solo, de maneira a se retornar aos teores originalmente existentes, é praticamente inatingível. Prejuízos causados pela aplicação de excessivas quantidades de dejetos ao solo. A aplicação de grandes quantidades de dejetos ao solo freqüentemente considerada uma maneira "prática e econômica" de se retirar tais resíduos das instalações, pode provocar o acúmulo de nutrientes, que por sua vez, poderão resultar em prejuízos econômicos diretos aos agricultores, podendo-se destacar:

- Menos opções para a diversificação das atividades agropecuárias, pela redução do número de espécies possíveis de serem cultivadas, em função da diferente suscetibilidade de cada espécie aos desequilíbrios químicos provocados no solo;
- Queda na produtividade de cereais, especialmente devido ao excesso de nitrogênio;
- Intoxicação de animais, ocasionada pelo acúmulo excessivo de determinados nutrientes na forragem, como, por exemplo, o cobre, prejudicial a ovelhas;
- Menor preço de venda de produtos, como as hortaliças, depreciadas pela diminuição na sua qualidade, devido ao acúmulo de metais pesados, ou pela desproporção entre partes vegetativas e reprodutivas ou de reservas, provocada pelo excesso de nitrogênio no solo, (SEGANFREDO, 1998).

#### **2.1.5 Causas da Demora na Percepção dos Efeitos Negativos da Adubação com Dejetos de Animais**

As principais causas da demora na percepção da dimensão dos efeitos adversos devido a utilização de dejetos animais como fertilizante, pode-se destacar as seguintes:

- A criação em larga escala, resultando em grandes acúmulos de dejetos, são relativamente recentes;
- O impacto ambiental negativo foi aumentando paulatinamente, de maneira que só lhe foi dada real importância, no momento em que se perceberam conseqüências negativas à saúde pública e à economia;
- Os dejetos de suínos não são matéria orgânica irrestritamente benéfica ao solo. As adubações orgânicas reconhecidas como benéficas ao solo no passado, eram efetuadas com resíduos de vegetais e de dejetos de animais alimentados fundamentalmente com pastagens ou silagens. Os alimentos atualmente fornecidos aos suínos são, entretanto, altamente concentrados em nutrientes, que não são aproveitados integralmente, motivando a excreção de dejetos mais concentrados em nutrientes e, portanto, muito diferentes daqueles resíduos vegetais e animais classificados como matéria orgânica benéfica ao solo;
- Somente no início da década de 60, que surgiram alguns equipamentos laboratoriais mais exatos e precisos para a determinação de metais pesados, os quais, em pequenas quantidades já são suficientes para causar contaminação ambiental;
- Os fertilizantes químicos são um insumo escasso e, por isso, as quantidades aplicadas ao solo são as menores possíveis. Os dejetos de suínos, ao contrário, são um resíduo ou "insumo abundante", e, por isso, são aplicados em freqüências e quantidades excessivas em relação à capacidade de absorção das plantas.

### **2.1.6 Quanto pode Aplicar de Dejetos de Suínos?**

Os dejetos de suínos contêm elementos químicos que, se por um lado podem promover o desenvolvimento das plantas, também podem causar danos ambientais. O uso prolongado e em grandes quantidades dos dejetos de suínos tem gerado o interesse na determinação da capacidade de suporte do solo para

esses resíduos, como forma de prevenir o seu impacto negativo no ambiente. (RUMJANEK, 2002).

A pergunta que se faz é qual a quantidade de dejetos que se pode adicionar ao solo e, por quanto tempo sem que haja conseqüências negativas ao equilíbrio iônico, fitotoxicidade às plantas, poluição da atmosfera por volatilização, contaminação das águas de superfície e subsuperfície por lixiviação, de maneira que os sistemas adubados com estes resíduos sejam auto-sustentáveis. Independentemente do tipo de solo e região, o ponto de partida para tornar auto-sustentáveis os sistemas agrícolas adubados com dejetos de suínos, é a diminuição da sua carga poluente, destacando-se a quantidade de matéria orgânica e de nutrientes. Várias são as alternativas para atingir tal objetivo, especialmente a utilização de dietas balanceadas, manejo do rebanho mais adequado, medidas gerais de higiene e linhagens de suínos com aproveitamento superior dos nutrientes fornecidos. Ainda assim, persistirá o desbalanço entre a quantidade de nutrientes adicionados e a capacidade de extração das plantas. A única forma de evitar o desequilíbrio químico do solo, e os danos ambientais advindos do excesso de nutrientes provenientes dos dejetos é limitar a aplicação da quantidade de dejetos à quantidade de nutrientes extraídas pelas plantas. Os nutrientes não supridos integralmente via dejetos seriam complementados por meio de fertilizantes químicos isentos ou com mínima quantidade de outros elementos químicos contidos nos adubos na condição de impurezas. Isto é especialmente válido para os metais pesados como o cádmio, cromo, arsênio, níquel e chumbo. Enquanto as pesquisas para o estabelecimento de limites mais condizentes com as plantas, clima e solos brasileiros encontram-se ainda em andamento, alguns critérios podem ser seguidos para disciplinar o uso de dejetos como fertilizante do solo, tais como:

- Proceder a análise química dos dejetos, para que as quantidades a serem aplicadas sejam calculadas com base na sua composição de nutrientes, e a demanda de cada cultura em cada solo.
- Proceder, periodicamente, a análise química do solo, para se conhecer e registrar a evolução do seu balanço de nutrientes.

- Analisar periodicamente as águas de subsuperfície dos solos onde se aplica dejetos, pois a qualidade da água do solo é o principal indicativo das perdas através do perfil, como de nutrientes, nitratos e organismos patogênicos.
- Acompanhamento do comportamento das plantas a campo, tendo em vista a detecção de eventuais distúrbios ou sintomas de deficiência ou fitotoxicidade de nutrientes ocasionados pelos dejetos.
- Fornecimento de dietas balanceadas para os suínos, evitando-se os excedentes, principalmente de N, P, Cu e Zn.

A quantidade e composição dos dejetos de suínos, como de qualquer outro animal, tende a ser positivamente relacionada com a quantidade e composição do alimento que lhe é fornecido e a transformação do mesmo em um produto não poluente, sem odor e de boa aceitação como fertilizante, faz-se necessário um trabalho de fermentação anaeróbica por um período, temperatura e pH adequados para boa fermentação, transformando-o em biofertilizante. (SEGANFREDO, 1998).

### **2.1.7 O Biofertilizante**

O biofertilizante sempre foi utilizado como adubo orgânico de solo, tanto puro quanto na formação de compostagens, surtindo ótimos resultados, graças a ausência de sementes e em função da qualidade. (SANTOS, 2002).

Os dejetos de suínos depois de passarem no biodigestor, transformam-se em biofertilizante e apresentam alta qualidade para uso como fertilizante agrícola, devido principalmente aos seguintes aspectos:

- Diminuição no teor de carbono do material, pois a matéria orgânica ao ser digerida perde exclusivamente carbono na forma de  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ ;
- Aumentos no teor de nitrogênio e demais nutrientes, em consequência da perda do carbono;
- Diminuição na relação C/N da matéria orgânica, o que melhora as condições do material para fins agrícola;

- Maiores facilidades de imobilização do biofertilizante pelos microrganismos do solo, devido ao material já se encontrar em grau avançado de decomposição o que vem aumentar a eficiência do biofertilizante;
- Solubilização parcial de alguns nutrientes, (SEIXAS, 1980).

#### **2.1.7.1 Métodos de Utilização do Biofertilizante Líquido**

O biofertilizante líquido é obtido a partir da fermentação de dejetos de suínos em sistema fechado, com ausência total de ar (anaeróbico ou metanogênico), aumentando a qualidade do biofertilizante líquido que pode ser utilizado de várias maneiras, sendo que o método mais eficiente é a aplicação de pulverizações foliares, as quais promovem um efeito mais rápido. Nas pulverizações, o biofertilizante líquido deverá cobrir totalmente as folhas e ramos das plantas, chegando a ponto de escorrimento, para um maior contato do produto com a planta (alto volume).

Pode ser utilizado também no tratamento de sementes sexuais e selecionadas ao nível de campo, para plantio. Neste caso, as sementes deverão ser mergulhadas, em biofertilizantes líquido a 100% (puro) por um período de um a dez minutos, secas à sombra por duas horas e plantadas em seguida. As sementes assim tratadas não deverão ser armazenadas, pois poderão perder a sua capacidade de germinar e tornar-se inviáveis para o plantio.

O mesmo tratamento poderá ser utilizado em elementos de propagação vegetativa assim como: estacas, toletes, bulbos e tubérculos, para plantio imediato, aumentando e viabilizando o seu uso em lavouras comerciais.

Na produção de mudas, poderá ser utilizado na rega das sacolas ou canteiros de germinação, antes do plantio, para promover um expurgo do solo utilizado, possuindo um excelente efeito bacteriostático quando aplicado puro.

A parte sólida do biofertilizante poderá ser usada como adubo de cova em plantios, na formação de compostagens ou até mesmo na alimentação animal, peixes e suínos, neste último deverá ser devidamente desidratada e adicionada à ração numa proporção máxima de 20%, (SANTOS, 2002).

