

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS
0110601 – Estágio Profissionalizante em Engenharia Agrônômica

RELATÓRIO

**ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SETOR AGRICOLA DO GRUPO NOBLE
BIOENERGIA, UNIDADE DE CATANDUVA, COM ÊNFASE EM AGRICULTURA
DE PRECISÃO**

Acadêmico: Lucas Pichirilli Vieira

Nº USP: 5728060

e-mail: lpv1923@bol.com.br

Orientador: Prof. Dr. José Paulo Molin

PIRACICABA-SP
NOVEMBRO, 2011

SUMÁRIO

RESUMO	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. AGRICULTURA DE PRECISÃO	6
3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	7
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	14
5.1 Avaliação de rendimento operacional e custos de três diferentes métodos de amostragem de solo.....	14
5.2 Calibração de distribuidores a lanço de composto, calcário e gesso, com taxa fixa e variada.....	16
5.3 Acompanhamento da área piloto de agricultura de precisão.....	18
5.4 Espaçamentos para a semeadura de sorgo sacarino.....	19
5.5 Recolhimento de palhiço da cana em fardos retangulares.....	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6.1 Ensaios com métodos de amostragem.....	22
6.2 Qualidade da distribuição transversal e largura efetiva dos distribuidores a lanço	26
6.3 Ensaios de espaçamentos para a semeadura de sorgo sacarino.....	31
6.4 Recolhimento de palhiço da cana em fardos retangulares.....	34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
8. AGRADECIMENTOS.....	38
9. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	39

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SETOR AGRÍCOLA DO GRUPO NOBLE BIOENERGIA, UNIDADE DE CATANDUVA, COM ÊNFASE EM AGRICULTUR DE PRECISÃO

RESUMO

O estagio teve como intuito acompanhar as atividades referentes ao setor sucroalcooleiro, assim como os setores envolventes na cadeia de produção de cana de açúcar da Noble Bioenergia, unidade Catanduva. Dentro do setor agrícola foram realizados trabalhos como a avaliação de rendimento operacional e custo de métodos de amostragem de solo, a fim de efetuar mudanças na maneira de amostragem de solo feita pela Usina. Neste trabalho foram coletados tempos de amostragem de 3 diferentes métodos: método A – sonda; B – quadriciclo com amostrador automático; C – C – carro + amostragem com um perfurador à combustão interna com broca tipo trado. As coletas foram feitas em grades de 4 hectares pré determinados em escritório, nas profundidades de 0-25 cm e 25-50 cm, com coleta de 12 sub-amostras para cada amostra composta. Os tempos foram separados em Tempo de Coleta (TC), Tempo de Manutenção (TM), Tempo de Rotina (TR) e Tempo de Deslocamento entre pontos (TDP). A utilização do método C com uma equipe própria mostrou-se a melhor opção de amostragem de solo. Outro trabalho concretizado foi a calibração de 12 caminhões distribuidores de composto, calcário e gesso, sendo 6 equipados com recursos para taxa variável. Os controladores são da marca, Raven modelo Viper. A calibração foi feita com badejas de 0,25 m² posicionadas horizontalmente à rota do distribuidor, os quais fizeram 3 passadas cada; a vazão, largura de aplicação e velocidade foram usadas para a aferição final dos equipamentos. Também desenvolveu-se estudos sobre o espaçamento da semeadura de sorgo sacarino, definido a partir de ensaios desenvolvidos dentro da usina. Ficou definido o espaçamento com duas linhas com 0,70 m e a linha de rodado passando numa faixa de 0,95 m.

1. INTRODUÇÃO

A introdução da produção de cana de açúcar no Brasil data do século XIV, início período colonial. Já em meados do século XVII, o Brasil tornou-se o maior produtor de açúcar de cana do mundo, na época destinado ao abastecimento da Europa, num ciclo que durou 150 anos.

Os ciclos iniciais de expansão da cultura de cana-de-açúcar deixaram de herança o avanço da fronteira agrícola sobre áreas naturais, principalmente no bioma Mata Atlântica, hoje com somente 7% de sua cobertura original, as práticas agrícolas arcaicas resultantes no mau uso e contaminação das águas e a consolidação de relações de trabalho que em muito seguiram as tradições e injustiças do período colonial.

Um novo ciclo surgiu na crise do petróleo da década de 1970. O Programa Nacional do Álcool (Pró-Álcool), lançado em 14 de novembro de 1975, propiciou e foi beneficiado por melhorias genéticas e criação de sementes adaptadas, melhorias tecnológicas nas usinas e destilarias e desenvolvimentos na indústria automobilística. Pouco mais de dez anos depois do lançamento do programa, entre 1986 e 1989, mais de 90% dos automóveis fabricados no Brasil eram movidos a álcool hidratado. A produção de etanol atingiu um pico de 12,3 bilhões de litros na safra 1986-87 (BiodieselBR, 2006).

O ciclo do Pró-Álcool teve fim no final da década de 80 com uma crise de governança e de confiabilidade do setor sucroalcooleiro, gerada pelo desabastecimento do vasto mercado nacional que havia sido criado. O financiamento público ao programa escasseou a partir de 1987 enquanto o mercado internacional de açúcar teve preços em ascensão. Estes fatores por um lado desestimularam a expansão e a renovação dos canaviais e, por outro, levaram os produtores a desviar a matéria-prima da produção de etanol para a de açúcar, visando principalmente à exportação. Como resultado ocorreu um forte desabastecimento do biocombustível no final de 1989, e grandes filas nos postos de todas as cidades brasileiras. Ironicamente, chegou-se a importar metanol de origem fóssil e a adicionar 5% de gasolina no álcool carburante para ajudar a abastecer a frota de veículos.

No início da década de 1990 o governo brasileiro acabou com os descontos no Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) dos carros a álcool. Ao mesmo tempo o setor sucroalcooleiro foi desregulado e acabaram-se as cotas regionais, o controle da exportação e dos preços. Das medidas que compunham o programa original, resta hoje apenas à obrigatoriedade da mistura de álcool anidro à gasolina que gira entre 20 e 25%, em função do mercado.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, seguido por Índia, Tailândia e Austrália e é responsável por 45% da produção mundial de etanol combustível. A cultura da cana permitiu uma produção nacional de etanol de 25,37 bilhões de litros de álcool e 28,4 milhões de toneladas de açúcar na safra 10/11. A área dedicada a esse cultivo abrange 9,4 milhões de hectares, 1,7% da área agricultável e 18,3% da área utilizada para culturas anuais.

A previsão do total de cana moída na safra 2011/12 é de 641.982 mil toneladas, com incremento de 2,9% em relação à safra 2010/11, que foi de 623.905 mil, o que significa que a quantidade que será moída deve superar em 18.076,9 mil toneladas a moagem da safra anterior. Este volume poderá sofrer alteração no decorrer do período de colheita, uma vez que a aposta é para a cana continuar se desenvolvendo normalmente até o final da safra, para recuperar o tempo perdido durante a estiagem ocorrida na safra passada (Conab, 2011).

A previsão de esmagamento de cana para a produção de açúcar é de 308.888,2 mil toneladas, correspondendo a 48,11% da previsão de moagem de 641.982 mil toneladas. Na região Centro-Sul a destinação de cana para a produção de açúcar foi de 47,93%. Na safra passada, a destinação de cana para produção de açúcar foi de 46%, considerando todo o Brasil. Neste cenário a região de Catanduva destaca-se como uma área que representa dentro deste segmento, 1,2 milhões de toneladas por safra em 16.121 hectares de cana de açúcar (INPE, 2011).

Do total de cana esmagada, 333.101,8 mil toneladas serão usadas para a produção de etanol que deverão produzir 27,9 milhões de litros, 1,83% menor que a produção da safra 2010/11. A divisão dos produtos é de 8,7 milhões de litros de etanol anidro e 18,9 milhões de litros de etanol hidratado. Por estes números, o etanol anidro deverá ter um aumento de 8,63% na produção e o etanol hidratado deve ter uma redução de 6,11%, quando comparados com a produção de etanol da safra anterior (Conab, 2011)

Segundo Higgins (2003), a eficiência na produção de açúcar através do processamento da cana-de-açúcar necessita da integração entre produção, colheita, transporte, industrialização e comercialização, mostrando que a cadeia completa do setor deve receber grande atenção e desenvolvimentos tecnológicos e científicos. Uma das práticas cada vez mais utilizada na produção de cana-de-açúcar no Brasil é a utilização das técnicas de Agricultura de Precisão (AP), que, dentre outros, auxilia as operações mecanizadas possibilitando maior rendimento e diminuição de custos da operação.