### 2.1.7.2 Efeitos do Biofertilizante Líquido

Estudos realizados, em Unidades de observação, sobre efeitos nutricionais, fungistáticos, inseticidas e repelentes, bacteriostático e fitohormonas do biofertilizante líquido aplicado via foliar e em diferentes concentrações, demonstrou sua viabilidade de uso no campo, ocorrendo aumento de produtividade, tolerância e resistência aos ataques fitopatogênicos e controle das principais pragas de cada lavoura, sem o uso de agrotóxicos. A partir dos bons resultados alcançados, o biofertilizante líquido vem sendo utilizado por produtores rurais, com ótimos resultados no controle fitossanitário preventivo e adubação foliar. O biofertilizante, obtido da fermentação de esterco fresco e água em processo anaeróbico (biodigestor), a custo praticamente zero, pode reduzir até 80% dos gastos com insumos na propriedade. Nos experimentos em unidades de observação instaladas e concluídas até agora, as observações preliminares do uso do biofertilizante líquido, permitem afirmar:

- O biofertilizante líquido, quando foi utilizado como complemento nutritivo em diferentes culturas, apresentou produção e produtividade ótima.
- Aplicação de biofertilizante líquido, via foliar, reduz em grande parte, os problemas fitossanitários em várias culturas, praticamente a custos mínimos.
- O efeito nutricional do biofertilizante líquido foi comprovado, a partir dos bons resultados alcançados, na saúde e desenvolvimentos das lavouras tratadas e é também indutor de floradas, permitindo ao produtor rural estender o seu período de colheitas ou programar colheitas para entressafras.
- A ação inseticida e repelente do biofertilizante líquido não é agressiva ao meio ambiente, pois atua com maior eficiência como repelente de insetos adultos e alados matando principalmente as formas jovem e larval ou as posturas, não permitindo a infestação das áreas cultivadas quando usado preventivamente em pulverizações periódicas.
- O biofertilizante líquido é um produto orgânico, natural e que não agride ao homem e nem ao meio ambiente, mesmo quando aplicado puro ou em grandes concentrações em lavouras comerciais.

- Não foi observado nenhum desequilíbrio biológico nas áreas tratadas.
- Não possui resíduos tóxicos contaminantes e são constituídos basicamente de macro, meso e microelementos e aminoácidos básicos para o desenvolvimento dos vegetais.
- O uso do biofertilizante, em substituição de produtos agrotóxicos no meio rural, vem resolver muitos problemas de contaminação mental e intoxicação de trabalhadores rurais, (SANTOS, 2002).

### **2.1.8 Produção de Dejetos**

A quantidade total de dejetos produzidos varia de acordo com o desenvolvimento ponderal dos suínos, apresentando valores decrescentes de 8,5 a 4,9% de seu peso vivo por dia, considerando a faixa dos 25 aos 100 kg de peso vivo, relatado por KONZEN, (1983).

Um dos componentes que influencia na quantidade líquida dos dejetos é a produção de urina, que por sua vez, depende diretamente da quantidade de água ingerida. Segundo MAMEDE, (1980), os suínos em crescimento e terminação consomem, em geral, ao redor de 5,5 litros de água por animal/dia e produzem 2,0 a 2,5 litros de urina por animal/dia.

O volume total de dejetos de uma criação depende também, do sistema de manejo adotado, bem como da quantidade de água desperdiçada pelos comedouros e do volume de água utilizada na higienização das instalações. É necessário que a granja adote um sistema especial no sentido de reduzir ao máximo a quantidade de água utilizada na lavagem das instalações. (KONZEN, 1980; MAMEDE, 1980), para um sistema de uso mínimo de água de limpeza, pode-se considerar um gasto de 3,5 litros por suíno/dia, nas fases de crescimento e terminação.

No quadro 1 abaixo estão demonstradas as quantidades médias produzida por animal/dia de esterco, de esterco mais urina e dejetos líquidos, segundo a fase de crescimento e a categoria dos animais.

### QUADRO 1 - Produção diária de dejetos

Produção diária de dejetos por categoria de animal	Esterco (kg/dia)	Esterco + Urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (l/dia)
Leitões de 29 a 70 dias ( de 6,00 a 25.00 kg )	0,35	0,95	1,40
Suínos de 71 a 150 dias - recria e terminação (25,00 a 100,00 kg)	2,30	4,90	7,00
Matrizes (secas, para reposição)	3,60	11,00	16,00
Matrizes em lactação com leitões	6,40	18,00	27,00
Reprodutores	3,00	6,00	9,00

Fonte: OLIVEIRA *et al.* (1993)

#### 2.1.9 Composição do Dejeto e do Biofertilizante

- pH

O pH representa a concentração de íons hidrogênio  $H^+$  (em escala anti-logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0,0 a 14,0. O valor 7,0 corresponde ao pH reconhecido como neutro. Valores baixos, a partir do 7,0 em direção ao 0,0 indicam um pH ácido (aumento da concentração de  $H^+$ ), e valores altos, a partir do 7,0 em direção ao 14,0, indicam um pH alcalino (crescente concentração de  $OH^-$ ). As águas naturais possuem valores de pH específicos, relacionados às condições ambientais onde estão localizadas (tipo de rochas, concentração de matéria orgânica, etc.). A faixa de pH usual para os seres vivos é o 7,0 (neutro). Valores de pH afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática e os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. Os valores de pH não são acompanhados de nenhuma unidade específica. Em análises realizadas dos dejetos na entrada do biodigestor constatou que os sólidos totais apresentaram um valor de pH igual a 7,000. Em análises do biofertilizante constatou-se que os sólidos totais apresentaram valor de pH Mínimo de 6,000, um valor Médio de 6,667 e 7,000 para valor Máximo. Já os sólidos sedimentáveis apresentaram um valor de pH igual a 7,000, (BEZERRA, 2002).

- Nitrogênio

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, ocorre uma alternância entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático, o nitrogênio pode ser encontrado nas seguintes formas:

- Nitrogênio molecular ( $N_2$ ), na forma de gás;
- Nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão);
- Amônia -  $NH_2$ ;
- Nitrito -  $NO_2$ ;
- Nitrato  $NO_3$ ;

O nitrogênio está presente nos diversos compostos biológicos, que quando são liberados no meio ambiente, alteram a composição natural deste elemento. O impacto do desequilíbrio do nitrogênio no meio tem várias conseqüências. Para a saúde humana, o nitrogênio na forma de nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia. O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos (processo denominado eutrofização). O nitrogênio, nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e a nitrato, implica no consumo de oxigênio dissolvido do meio (o que pode afetar a vida aquática).

O nitrogênio na forma de amônia livre é diretamente tóxico aos peixes. Em um corpo d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição (poluição recente esta associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato).

Os limites das diversas formas de nitrogênio em águas naturais variam de acordo com a classe do corpo d'água. A concentração destes elementos nos diferentes corpos d'água é limitada, tanto referente a eficiência esperada no tratamento de águas residuárias, como em termos da concentração máxima nos corpos d'água naturais. A unidade que expressa as análises de nitrogênio é o mg/l, (BEZERRA, 2002).

De acordo com análises realizadas por BEZERRA, (2002), na entrada do biodigestor o dejetos de suínos apresentou um valor Mínimo de 0,300 g/100g, um valor Médio de 0,350 g/100g e Máximo de 0,400 g/100g. O biofertilizante apresentou como resultado um valor Mínimo de 0,090 g/100g, um valor Médio de 0,127 g/100g e Máximo de 0,180 g/100g. O conhecimento sobre a concentração de nitrogênio fornece subsídio técnico para a determinação do grau de fertilização do material.

- Fósforo

A concentração das diferentes formas de fósforo na água varia de acordo com a composição do solo local e a quantidade de matéria orgânica disponível. Os esgotos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes também podem alterar a concentração natural destes compostos no ambiente. O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfatos, polifosfato e fósforo orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico sem necessidade de conversões a formas mais simples. As formas em que os ortofosfatos se apresentam na água ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dependem do pH, sendo a mais comum na faixa usual de pH o  $(\text{HPO}_4)^{2-}$ . Os polifosfatos são moléculas mais complexas com dois ou mais átomos de fósforo. O fósforo orgânico é normalmente de menor importância. O fósforo, assim como o nitrogênio, é um elemento indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações em lagos e represas, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, fenômeno chamado de eutrofização. Em lançamentos à montante de represas com problemas de eutrofização, freqüentemente se limita o fósforo total em 1,0 mg/l. Os limites das diversas formas de fósforo em águas naturais variam de acordo com a classe do corpo d'água. A concentração destes elementos nos diferentes corpos d'água é limitada, tanto referente à eficiência esperada no tratamento de águas residuárias, como em termos da concentração máxima nos corpos d'água naturais. A unidade em que a concentração das formas de fósforo são expressas é em mg/l. O conhecimento sobre a concentração de nutrientes do biofertilizante fornece subsídio técnico para a determinação do grau de fertilização do material, (BEZERRA, 2002).

Em análises feitas na entrada do biodigestor, BEZERRA, (2002), foi constatado no dejetos de suínos resultado com valor Mínimo de 0,220 g/100g, um valor Médio de 0,238 g/100g e Máximo de 0,250 g/100g. No biofertilizante, o fósforo apresentou como resultado um valor Mínimo de 0,063 g/100g, um valor Médio de 0,070 g/100g e Máximo de 0,074 g/100g.

- Potássio

Em análise do material feita entrada do biodigestor como resultado um valor Mínimo de 0,120 g/100g, um valor Médio de 0,145 g/100g e Máximo de 0,180 g/100g.

No biofertilizante, o potássio apresentou como resultado um valor Mínimo de 0,049 g/100g, um valor Médio de 0,053 g/100g e Máximo de 0,058 g/100g, (BEZERRA, 2002),

- Cálcio

Na entrada do biodigestor o mesmo material apresentou um valor Mínimo de 0,034 g/100g, um valor Médio de 0,040 g/100g e Máximo de 0,046 g/100g. No biofertilizante, o cálcio apresentou um valor Mínimo de 0,025 g/100g, um valor Médio de 0,030 g/100g e Máximo de 0,034 g/100g. (BEZERRA, 2002).

- Magnésio

Na entrada do biodigestor o material apresentou o valor Mínimo de 0,013 g/100g, um valor Médio de 0,020 g/100g e Máximo de 0,028 g/100g.

No biofertilizante, o magnésio apresentou como resultado o valor Mínimo de 0,012 g/100g, o valor Médio de 0,015 g/100g e o valor Máximo de 0,021 g/100g. (BEZERRA, 2002).

Bezzerra, (2002), realizou análises do material na entrada do tanque e do biofertilizante com densidade de 1,024 e encontrou os dados conforme Quadro 2 abaixo. Os nutrientes citados estão na fórmula elementar.

QUADRO 2 - Composição (g/100g)

Composição química do material	Na entrada do biodigestor			Biofertilizante		
	Mínimo	Médio	Máximo	Mínimo	Médio	Máximo
Nitrogênio	0,300	0,350	0,400	0,090	0,127	0,180
Fósforo	0,220	0,238	0,250	0,063	0,070	0,074
Potássio	0,120	0,145	0,180	0,049	0,053	0,058
Cálcio	0,034	0,040	0,046	0,025	0,030	0,034
Magnésio	0,013	0,020	0,028	0,012	0,015	0,021
PH	7,000	7,000	7,000	6,000	6,667	7,000

FONTE: BEZERRA.(2002)

## 2.2 O BIOGÁS

O biogás é obtido a partir de um processo que degrada a matéria orgânica, possibilitando a produção de energia térmica e elétrica, vem de uma forma inexorável proporcionar novas aplicações para os resíduos das explorações agro-pecuárias, da atividade industrial e esgotos. Os processos de fermentação anaeróbia que produzem metano foram desde sempre, utilizados pelo homem para o tratamento dos esgotos, nos sistemas conhecidos por "fossas sépticas". Estas serviam quer para tratar os esgotos domésticos de pequenas comunidades, quer os resíduos da indústria agroalimentar ou agropecuária. Com o passar dos tempos, estes sistemas simplificados de tratamento evoluíram nos países desenvolvidos, no final do século passado, quando começaram a ser utilizados os chamados "digestores", para efetuar a estabilização das lamas resultantes da sedimentação primária e do tratamento biológico aeróbio dos esgotos, (NASCIMENTO, 1999).

Atualmente existem duas situações possíveis para o aproveitamento do biogás. A primeira consiste na queima direta (aquecedores, esquentadores, fogões, caldeiras). A segunda, diz respeito à conversão de biogás em eletricidade. Isto significa que o biogás permite a produção de energia elétrica e térmica. Assim, os sistemas que produzem o biogás, podem tornar a exploração pecuária auto-suficiente em termos energéticos, assim como contribuir para a resolução de problemas de poluição de efluentes. Há processos mais elaborados como das usinas de açúcar e álcool que estão produzindo biogás a partir do vinhoto. O produto obtido, após tratado e engarrafado, pode ser usado como combustível em varias aplicações nas próprias usinas, além disto a decomposição do vinhoto resulta em fertilizante de excelente qualidade, evitando-se assim, a poluição de rios e mananciais pelo lançamento direto do vinhoto, que é originalmente um resíduo tóxico. Um dos sistemas de obtenção do biogás, mais conhecido, é o biodigestor para aplicação rural, existindo grande número de unidades instaladas, principalmente nos países de origem dos modelos mais difundidos como Índia (com aproximadamente 300 mil) e a China (com mais de 8 milhões). Recentemente outros países do continente europeu têm realizado programas de disseminação e uso de biodigestores. De construção relativamente simples tais

biodigestores funcionam com mistura de água, esterco animal e ou fibras vegetais como capim, cascas etc. Suas principais funções são garantir um meio anaeróbico favorável a biodigestão, permitir a alimentação sistemática da matéria orgânica e a coleta e armazenamento do gás produzido. Uma nova concepção energética, energia renovável e não poluente, se impõe a todos os brasileiros nesta crise irreversível do petróleo. Os resíduos líquidos e sólidos resultantes do processo formam um biofertilizante de excelente qualidade e larga aplicabilidade na agricultura. O biogás pode ser usado em fogões, motores, lâmpadas e geladeiras a gás, podendo ser considerado uma das fontes energéticas mais econômicas e de fácil aquisição pelas pequenas propriedades rurais, (SEIXAS, 1980).

QUADRO 3 - Composição Média da Mistura Gasosa

Metano (CH <sub>4</sub> )	50 a 75%
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	25 a 40%
Hidrogênio (H <sub>2</sub> )	1 a 3%
Azoto (N <sub>2</sub> )	0.5 a 2.5%
Oxigênio (O <sub>2</sub> )	0.1 a 1%
Sulfureto de Hidrogênio (H <sub>2</sub> S)	0.1 a 0.5%
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )	0.1 a 0.5%
Monóxido de Carbono (CO)	0 a 0.1%
Água (H <sub>2</sub> O)	Variável

FONTE: <http://www.cdcc.sc.usp.br/escolas/juliano/biodiges.html>

O Biogás é, devido à presença do metano, um gás combustível, sendo o seu poder calorífico inferior (P.C.I.) cerca de 5.500 kcal/m<sup>3</sup>, quando a proporção em metano é aproximadamente de 60 %. A título de comparação, no quadro que se segue é demonstrado os P.C.I.'s para os outros gases correntes:

QUADRO 4 - P.C.I. de Diferentes Gases.

Gás	P.C.I. em kcal/m <sup>3</sup>
Metano	8.500
Propano	22.000
Butano	28.000
Gás de Cidade	4.000
Gas Natural	7.600
Biometano	5.500

FONTE: <http://www.cdcc.sc.usp.br/escolas/juliano/biodiges.html>

O biogás é um gás leve e de fraca densidade. Mais leve do que o ar, contrariamente ao butano e ao propano, suscita menores riscos de explosão na medida em que a sua acumulação se torna mais difícil. A sua fraca densidade implica, em contrapartida, que ocupe um volume significativo e que a sua liquefação seja mais difícil, o que lhe confere algumas desvantagens em termos de transporte e utilização. O biogás, em condições normais de produção, devido ao seu baixo teor de monóxido de carbono (inferior a 0.1 %) não é tóxico, contrariamente, por exemplo, ao gás de cidade, cujo teor neste gás, próximo dos 20 %, é mortal. Por outro lado, devido às impurezas que contém, o biometano é muito corrosivo. O gás mais corrosivo desta mistura é o sulfureto de hidrogênio que ataca, além de outros materiais, o cobre, o latão, e o aço, desde que a sua concentração seja considerável. Quando o teor deste gás é fraco, é sobretudo o cobre que se torna mais sensível. Para teores elevados, da ordem de 1% (excepcionais nas condições normais de produção do biogás) torna-se tóxico e mortal. A presença do sulfureto de hidrogênio, pode constituir um problema a partir do momento em que haja uma combustão do gás e que sejam inalados os produtos desta combustão, dado que a formação do dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é extremamente nocivo, causando, nomeadamente, perturbações a nível pulmonar. O amoníaco, sempre em concentrações muito fracas, pode ser corrosivo para o cobre, sendo os óxidos de azoto libertados durante a sua combustão, igualmente tóxicos. Os outros gases contidos no biogás, não suscitam problemas em termos de toxicidade ou nocividade. O gás carbônico, em proporção significativa (35 %), ocupa um volume perfeitamente dispensável e obriga, quando não suprimido, a um aumento das capacidades de armazenamento. O vapor de água pode ser corrosivo para as canalizações, depois de condensado, (SEIXAS, 1980).

TABELA 1 - Equivalências Energéticas.

---

**1 m<sup>3</sup> de Biogás = 6000 kcal - é equivalente a:**


---

1,7 m<sup>3</sup> de Metano  
 1,5 m<sup>3</sup> de Gás de Cidade  
 0,8 lt de Gasolina  
 1,3 lt de Álcool  
 2 kg de Carboneto de Cálcio  
 0,7 lt de Gasóleo  
 7 kw h de Eletricidade  
 2,7 kg de Madeira  
 1,4 kg de Carvão de Madeira  
 0,2 m<sup>3</sup> de Butano  
 0,3 m<sup>3</sup> de Propano

---

 FONTE: <http://www.cdcc.sc.usp.br/escolas/juliano/biodiges.html>

QUADRO 5 - Produção de Biogás de Resíduo Orgânico

Animal (Peso vivo)	Kg de esterco /animal/dia	m <sup>3</sup> de biogás /Kg de dejetos	m <sup>3</sup> de biogás /kg de SV	m <sup>3</sup> de giogás /animal/dia
Bovino*(500 kg)	10 – 15	0,038	0,094 – 0,31	2,00
Suíno (90 kg)	2,3 - 2,8	0,079	0,37 – 0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12 – 0,18	0,050	0,31 – 0,62	0,014

\* Refere-se a bovino em semi-confinamento.