As técnicas de AP se diferenciam dos conceitos tradicionais de agricultura pelo seu nível de gerenciamento. O conhecimento adquirido com as informações fornecidas pela AP

permite aos produtores melhor suporte na tomada de decisões resultando em potenciais benefícios ambientais, economia de insumos e lucros (MOLIN et al., 2006).

Dentre essas técnicas o controle de tráfego se destaca na diminuição da compactação do solo e redução do inadvertido tráfego sobre as fileiras de cana, responsável por significativa parcela de redução da produtividade dos canaviais. A sua viabilidade se dá com o uso de piloto automático nos veículos, especialmente tratores e colhedoras e por meio dele, obtém-se acurácia da ordem de 2 a 3 cm no posicionamento da máquina em campo com repetibilidade ano após ano.

Visando a um aproveitamento melhor dos recursos agrícolas, muitos trabalhos sobre manejo localizado de culturas estão sendo desenvolvidos, especialmente em relação à aplicação localizada de nutrientes no solo. De acordo com Malzer (1996), os métodos da AP podem ser utilizados com qualquer variável agrícola, apesar de sua origem ser o manejo de nutrientes e fertilidade do solo. Com as novas tecnologias de AP a aplicação de fertilizantes pode ser feita de forma contínua, com doses variáveis, aplicando-se as quantidades conforme a necessidade de cada ponto no campo, sendo essa a técnica denominada de aplicação de insumos em taxas variáveis.

2. AGRICULTURA DE PRECISÃO

A agricultura tem passado por uma série de transformações, tornando a atividade cada vez mais competitiva e exigindo dos produtores maior nível de especialização, capacidade de gerenciamento e profissionalismo. A viabilização da atividade com a obtenção de lucro satisfatório, esta sempre em risco em decorrência de fatores controláveis e incontroláveis que definem a produção agrícola. Portanto, a aplicação dos recursos disponíveis de forma eficiente é indispensável como garantia do sucesso. Para que isso possa acontecer é necessária a obtenção de informações sobre os fatores de produção que interagem na lavoura e sobre como eles podem ser maximizados.

A agricultura de precisão (AP) é um sistema de gerenciamento que surgiu com esse objetivo. Seu crescimento foi alcançado por avanços tecnológicos envolvendo: GPS (sistema de posicionamento global), sensoriamento remoto, aplicação de insumos em taxas variáveis, SIG (sistema de informações geográficas), monitoramento de produtividade, entre outros.

Essas tecnologias possibilitam visualizar e manejar a área agrícola de acordo com a variabilidade espacial e temporal dos fatores edafoclimáticos, diferentemente do que era possível até então, quando a área era considerada uniforme e, portanto, manejada como tal.

Segundo Molin (2002), a AP é, acima de tudo, um sistema de gestão ou de gerenciamento da produção agrícola que emprega um conjunto de tecnologias e procedimentos para que as lavouras e sistemas de produção sejam otimizados, tendo como elemento-chave o manejo da variabilidade da produção e dos fatores envolvidos.

Portanto, a adoção de práticas de manejo de maior precisão, que levem em consideração a variabilidade, pode trazer benefícios à cultura, principalmente pela possibilidade de maior expressão do potencial genético, não somente em determinadas áreas da lavoura com condições mais favoráveis, mas sim, em toda área cultivada.

Entre as ferramentas desenvolvidas ou associadas aos objetivos da AP estão: GPS, GIS, VRT (tecnologia de aplicação a taxa variável), monitoramento das áreas, sensoriamento remoto, monitores de colheita, amostradores de solo, balizadores de aplicação, sensores de matéria orgânica, sensores de plantas daninhas, sensores de umidade, de Ph, de NO₃ no solo, sensores de compactação (penetrômetros), sensores de condutividade elétrica do solo, sensores de doenças, sensores de proteína de grãos, clorofilômetros, pulverizadores de precisão e fotografias aéreas.

Essas ferramentas podem ser usadas em conjunto ou separadamente, dependendo da necessidade encontrada em cada área e da disponibilidade financeira. O ciclo completo da agricultura de precisão prevê, além das determinações de campos, o processamento de dados e a elaboração de mapas de prescrição ou atributos para a correção de rumos. Para isso, existem numerosos aplicativos computacionais, desenvolvidos por entidades de pesquisa e empresas privadas, capazes de proporcionar o aproveitamento máximo dos dados coletados e a obtenção de informações relevantes para o sistema.

3. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A unidade Catanduva, pertencente ao Grupo Noble Bioenergia, está localizada na região sudeste do Brasil, na cidade de Catanduva-SP, a 465 km a norte da cidade de São Paulo. Apresenta um clima tropical quente semi úmido, com verões quentes e invernos secos e mornos, temperatura média de 25°C com máxima de 26°C e mínima de 17°C; tem um índice pluviométrico de 1230 mm ano⁻¹. Como características, a região apresenta um relevo suave ondulado predominante e predominância de argissolos e latossolos.

O grupo Noble Bioenergia possui atualmente quatro usinas sucroalcooleiras, sendo a unidade de Sebastianópolis, a unidade de Mirandópolis, unidade de Potirendaba e a unidade de Catanduva. Juntas possuem mais de 180 mil hectares de cana de açúcar, as quais produzem

760,9 mil toneladas de açúcar, 318 milhões de litros de álcool e 545,9 GWh. O estágio profissionalizante foi feito na unidade de Catanduva, a qual foi adquirida recentemente pelo grupo Noble, juntamente com a unidade Potirendaba. A unidade Catanduva representa para o grupo 27,7% de toda área de cana, e irá fechar o ano de 2011 com uma média de 73,7 toneladas por hectare, uma queda de 5,1 % em relação ao ano de 2010, ocasionado pela variação pluviométrica ocorrida na época errada.

Com canaviais com idade média de 3,5 anos, a usina, localizada na cidade de Catanduva, colheu o ano de 2011 a quantidade de 26.861 ha, sendo 70% com colheita mecanizada. O ATR fechou o ano na média de 133,8 kg por tonelada de cana de açúcar (Fonte: PECEGE).

Dentro do período de trabalho realizado no grupo Noble Bioenergia – Unidade Catanduva, obtive a oportunidade de observar várias atividades dentro do departamento agrícola em setores como o de corte, carregamento e transporte (CCT), controle de qualidade, tratos culturais, preparo e plantio, controle de pragas, agricultura de precisão e geoprocessamento. Todas as divisões são bem estabelecidas e são interligadas procurando gerar sinergia para o alcance do resultado final.

Preparo e Plantio

A usina utiliza preparo convencional e reduzido em toda sua área. Primeiramente faz a utilização de maquinário pesado para a sistematização e formação de terraços, que são formulados a partir de um levantamento topográfico com aparelhos GPS com correção diferenciada. Com as curvas levantadas o preparo se inicia com a utilização de grades intermediária e subsolador, em áreas com incidência de migdolus, utiliza-se o arado de aiveca, posterior a aplicação dos eventuais corretivos. O plantio, também convencional, é feito com auxílio de piloto automático, utilizando tratores Valtra BH 180 com duas hastes sulcadoras espaçadas em 1,50 m, há também lavouras com sistema combinado (0,90 x 1,50 m), a profundidade varia de 0,25 – 0,35 m São efetuados plantios de ano e meio (18 meses), de ano (12 meses) e de inverno, não é efetuado o plantio de dois verões, pois nesse período há a semeadura do sorgo sacarino. No mesmo momento do plantio há aplicação de fertilizante, na formulação 5-15-00 (em áreas de vinhaça) ou 4-12-10 (áreas sem vinhaça) no sulco de plantio. Em seqüência, ocorre a distribuição das mudas de cana de forma manual, com 15 a 18 gemas por metro, ou com uma distribuidora Antoniosi[®], que despeja em média 22 a 30 gemas por metro, para em seguida ocorrer a cobertura das mudas. Na entre safra há o cultivo de sorgo sacarino e *Crotalaria juncea*, fornecendo cobertura vegetal para o solo na época das águas,

adubo verde e matéria prima para início da safra. O plantio dessas culturas é feito por empresas parceiras.



Figura 1: (I) Trator Valtra BH 180 gradeando área de expansão; (II) haste sulcadora com aplicação de adubo no momento da sulcação; (III) distribuidora de mudas Antoniosi nas linhas de 1,50 m; (IV) operação de cobertura das mudas de cana.