FONTE: OTSUBO, 2002.

Na tabela 1 é demonstrado que 1,0m<sup>3</sup> de biogás produz o mesmo trabalho que 7,0 kw h de energia elétrica. No quadro 5 é demonstrado que 1,0 kg de dejetos de suínos produz 0,079 m<sup>3</sup> de biogás. Fazendo análise destes dados é possível concluir que 1,0 m<sup>3</sup> de dejetos na densidade de 1024 kg/m<sup>3</sup> produz 80,89 m<sup>3</sup> de biogás, que equivale a 566,27 Kw h.

## 2.3 ADUBAÇÃO

### 2.3.1 Pela Análise de Solo

Recomendação de adubação feita pelos órgãos de pesquisa, tendo como base os resultados de análise de solo, para região de Nova Aurora/PR. Região de Latossolo Roxo Eutrófico com alto teor de argila e C.T.C. em torno de 14%.

No quadro 6 consta os teores de **P** e **K** para interpretação da análise e posterior recomendação de adubação.

No quadro 7, está demonstrado a quantidade de **P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>** e **K<sub>2</sub>O** em kg/ha a ser recomendado na adubação, das culturas de soja, milho e milho de inverno, segundo os níveis de **P** e **K** existente na análise de solo.

No quadro 8, consta a quantidade de **N** (nitrogênio) em kg/ha a ser recomendado na adubação, das cultura de soja , milho e milho de inverno, tendo sempre em consideração a cultura anterior existente na mesma área imediatamente antes do plantio atual.

### **2.3.2 Pela Extração e Exportação**

Recomendação de adubação feita pelos órgãos de pesquisa e pesquisadores, tendo como base os resultados de extração de nutriente pela planta para produção de matéria seca e grãos e, a quantidade destes nutrientes exportados pela cultura através das colheitas.

Nos quadros 9, 10, 11, 12 e 13, são demonstradas as quantidades de nutrientes absorvidos pelas culturas de soja, milho verão e milho inverno, para a formação dos restos culturais ou matéria seca, que voltará para o solo e, para a formação de grãos, que serão colhidos e os nutrientes exportados do solo.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Período da Pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no período de 16 de junho de 2003 a 30 de setembro de 2003 a uma propriedade rural no município de Nova Aurora/PR, através de contatos diretos com o produtor.

#### 3.2 Descrição da Propriedade

Este projeto foi desenvolvido com base em dados da propriedade do Sr. Evásio Locks, situado na comunidade de São José, município de Nova Aurora/PR. A propriedade é constituída por uma área de 50,0 ha que é utilizada da seguinte maneira: -Área agrícola 42,0 ha.

-Área destinada a suinocultura 8,0 ha.

-Na área agrícola de 42,0 ha, são realizadas duas safras anuais, verão e inverno.

-No verão são cultivados 22,0 ha de soja e 22,0 ha de milho, com obtenção média de 3.300 kg/ha na soja e 8.700 kg/ha no milho.

No inverno são cultivados 42,0 ha de milho com obtenção média de 5.200kg/ha.

-Toda a produção de milho (verão e inverno) é destinada a produção de silagem de grão úmido, produzindo anualmente uma média de 409,80 t de silagem de grão úmido, destinado à alimentação de suínos.

-A área destinada à suinocultura compreende toda a área de construção de pocilgas, esterqueiras, tanques, residência de empregados, área livre para trânsito de máquinas e veículos e área de proteção dos tanques e pocilgas.

-O consumo médio mensal de energia elétrica na propriedade é de 12.000 kw h, gerando o custo médio de R\$ 1.910,00.

### 3.3 Descrição do Rebanho

O produtor trabalha com ciclo completo, possui 9 reprodutores e mantém 370 matrizes em constante produção, com 2,3 partos por ano, desmamando a média de 10,6 leitões por criada. Para manter estes números constantes, o mesmo repõe mensalmente 30 matrizes jovens para substituir as matrizes descartadas. O produtor realiza na propriedade a coleta de semen, resfriamento, manutenção e inseminação.

QUADRO 14 - Dados do Rebanho

Animais por categoria	Número de animais
Total de matrizes em produção	370,0
Matrizes marrãs para reposição	30,0
Reprodutores	9,0
Número de partos por matriz por ano	2,3
Número de leitões nascidos por parto	10,6
Número de leitões desmamados por criada	9,6

FONTE: Dados de pesquisa, 2003.

No quadro 15, consta o peso médio dos suínos no final de cada fase de crescimento. Para determinar o peso médio foi realizada a pesagem de 5% do rebanho por categoria de animal.

QUADRO 15 - Peso dos Animais

Peso final dos animais por categoria	Peso – kg/animal		
	Mínimo	Médio	máximo
0 a 28 dias – desmama	5,20	6,00	7,35
29 a 45 dias – creche	13,63	15,00	17,80
46 a 70 dias – cria	22,00	25,00	28,70
71 a 110 dias – recria	65,50	70,00	74,80
111 a 150 dias – terminação	87,65	100,00	130,50

FONTE: Dados de pesquisa, 2003.

O produtor mantém 370 matrizes em produção permanente, com média de 2,3 partos por matriz/ano e produção de 9,6 leitões desmamados por parto que equivale a natalidade média de 22,38 leitões por dia. Com esta natalidade mantém o rebanho comercial de 3.357 suínos nas diversas de crescimento, mais

o rebanho reprodutor de 409 suínos, totalizando o rebanho de 3.766 suínos, distribuídos nas diversas categorias conforme quadro 16.

#### QUADRO 16 - Cálculo do Rebanho Permanente

Animais por categoria	Número de animais
Reprodutores	9
Matrizes	370
Marrãs (matrizes jovens para reposição)	30
0 a 28 dias – lactação	627
29 a 45 dias – creche	380
46 a 70 dias – cria	560
71 a 110 dias – recria	895
111 a 150 dias – terminação	895
Total de suínos no período de 150 dias	3.766

FONTE: Dados de pesquisa, 2003

### 3.4 Produção de Dejetos

Para cálculos da quantidade de dejetos suínos produzidos diariamente foram usados dados fornecidos por OLIVEIRA *et al.* (1993) e citados no quadro 01, trabalhados juntamente com os dados do rebanho citados no quadro 16. Com base nestes dados, foi calculada a produção total de dejetos líquidos, que é de 21,05 m<sup>3</sup> de dejetos/dia.

#### QUADRO 17 - Produção de Dejetos

Produção diária de dejetos, total por categoria	Nº de animais	Esterco (kg/dia)	Esterco + urina (kg/dia)	Dejetos líquidos (l/dia)
Reprodutores	9,00	27,00	54,00	81,00
Matrizes em lactação com leitões	65,27	417,73	1.174,86	1.762,29
Matrizes secas	304,73	1.097,03	3.352,03	4.875,68
Matrizes para reposição	30,00	108,00	330,00	480,00
Leitões de 0 a 28 dias (lactação)	626,64	-	-	-
Leitões de 29 a 70 dias (6,00 a 25,00 kg)	939,96	328,99	892,96	1.315,94
Suínos de 71 a 150 dias – recria e terminação (25,00 a 100,00 kg)	1.790,40	4.117,92	8.772,96	12.532,80
Produção diária total	3.766,00	6.096,67	14.576,81	21.047,71
Produção diária total (m <sup>3</sup> )				21,05

FONTE: Dados de Pesquisa, 2003.

### 3.5 Biodigestor

#### 3.5.1 Dimensionamento do biodigestor

O material permanece em fermentação anaeróbica no biodigestor por um período que pode variar de 20 a 50 dias, este período é variável em função da variação climática da região. Estimando a produção para um período médio 35 dias terá o total de 736,75 m<sup>3</sup>, estimando a produção para um período de 50 dias terá a produção total de 1.052,50 m<sup>3</sup> de dejetos. Por motivos de segurança faz-se necessário construir o biodigestor para receber a produção equivalente a 50 dias

QUADRO 18. Biodigestor

Dimensionamento do biodigestor	Profundidade	Largura	Comprimento	Volume
Para produção de 35 dias	3 m	8 m	31 m	744,00 m <sup>3</sup>
Para produção de 50 dias	3 m	8 m	44 m	1.056,00 m <sup>3</sup>

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

#### 3.5.2 Custo de Construção do Biodigestor

Os dejetos são depositados em uma caixa de mistura onde é feita a homogeneização do material antes de ser fornecido ao biodigestor. A construção de um biodigestor completo, modelo horizontal, com capacidade para 1.056,00 m<sup>3</sup> em alvenaria, coberto com manta de PVC flexível sansuy com espessura de 1,0 milímetro e vedada com lamina de água, usando o biogás injetado por um compressor a 150 libras, para agitar o material em fermentação, com vida útil estimada em 10 anos para a manta de pvc e 30 anos para a estrutura de alvenaria. O biogás é sugado da campânula por um compressor, o biogás passa por um filtro de água e um filtro de gás sulfídrico é armazenado no tanque do compressor ou em tanque de armazenamento com capacidade para 1.500 litros. Do tanque de armazenamento o biogás é canalizado para os pontos de uso. O custo de construção estimado é de R\$ 70.000,00. (BIOMA, 2004).