Tratos Culturais

O controle de plantas daninhas é feito, dependendo do histórico da área e a matalogia, em PPI (pré-plantio incorporado), PP (pré-plantio) ou QL (quebra lombo), com diferentes princípios ativos. São aplicados por tratores equipados com pulverizadores, autopropelidos e por avião, que utilizam controladores e GPS para orientação e demarcação das áreas aplicadas. A fertirrigação e distribuição de compostos, calcário e gesso é também responsabilidade do setor de tratos culturais. O resíduo da cana de açúcar proveniente da usina é aproveitado e distribuído nos canaviais, com intuito de reciclar nutrientes provenientes da extração da cultura no seu período de desenvolvimento. Produtos como a vinhaça, cinzas e a torta de filtro, os quais são reciclados e reaproveitados na dosagem de 60 m³ por hectare para

vinhaça e 10 toneladas por hectare para o composto, parte na qual passou por um compostador, situado no pátio de compostagem da usina, onde houve a adição de 14% de gesso, ou, 10% de gesso e 6% de fosfato. O calcário é aplicado em taxa variada de 1,0 a 3,0 t ha⁻¹, não entrando na mistura com o composto. Há também a utilização da água residual, líquido proveniente da lavagem da cana e partes da indústria; é aplicada numa proporção de 100 m³ por hectare, nas áreas liberadas pelo PAV (Plano de Aplicação de Vinhaça) assim como a vinhaça. No Grupo utiliza a aquamônia como fonte de nitrogênio. O fósforo é aplicado na forma de superfosfato simples, superfosfato triplo, multifosfato magnesiano, fosfatos naturais e resíduos. A torta de filtro é um importante resíduo da indústria sucroalcooleira utilizada como fertilizante fosfatado. Praticamente 50% do P da torta pode ser considerado como prontamente disponível. O grupo utiliza na maioria das áreas o potássio existente nos resíduos da cana, uma parcela irrisória de potássio é aplicada na forma de cloretos de potássio e os sulfatos de potássio. Os micros são aplicados via solo, via rebolo e/ou via foliar, juntamente com outros produtos, a necessidade maior de micros requerida pela cana é de boro, zinco e cobre.



Figura 2: (I) aplicação em PPI; (II) rebolreira de ervas daninhas em área de cana; (III) aplicação herbicida por trator com pulverizador de barras; (IV) caminhão distribuidor á lanço de composto, calcário e gesso

Agricultura de Precisão

A usina utiliza as ferramentas da agricultura de precisão com trabalhos de amostragem de solo, utilizando grades amostrais de um ponto a cada quatro hectares, georreferenciados gerando assim um histórico de amostragem e adubação dentro das áreas, esse procedimento também é realizado no levantamento de pragas. A aplicação de herbicidas e defensivos agrícolas também atua com ferramentas AP, utilizando aplicadores com controladores e barra de luz, uniformizando a aplicação e evitando excessos de doses na aplicação. No plantio e na colheita é utilizado piloto automático, direcionando a máquina no percurso correto, formando um adequado paralelismo das linhas de trabalho, facilitando a colheita e evitando pisoteio na soqueira, o que resulta em menos danos a rebrota da cana. Todos os dados coletados em campo são pós processados no SIG (Sistema de Informação Geográfica), a fim de obter o cadastro e adequações das informações, para serem inseridos posteriormente nas operações de campo.

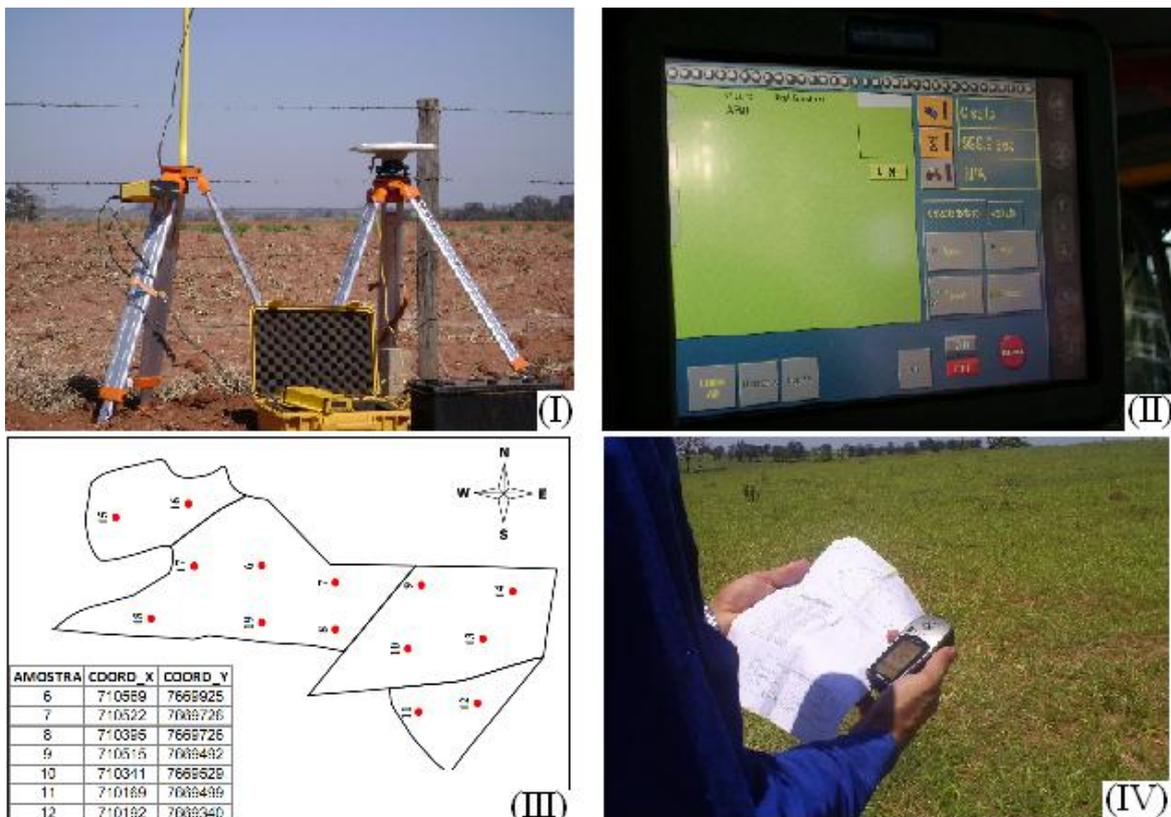


Figura 3: (I) base RTK e repetidora Trimble; (II) monitor de piloto automático Trimble; (III) mapa de amostragem de solo, com grid de 4 hectares; (IV) localização do ponto a ser amostrado com auxílio de GPS Garmin

Controle de Qualidade

O controle agrícola é responsável por toda análise agronômica feita na usina, relacionadas às doenças, pragas, solo e planta. Os levantamentos são feitos por equipes treinadas, as quais efetuam no período da safra e entre safra todas as avaliações necessárias para a aplicação de defensivos, distribuição de corretivos e adubos nos canaviais da usina. Para o levantamento de pragas o setor conta com 3 equipes fixas, que avaliam nematóide, broca, migdolus e cigarrinha, com um nível de infestação tolerado de 2 % para broca, 0,5 % para cigarrinha e tolerância mínima para migdolus e nematóide. É utilizado para o combate a essas pragas o controle químico, físico e biológico, dependendo da gravidade da infestação e a espécie agressora. Essas mesmas equipes também efetuam o levantamento de outros dados, como o levantamento de doenças e a amostragem de solo. O setor também é responsável pela a experimentação desenvolvida nas áreas do Grupo. Há ensaios com defensivos agrícolas e viveiros de mudas para avaliação varietal das plantas, que poderão ser usadas para a formação de futuros canaviais, assim adequadas aos critérios de tolerância a pragas e doenças, produtividade e longevidade do canavial.