- características do biodigestor:

Modelo: horizontal de formato retangular

Câmara de fermentação: de alvenaria, com capacidade para 1.056 m<sup>3</sup>

Alimentação:	continuada com operação de pré-mistura.
Matéria orgânica:	dejetos de suínos.
Densidade:	em média 1.024,00 kg/m <sup>3</sup>
Sistema de agitação:	insuflação de biogás pressurizado a 150 libras.
Campânula:	manta de PVC, vedado com selo de água.
Produção de biofertilizante:	7.683,00 m <sup>3</sup> por ano.
Produção de biogás:	1.702 m <sup>3</sup> por dia.
Mão de obra:	um funcionário.

### 3.6 Produção de Biofertilizante

A produção diária de biofertilizante tem por base a produção diária de dejetos que é de 21,05 m<sup>3</sup>, que equivalente ao total acumulado de 7.683,00 m<sup>3</sup> no período de 12 meses. Esta produção ficará depositada em 4 tanques com capacidade para 2.000 m<sup>3</sup>, de onde será coletada para distribuição na lavoura nos meses de setembro e fevereiro, épocas de pré-plantio das culturas de verão e inverno, conforme programação demonstrada no quadro 19.

QUADRO 19 - Programa de Produção e Distribuição de Biofertilizante (m<sup>3</sup>)

Jan.	Fev.	Mar.	abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	dez.
PRODUÇÃO MENSAL											
21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05	21,05
31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
52,55	589,40	652,55	631,90	652,55	631,90	652,55	652,55	631,90	652,55	631,90	652,55
PRODUÇÃO ACUMULADA DURANTE 12 MESES											
652,55	1.251,9	1.904,9	2.536,4	3.188,9	3.820,8	4.473,4	5.125,9	5.757,8	6.410,4	7.042,3	7.694,8
ARMAZENAMENTO EM QUATRO TANQUES COM CAPACIDADE P/ 2.000 m <sup>3</sup>											
		1.904			1.917			1.937			1.937
DISTRIBUIÇÃO PROGRAMADA PARA OS MESES DE JANEIRO E SETEMBRO.											
	3.874							3.821			

FONTE: DADOS DE PESQUISA 2003.

### 3.7 Custo de Construção dos Tanques

Os tanques terão as dimensões de 2 m de profundidade, com 20 m de largura por 50 m de comprimento e poderão ser construídos com revestimento de manta de PVC flexível com espessura de 1mm; ou com revestimento de alvenaria. A construção com revestimento de manta de PVC flexível tem custo estimado em R\$ 25.000,00 por tanque e vida útil estimada de 15 anos. A construção do tanque com revestimento de alvenaria tem o custo estimado em R\$ 35.000,00 por tanque e vida útil estimada de 30 anos, (BIOMA, 2004).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produção de Nutrientes

Com base nos dados encontrados por, BEZERRA, (2002) citados no quadro 02, considerando a densidade igual a 1,024 kg por litro de biofertilizante e, convertendo o volume para m<sup>3</sup>, temos a composição nutricional do biofertilizante em kg de nutrientes por m<sup>3</sup> de produto, na fórmula elementar, conforme Quadro 20.

QUADRO 20 - Composição do Biofertilizante na Fórmula Elementar

Composição nutricional do biofertilizante	Kg / m <sup>3</sup>		
	Mínimo	Médio	Máximo
Nitrogênio	0,9216	1,3005	1,8432
Fósforo	0,6451	0,7168	0,7577
Potássio	0,5017	0,5427	0,5939
Cálcio	0,2560	0,3072	0,3481
Magnésio	0,1229	0,1536	0,2150
PH	6,000	6,667	7,000

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

Transformando os dados do Quadro 20 da fórmula elementar para a fórmula molecular, é obtido a composição nutricional do produto em kg de nutrientes na fórmula molecular por m<sup>3</sup> de biofertilizante, conforme quadro 21.

QUADRO 21 - Composição do Biofertilizante na Fórmula Molecular

Composição nutricional do biofertilizante	Kg / m <sup>3</sup>		
	Mínimo	Médio	Máximo
N total	0,9216	1,3005	1,8432
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,4772	1,6414	1,7351
K <sub>2</sub> O	0,6020	0,6512	0,7126
Cão	0,3605	0,4326	0,4903
MgO	0,2048	0,2560	0,3583
PH	6,000	6,667	7,000

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

### 4.2 Recomendação de adubação

#### 4.2.1 Com Base na Análise de Solo

No quadro 22 está demonstrada a necessidade de nutrientes por ha para adubação de soja, milho verão e milho inverno. No quadro 23 está demonstrada a quantidade total de nutrientes para adubação de 21 ha de soja, 21 ha de milho verão e 42 ha de milho inverno, em ambos os casos os dados são obtidos tendo como base de cálculo os resultados da análise de solo e o balizamento de nutrientes recomendado pela pesquisa para adubação.

QUADRO 22 - Recomendação de Adubação

Culturas	Nitrogênio (N)		Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio (K <sub>2</sub> O)
	Kg / ha			
	Plantio	Cobertura	Plantio	Plantio
Soja	Até 20	-	50	40
Milho verão	40	100	50	30
Milho inverno	15	45	20	20

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

QUADRO 23 - Necessidade Total de Nutrientes

Cultura	Áreas (ha)	Nitrogênio (N)		Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
		Kg / ha			
		Plantio	Cobertura	Plantio	Plantio
Soja	21,0	420	-	1.050	840
Milho verão	21,0	840	2.100	1.050	630
Milho inverno	42,0	630	1.890	840	840

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

#### 4.2.2 Com Base a Exportação de Nutrientes

No Quadro 24 está demonstrada a necessidade de nutrientes por ha para adubação de soja, milho verão e milho inverno. No Quadro 25 está demonstrada a quantidade total de nutrientes para adubação de 21 ha de soja, 21 ha de milho verão e 42 ha de milho inverno, tendo como base de cálculo a quantidade de nutrientes absorvidos pela planta e exportados pelos grãos na colheita. Os dados representam a média dos Quadros 09, 10, 11, 12 e 13.

QUADRO 24 - Necessidade de Nutrientes Calculada pela Absorção e Exportação

Culturas	Produção de grãos (Kg/ha)	Nitrogênio (N)		Fósforo(P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio(K <sub>2</sub> O)
		Kg / ha			
		Plantio	Cobertura	Plantio	Plantio
Soja	3.300	194,1	-	123,1	70,6
Milho verão	8.700	368,6	-	194,6	49,4
Milho inverno	5.200	220,3	-	116,3	29,5

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

QUADRO 25 - Necessidade total de Nutrientes pela Exportação

Culturas	Produção kg/ha	Área (ha)	Nitrogênio (N)		Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potássio (K <sub>2</sub> O)
			Kg total			
			Plantio	Cobertura	Plantio	Plantio
Soja	3.300	21	4.076	-	2.585	2.965
Milho verão	8.700	21	7.740	70%	4.087	1.037
Milho inverno	5.200	42	9.253	70%	4.885	1.239

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

O ideal da aplicação do Nitrogênio na cultura do milho é aplicar em torno de 70% em cobertura, porém por de tratar-se de adubação via biofertilizante, consideramos a aplicação do mesmo todo no plantio.

Segundo recomendações da Embrapa Suínos e Aves, é possível usar até 180 m<sup>3</sup>/ha/ano, para melhorar o aproveitamento do mesmo é recomendado aplicar 50% na safra de verão e 50% na safra de inverno. Desta forma, a quantidade de biofertilizante possível a ser aplicada em relação a área cultivada seria de 1.890 m<sup>3</sup> para a área de soja, 1.890 m<sup>3</sup> para a área de milho verão e de 3.780 m<sup>3</sup> para a área de milho inverno, ou seja 3.780 m<sup>3</sup> na safra de verão e 3.780 m<sup>3</sup> na safra de inverno.

A recomendação técnica mais adequada é atender a necessidade do nutriente exigido em menor quantidade, ou próxima, e complementar os demais nutrientes com produto específico ou com adubação química.

Para atender esta recomendação é tomado como referência a concentração de nutrientes do biofertilizante, citados no quadro 21 e, calculado o volume de biofertilizante necessário para atender a demanda nutricional das culturas visando obter a produção desejada. Este volume de biofertilizante será

aplicado na lavoura nas épocas de pré-plantio, previstas para setembro e fevereiro.

### 4.3 Necessidade de Biofertilizante

Nos quadros abaixo, será analisado o volume de biofertilizante necessário para atender as demandas de nutrientes, na adubação de toda a área plantada.

Nos quadros 26, 27 e 28 os cálculos são feitos com base nas informações da análise de solo.

Nos quadros 29, 30 e 31, os cálculos são realizados tendo por base a quantidade de nutrientes absorvidos pela planta e exportados na colheita.

QUADRO 26 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de N

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		322,95	2.260,67	2.706,65
Kg de Nitrogênio total	Necessário	420	2.940	3.520
	Fornecido	420	2.940	3.520
	Complementar	0	0	0
Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Necessário	1.050	1.050	840
	Fornecido	530	3.711	4.443
	Complementar	+ 520	- 2.661	- 3.603
Kg de K <sub>2</sub> O	Necessário	840	630	840
	Fornecido	210	1.472	1.763
	Complementar	+ 630	- 842	- 923

Obs: - Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.

+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade.

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 26 está demonstrada a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de Nitrogênio e a quantidade fornecida de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade que será necessária para complementar ou que foi fornecido a menor destes nutrientes, no total da área plantada.

QUADRO 27 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de  $P_2O_5$ 

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		639,70	639,70	511,76
Kg de Nitrogênio Total	Necessário	420	2.940	3.520
	Fornecido	832	832	665
	Complementar	- 412	+ 2.108	+ 2.854
Kg de $P_2O_5$	Necessário	1.050	1.050	840
	Fornecido	1.050	1.050	840
	Complementar	0	0	0
Kg de $K_2O$	Necessário	840	630	840
	Fornecido	417	417	333
	Complementar	+ 423	+ 213	+ 507

Obs: - Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.

+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade.

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 27 está demonstrada a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de  $P_2O_5$  e a quantidade fornecida de Nitrogênio e  $K_2O$  neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade que será necessária para complementar ou que foi fornecido a menor destes nutrientes, no total da área plantada.

QUADRO 28 - Necessidade de Biofertilizante para Atender a Demanda de  $K_2O$ 

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		1.289,93	967,45	1.289,93
Kg de Nitrogênio total	Necessário	420	2.940	3.520
	Fornecido	1.677	1.258	1.678
	Complementar	- 1.257	+ 1.682	+ 1.842
Kg de $P_2O_5$	Necessário	1.050	1.050	840
	Fornecido	2.117	1.588	2.117
	Complementar	- 1.067	- 538	- 1.277
Kg de $K_2O$	Necessário	840	630	840
	Fornecido	840	630	840
	Complementar	0	0	0

Obs: - Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.

+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade.

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 28 está demonstrada a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de  $K_2O$  e a quantidade fornecida de Nitrogênio e  $P_2O_5$  neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade

que será necessária para complementar ou, que foi fornecido a maior destes nutrientes, no total da área plantada.

**QUADRO 29 - Necessidade de Biofertilizante p/ atender a Demanda de N.**

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		3.134,18	5.954,56	7.144,96
Kg de Nitrogênio total	Necessário	4.076	7.740	9.253
	Fornecido	4.076	7.740	9.253
	Complementar	0	0	0
Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Necessário	2.585	4.087	4.885
	Fornecido	5.144	9.769	11.727
	Complementar	- 2.559	- 5.682	- 6.842
Kg de K <sub>2</sub> O	Necessário	2.965	1.037	1.239
	Fornecido	2.041	3.876	4.653
	Complementar	+ 924	- 2.839	- 3.414

Obs: - Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.

+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade.

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 29 está apresentada a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de Nitrogênio e a quantidade fornecida de e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade que será necessária para complementar ou, que foi fornecido a maior destes nutrientes, no total da área plantada.

**QUADRO 30 - Necessidade de Biofertilizante para atender a Demanda de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>**

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		1.574,88	2.489,95	2.976,12
Kg de Nitrogênio total	Necessário	4.076	7.740	9.253
	Fornecido	2.048	3.238	3.870
	Complementar	+ 2.028	+ 4.502	+ 5.383
Kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Necessário	2.585	4.087	4.885
	Fornecido	2.585	4.087	4.885
	Complementar	0	0	0
Kg de K <sub>2</sub> O	Necessário	2.965	1.037	1.239
	Fornecido	1.025	1.621	1.938
	Complementar	+ 1.940	-584	- 699

- Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.

+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade

FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 30 está apresentada a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a quantidade fornecida de Nitrogênio e K<sub>2</sub>O neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade

que será necessária para complementar ou, que foi fornecido a menor destes nutrientes, no total da área plantada.

**QUADRO 31 - Necessidade de Biofertilizante para atender a Demanda de  $K_2O$**

Culturas		Soja	Milho verão	Milho inverno
Áreas - há		21	21	42
Volume de biofer. Aplicado – m3		4.553,13	1.592,45	1.902,64
Kg de Nitrogênio total	Necessário	4.076	7.740	9.253
	Fornecido	5.921	2.071	2.474
	Complementar	- 1.845	+ 5.669	+ 6.779
Kg de $P_2O_5$	Necessário	2.585	4.087	4.885
	Fornecido	7.473	2.614	3.123
	Complementar	- 4.888	+ 1.473	+ 1.762
Kg de $K_2O$	Necessário	2.965	1.037	1.239
	Fornecido	2.965	1.037	1.239
	Complementar	0	0	0

Obs: - Informa que a quantidade de nutriente fornecido pelo biofertilizante é maior que a necessidade.  
+ Informa a quantidade de nutriente a ser fornecido por adubo químico para atender a necessidade.  
FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

No quadro 31 observa-se a quantidade de biofertilizante necessário para atender a demanda de  $K_2O$  e a quantidade fornecida de Nitrogênio e  $P_2O_5$  neste mesmo volume de biofertilizante, bem como a quantidade que será necessária para complementar ou, que foi fornecido a menor destes nutrientes, no total da área plantada.

No quadro 32 está demonstrada a quantidade de fertilizante necessário para equiparar o valor nutricional do biofertilizante utilizado no período de um ano agrícola (verão e inverno) nas culturas de soja e milho, conforme modelo da propriedade. Observa-se também no quadro 32 o valor comercial dos produtos industriais correspondente ao volume aplicado de biofertilizante.

**QUADRO 32 - Valor Representativo do Biofertilizante Aplicado**

Produto	R\$/t (31/05/04)	Quantidade total (t)		Total (R\$)	
		Pela Análise	Pela Exportação	Análise solo	Exportação
Uréia	856,00	7,46	20,35	6.385,76	17.419,60
Super simples	635,00	13,44	64,21	8.534,40	40.773,35
Super triplo	950,00	5,90	28,19	5.605,00	26.780,50
MAP	1.100,00	5,04	24,08	5.544,00	26.488,00
DAP	1.050,00	5,38	25,68	5.649,00	26.964,00
Cloreto potássio	795,00	2,80	5,50	2.226,00	4.372,50

Obs: Valor comercial dos produtos em 30 de maio de 2004.  
FONTE: DADOS DE PESQUISA, 2003.

#### 4.4 Opções de adubação

Quando a adubação é feita tendo como base de cálculo para adubação os dados fornecidos pela análise de solo, podemos afirmar que:

- O volume de biofertilizante utilizado é muito inferior ao volume utilizado pelo método de extração e exportação de nutrientes.
- O elemento limitante normalmente é o nitrogênio.
- Para a soja, a melhor adubação é feita quando se atende a demanda de nitrogênio, feita com o uso de 322,95 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 520,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (24,76 kg/ha) e, 630,0 kg de K<sub>2</sub>O (30,0 kg/ha).
- A segunda opção é atender a demanda de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, feita com a aplicação de 639,70 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementando a adubação com 423,0 kg de K<sub>2</sub>O (20,14 kg/ha). Porém, neste caso ocorre uma sobra de 412,0 kg de N (19,62 kg/ha) que pode prejudicar o desenvolvimento de nódulos no sistema radicular da soja, mas não causa impacto ambiental, uma vez que a necessidade de nitrogênio para a soja é bem maior que a sobra ocorrida nesta situação.
- Para o milho verão, a melhor adubação é feita quando se atende a demanda de K<sub>2</sub>O, feita com a aplicação de 967,45 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementando a adubação com 1.682,0 kg de nitrogênio (80,09 kg/ha). Neste caso ocorre sobra de 538,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (25,62 kg/ha). Este P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> será aproveitado pelas culturas subseqüentes.
- A segunda opção é atender a demanda de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, feita com o uso de 639,70 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 2.108,0 kg de Nitrogênio (100,38 kg/ha) e, 213,0 kg de K<sub>2</sub>O (10,14 kg/ha).
- A exemplo da cultura de milho verão, para o milho inverno, a melhor adubação é feita atendendo a demanda de K<sub>2</sub>O, feita com a aplicação de 1.289,93 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementando a adubação com 1.678,0 kg de nitrogênio (39,95 kg/ha). Neste caso ocorre sobra de 1.277,0 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (30,40 kg/ha). Este P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> será aproveitado pela cultura seguinte que em 50% da área será milho verão e, 50% será soja.

- A segunda melhor opção é atender a demanda de  $P_2O_5$ , feita com o uso de 511,76 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 2.854,0 kg de nitrogênio (67,95 kg/ha) e, 507,0 kg de  $K_2O$  (12,07 kg/ha).

Quando o cálculo da adubação tem como referência a quantidade de nutrientes absorvidos pela cultura e exportados pela colheita, pode-se afirmar que:

- O volume de biofertilizante utilizado é três a cinco vezes superior ao volume aplicado, tendo como referência para a adubação a análise de solo.

- Para a soja a melhor adubação é feita quando se atende a demanda de  $P_2O_5$ , feita com a aplicação de 1.574,88 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 2.028,0 kg de Nitrogênio (96,57 kg/ha) e, 1.940,0 kg de  $K_2O$  (92,38 kg/ha).

- A segunda opção é atender a demanda de Nitrogênio, feita com a aplicação de 3.134,18 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementado a adubação com 924,0 kg de  $K_2O$  (44,00 kg/ha). Porém, neste caso ocorre uma sobra de 2.559,0 kg de  $P_2O_5$  (121,85 kg/ha). Esta sobra de  $P_2O_5$  poderá ser aproveitada pelas cultura subseqüentes, quando é adotado na propriedade uma adubação do sistema.

- Para o milho verão, a melhor adubação é feita quando se atende a demanda de  $P_2O_5$ , feita com a aplicação de 2.489,95 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 4.502,0 kg de nitrogênio (214,38 kg/ha), Neste caso ocorre sobra de 584,0 de  $K_2O$  (27,81 kg/ha), sem causar danos ao sistema.

- A segunda opção é atender a demanda de  $K_2O$ , feita com a aplicação de 1.592,45 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementado a adubação com 5.669,0 kg de Nitrogênio (269,95 kg/ha). e 1.473,0 kg de  $P_2O_5$  (70,14 kg/ha).

- A exemplo da cultura de milho verão, para o milho inverno, a melhor adubação é feita atendendo a demanda de  $P_2O_5$ , feita com o uso de 2.973,12 m<sup>3</sup> de biofertilizante e, complementando a adubação com 5.383,0 kg de nitrogênio (256,33 kg/ha), ocorrendo sobra de 699,0 kg de  $K_2O$  (31,86 kg/ha).

- A segunda opção é atender a demanda de  $K_2O$ , feita com a aplicação de 1.902,64 m<sup>3</sup> de biofertilizante, complementado a adubação com 6.779,0 kg de nitrogênio (322,81 kg/ha), e, 1.762,0 kg de  $P_2O_5$  (83,90 kg/ha).

#### 4.5 Economia do biofertilizante

Fazendo análise da economia gerada com o uso do biofertilizante, podemos observar que adubando o sistema de acordo com dados da análise de solo observamos que:

- No plantio de 21 ha de soja é possível economizar 420,0 kg de N; 530,0 kg de  $P_2O_5$  e 210,0 kg de  $K_2O$ .
- No plantio de 21 ha de milho verão é possível economizar 1.258,0 kg de N; 1.050,0 kg de  $P_2O_5$  e 630,0 kg de  $K_2O$ .
- No plantio de 42 ha de milho inverno é possível economizar 1.678,0 kg de N; 840,0 kg de  $P_2O_5$  e 840,0 kg de  $K_2O$ .
- Equiparando o biofertilizante aos preços da uréia, do super simples e do cloreto de potássio, estaremos economizando o valor de R\$ 17.146,16 quando fazemos adubação com base em dados da análise de solo.

Adubando o sistema com base na quantidade de nutrientes exportados pelas colheitas, observamos que:

- No plantio de 21 ha de soja é possível economizar 2.048,0 kg de N; 2.585,0 kg de  $P_2O_5$  e 1.025,0 kg de  $K_2O$ .
- No plantio de 21 ha milho verão é possível economizar 3.238,0 kg de N; 4.087,0 kg de  $P_2O_5$  e 1.037,0 kg de  $K_2O$ .
- No plantio de 42 ha de milho inverno é possível economizar 3.870,0 kg de N; 4.885,0 de  $P_2O_5$  e 1.239,0 kg de  $K_2O$ .
- Quando fazemos a adubação com base na exportação de nutrientes pelas colheitas, é gerado uma economia na compra de fertilizantes químicos no valor de R\$ 62.565,45,
  - Fazendo adubação do sistema pelos dados da análise de solo, serão aplicados 2.580,33 m<sup>3</sup> de biofertilizante, com sobra de 5.091,67 m<sup>3</sup> de biofertilizante que poderá ser comercializado com terceiros.
  - Usando adubação pelo sistema de exportação de nutrientes pelas colheitas, serão aplicados 7.037,95 m<sup>3</sup> de biofertilizante, com sobra de 634,05 m<sup>3</sup> de produto que poderá ser comercializado com terceiros.
  - Com a instalação do biodigestor, além do biofertilizante, o produtor ainda tem a produção do biogás, capaz de substituir 100% do consumo de energia

elétrica, cujo custo médio atual é de R\$ 1.910,00 por mês, com consumo médio de 12.000 Kwh.

- O custo de investimento para a instalação do sistema de biodigestão para transformar os dejetos de suínos em biofertilizante e biogás está estimado em R\$ 210.000,00.

- A economia anual gerada na compra de fertilizante químico é de R\$ 62.565,45 e a economia gerada pela substituição da energia elétrica pelo biogás é de R\$ 22.920,00. A adição destes valores equivale a R\$ 85.485,45 por ano.

## 5 CONCLUSÃO

- Com a instalação do biodigestor para transformar os dejetos de suínos em biofertilizante e biogás, a economia gerada na compra de fertilizantes, e na substituição da energia elétrica por biogás, o proprietário conta também com todo o efeito benéfico da matéria orgânica do biofertilizante que contribuirá na melhoria da estrutura física e química do solo, podendo almejar melhores produtividades no futuro. A propriedade possui energia renovável e livre de poluentes.

- Analisando o custo de investimento do sistema de biodigestão dos dejetos de suínos na propriedade, versus benefícios, conclui-se que a viabilidade econômica é muito grande, aliada a toda viabilidade técnica associada ao sistema.

- Além dos benefícios é possível recuperar o capital investido num período de três anos.

- É necessário, porém ter claro que a preocupação maior é contribuir para a adequação do atual quadro ambiental e que todos os envolvidos direta ou indiretamente com a situação precisam fazer a sua parte e ajustar-se a essa realidade, considerando o interesse maior na preservação da vida. Afinal, os recursos naturais são de interesse coletivo e não podem ser colocados à mercê da vontade ou do interesse deste ou daquele, mas sim preservados para um fim maior e para serem disponibilizados com qualidade para esta e para as futuras gerações.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A. **A caminho do crescimento. Suinocultura Industrial**, n.º 117, p. 9-15, maio, 1995.

BAVARESCO EMBRAPA/CPNSA. **Análise prospectiva do complexo agro-industrial de suínos no Brasil**. Série Publicações. Ed. EMBRAPA-CNPISA, Concórdia, SC, 1985.

BEZERRA. Severino Antunes. Tese de Mestrado – Gestão Ambiental da Propriedade Suinícola: Um Modelo Baseado em Sistema Integrado. Florianópolis. Santa Catarina: UFSC –Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

BIOMA - Bioenergia e Meio Ambiente  
Rua Terra Roxa, 1257 - Região do Lago II  
Cascavel-PR CEP 85.816-360  
Fone: (45)227-4533  
E-mail: [bioma@mail.crea-pr.org.br](mailto:bioma@mail.crea-pr.org.br)

CARVALHO, B. de A. - Glossário de saneamento e ecologia. Rio de Janeiro, ABES, 1981. 203p.

EMBRAPA. Centro Nacional da Pesquisa da Soja (Londrina, PR). **Recomendações Técnicas para a Cultura da Soja no Paraná 1997/98**. Londrina: 1997. 213 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 105).

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária – **Recomendações Técnicas para a Cultura do Milho – 2.ed.** Brasília : EMBRAPA-SPI, 1996. 204p.

**Efeito dos dejetos de suínos na diversidade da microbiota do solo.**  
Código:11.2001.304-02 Líder do subprojeto: Norma Gouvea Rumjanek. 1999-2002  
[www.cnpab.embrapa.br/pesquisas/projetos](http://www.cnpab.embrapa.br/pesquisas/projetos) – acessado em 23 de setembro de 2003.

[http://www.adm.supernet.com.br/lucarelliediego/destilariaslenzi/eu\\_e\\_a\\_bosta.asp](http://www.adm.supernet.com.br/lucarelliediego/destilariaslenzi/eu_e_a_bosta.asp)  
> acesso em 08 de janeiro de 2004.

<http://www.aondevamos.eng.br/boletins/edicao03.html> > acesso em 12 de setembro de 2003.

<http://www.aondevamos.eng.br/projetos/projeto01.html> > acesso em 12 de setembro de 2003.

<http://www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0001.html> > acesso em 20 de setembro de 2003.

<http://www.cdcc.sc.usp.br/escolas/juliano/biodiges.html> > acesso em 12 de setembro de 2003.

IAPAR –Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, PR. A Cultura do Milho no Paraná. Londrina, 1991. 271p. (IAPAR

IZOLAN, Emerson; ALBAN, Claudio; CESARI, Mauricio; Projeto Biogás.s.d.

<http://www.aondevamos.eng.br/projetos/projeto01.htm>

<http://www.aondevamos.eng.br/boletins/edicao03.htm>

<http://www.cdcc.sc.usp.br/escolas/juliano/biodiges.html>

- acessado em 12 de agosto de 2003.

KONZEN, E. A. **Avaliação quantitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejos em forma líquida.** Belo Horizonte, 1980. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais.

KONZEN, E. A. – Manejo e utilização de dejetos de suínos. Concórdia – SC. EMBRAPA\_CNPSA, 1983. (EMBRAPA\_CNPSA. Circular Técnica, 6).

Lima, Gustavo JMM de A **poluição ambiental por dejetos de suínos eo papel dos técnicos e nutricionista. O maior desafio.**

[www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0001.htm](http://www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0001.htm) - 16k - acessado em 20 de agosto de 2003

<http://www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave0001.htm>

MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. São Paulo, SP. Ed. Agronômica Ceres, 1976. 528p.

MAMEDE, R. A. **Consumo de água e relação água/ração para suínos em crescimento e terminação.** Belo Horizonte, 1980. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais

NASCIMENTO, Jaime Germano do, BOLETIN ENFOQUE - EDIÇÃO N.º 003 - OUTUBRO / 99

BIODIGESTOR "PE", FORTE ALTERNATIVA ENERGÉTICA E DE BIOFERTILIZAÇÃO.

<http://www.aondevamos.eng.br/boletins/edicao03.htm> - acesso em 24 de janeiro de 2004.

OLIVEIRA, E. F. de; COSTA, J. M. Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas – COAMO/COODETC, 2.ed. Kromoset. 63p. junho/2001.

OLIVEIRA, P. A. V., coord. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.* Ed. EMBRAPA-CNPSA, Documentos n.o 27-0101/6245, Concórdia, SC, 188 p. 1993.

OTSUBO, Carlos Setsuo. "BIODIGESTOR SANSUY - Uso do PVC Flexível em Biodigestor e Armazenamento de Gás ", por Carlos Setsuo Otsubo, Sansuy S.A, Agosto 2002. 25p.

SANTOS, Antonio Carlos Vairo dos A **Ação Múltipla do Biofertilizante Líquido como Ferti e Fitoprotetor em Lavouras Comerciais.**

[www.agroecologica.com.br/HortiBio%202001.htm](http://www.agroecologica.com.br/HortiBio%202001.htm) - 6k – Acesso em 20 de agosto de 2003.

**SEGANFREDO, MA** Efeito de dejetos de suínos sobre o nitrogênio total, amônio e nitratos na superfície e subsuperfície do solo, 1998. ...

[www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave](http://www.bichoonline.com.br/artigos/embrapave) - Acessado em 23 de agosto de 2003.

SEIXAS, Jorge. "Construção e Funcionamento de Biodigestores", por Jorge Seixas, Sérgio Folle e Delomar Machetti. Brasília, EMBRAPA - DID, 1980. 60p.

SOUSA, A. de. Como tratar e utilizar os dejetos de suínos. **Suinocultura Industrial**, p. 16-18, maio, 1995.

ANEXOS

## ANEXO 1.

## ANALISE DE SOLO

COODETEC - Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola		03/02/2004
<b>Laboratório de Solos - Relação dos Resultados</b>		Página 1/1
Cliente: <b>5427-Copacol-Coop.Agric.Consolata Ltda - Nova Aurora/PR</b> Fone: 452431235 Fax: 452431235 E-mail:		
Nº.Lab.: <b>2003/91631</b>	<b>P:</b> mg/dm <sup>3</sup> <b>28,80</b> M.Alto	% Argila: <b>NS</b>
Entrada: <b>08/08/2003</b>	<b>C:</b> g/dm <sup>3</sup> <b>21,56</b> Alto	% Silte: <b>NS</b>
Análise: <b>12/08/2003</b>	<b>pH:</b> <b>4,70</b> Baixo	% Areias: <b>NS</b>
Proprietário: <b>Evásio Locks - Nova Aurora/PR</b>	<b>H+Al:</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>7,20</b>	SB cmol/dm <sup>3</sup> : <b>7,16</b> Alto
Mat Coop.: <b>103794</b>	<b>Ca:</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>4,45</b> Alto	T cmol/dm <sup>3</sup> : <b>14,36</b> Médio
Nº. Amostra: <b>01</b>	<b>Mg:</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>1,85</b> Alto	<b>%V1:</b> <b>49,86</b> Baixo
Nº. Cliente:	<b>Ca+Mg</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>6,30</b>	<b>%Al:</b> <b>1,65</b> M.Baixo
Lote(s) Nº: <b>110-A-1,109-C-2,110-A-2,109-C</b>	<b>Al:</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>0,12</b> Baixo	<b>%Ca:</b> <b>30,99</b> Baixo
Local da Am:	<b>K:</b> cmol/dm <sup>3</sup> <b>0,86</b> M.Alto	<b>%Mg:</b> <b>12,88</b> Médio
Perímetro:	S-SO <sub>4</sub> : cmol/dm <sup>3</sup> <b>NS</b>	<b>%K:</b> <b>5,99</b> Alto
Prof.(cm): <b>0-20</b>	Cu: mg/dm <sup>3</sup> <b>16,90</b> Alto	Ca/Mg: <b>2,41</b> Médio
Propriedade: <b>São João</b>	Zn: mg/dm <sup>3</sup> <b>9,71</b> Alto	Ca/k: <b>5,17</b> Baixo
Localidade: <b>São Jose</b>	Fe: mg/dm <sup>3</sup> <b>54,00</b> Alto	Mg/K: <b>2,15</b> Baixo
Unidade:	Mn: mg/dm <sup>3</sup> <b>299,00</b> Alto	CaMg/K: <b>7,33</b> Baixo
Mat..ITR: <b>10562,13509,10897,13510</b>	B: mg/dm <sup>3</sup> <b>NS</b>	KVCaMg: <b>0,34</b> Alto

## ANEXO 2

QUADRO 6 - Níveis de Interpretação de **P** e **K** na Análise de Solo.

Níveis	Soja		Milho		Milho inverno	
	P	K	P	K	P	k
	mg/dm <sup>3</sup>					
M. baixo	-	-	-	-	-	-
Baixo	< 3,0	< 0,10	< 2,0	< 0,10	< 2,0	< 0,10
Médio	3,1 – 6,0	0,11 – 0,20	2,1 – 4,5	0,11 – 0,30	2,1 – 4,5	0,11 – 0,30
Alto	6,1 – 9,0	0,21 – 0,30	4,6 – 11,0	> 0,30	4,6 – 11,0	> 0,30
M. Alto	> 9,0	> 0,30	> 11,0		> 11,0	

FONTE: FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS – COAMO/CODETEC – 2ª EDIÇÃO JUNHO/2001.

QUADRO 7 - Níveis Recomendados para Adubação.

Níveis	Soja		Milho		Milho inverno	
	P	K	P	k	P	K
	Mg/dm <sup>3</sup>					
M. baixo						
Baixo	90 – 100	90	90 – 120	60-70	40	30
Médio	70 – 80	70	60 – 90	40-60	30	20
Alto	50 – 60	50	50 – 60	30-40	20	
M. Alto	50 - 60	40	30 – 50			

FONTE: FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS – COAMO/CODETEC – 2ª EDIÇÃO JUNHO/2001.

QUADRO 8 - Nitrogênio Recomendado para Adubação.

Cultura anterior	N (kg / ha)	
	Plantio	Cobertura
Soja	< 20	-
Milho verão	20 – 40	60 – 120
Milho inverno	10 – 15	30 - 45

Obs: Aplicar adubação em cobertura 15 a 20 dias após a emergência, solo com boa umidade.

FONTE: FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS – COAMO/CODETEC – 2ª EDIÇÃO JUNHO/2001.

QUADRO 9 - Quantidade de Nutrientes Absorvidos pela Cultura da soja.

Partes da planta	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
	Kg / 1.000 kg de:					
Grãos	51	10	20	3	2	5,4
Restos culturais	32	5,4	18	9,2	4,7	10
Total	83	15,4	38	12,2	6,7	15,4

FONTE: RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DA SOJA NO PARANÁ 1997/98 - EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 105. TABELA 4.2 - PG 74.

#### QUADRO 10 - Exigências Minerais de Leguminosas de Grãos - Soja

Partes da planta	Produção	Quantidade extraída ( kg / ha )		
	Kg / ha	N	P	K
Vagens	3.000,0	200,0	26,0	57,0
Ramos	6.000,0	100,0	14,0	58,0
Total	9.000,0	300,0	40,0	115,0

FONTE: MANUAL DE QUÍMICA AGRÍCOLA - E. MALAVOLTA, EDITORA AGRONÔMICA CERES LTDA. 1976. TABELA 1.7 - PAGINA 37.

#### QUADRO 11 - Extração de Nutrientes pela Cultura do Milho

Partes da planta	Produção	Quantidade extraída ( kg / ha )		
	Kg / ha	N	P	K
Grãos	6.242,0	94,0	18,8	20,7
Colmos e folhas	7.610,0	68,0	15,2	88,8
Total	13.852,0	162,0	34,0	109,5

FONTE: IAPAR. Circular, 68 - outubro/91.

#### QUADRO 12 - Extração de Nutrientes pela Cultura do Milho

Partes da planta	Produção	Quantidade extraída ( kg / ha )		
	Kg / ha	N	P	K
Grãos	9.000,0	115,0	28,0	35,0
Colmos e folhas	6.500,0	55,0	7,0	140,0
Total	15.500,0	170,0	35,0	175,0

Fonte: Recomendações Técnicas para o Cultivo do Milho - 2ª edição EMBRAPA - 1996.

#### QUADRO 13 - Exigências Minerais dos Cereais - Milho

Partes da planta	Produção	Quantidade extraída ( kg / ha )		
	Kg / ha	N	P	K
Grãos	5.000,0	115,0	28,0	35,0
Colmos e folhas	10.000,0	55,0	7,0	140,0
Total	15.500,0	170,0	35,0	175,0

FONTE: MANUAL DE QUÍMICA AGRÍCOLA - E. MALAVOLTA EDITORA AGRONÔMICA CERES LTDA. 1976. TABELA 1.3 - PAGINA 33.