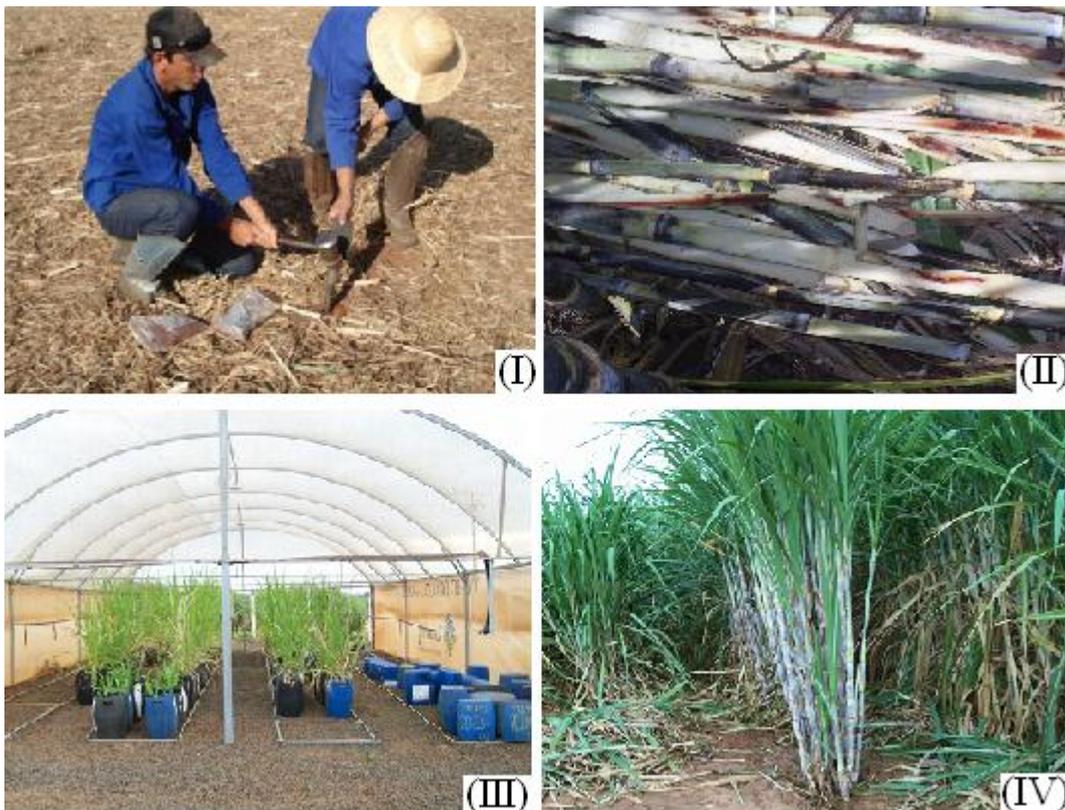


Figura 4: (I) amostragem de solo com sonda; (II) levantamento de broca a partir de plantas atacadas; (III) estufa de experimentação; (IV) avaliação de variedades de cana no viveiro de mudas.

Corte, Carregamento e Transporte - CCT

O setor de corte, carregamento e transporte, o CCT, é estruturado com 4 frentes de corte mecanizadas própria, responsáveis por 73% da colheita de cana de açúcar do Grupo, que são equipadas com 21 colhedoras de cana Case serie 7700 e 8800, cada máquina possui rendimento médio de 450 toneladas de cana dia⁻¹, mais 44 caminhões transbordo, a maioria equipados com carrocerias Antoniosi[®], com capacidade de carga de 12 toneladas. O Grupo também conta com terceiros que respondem por 40% da colheita mecanizada, são 15 colhedoras e 30 transbordos de arrasto puxado por tratores, os quais são utilizados também para o aceiro da cana ou apoio a caminhões de cana. O Grupo ainda conta com 31 caminhões tipo romeu e julieta e rodotrens, que transportam na média de 57 t de cana por viagem, efetuando em torno de 55 viagens dia⁻¹ (dados: PECEGE safra 10/11).



Figura 5: (I) recolhimento da cana queimada cortada manualmente; (II) corte mecanizado da cana crua; (III) avaliação de perda da colheita mecanizada; (IV) caminhão transbordo depositando a cana colhida mecanicamente na carreta de transporte.

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Em função da importância da amostragem de solo dentro da prática de AP adotadas pela usina, efetuou-se a avaliação de rendimento operacional e de custos em diferentes métodos de coleta de amostras de solo. As atividades desenvolvidas visaram avaliar os efeitos de diferentes métodos sobre parâmetros de tempo em função dos números de amostras efetuadas por ponto amostrado. Para isto foram realizadas tomadas de tempo de amostras compostas, mobilidade entre células amostrais e eventuais paradas ocasionadas pelo equipamento utilizado ou manejo da amostra.

Outro projeto envolveu a calibração dos distribuidores a lanço com controladores de taxa variável e fixa, a fim de estabelecer a condição ótima de trabalho desses equipamentos. Efetuaram-se também ensaios de recolhimento de palha por meio de uma enfardadora, onde foram analisadas medições referentes a rendimento operacional e custo para formulação dos fardos. O Grupo fará o cultivo de sorgo sacarino no final de 2011 e para isso efetuaram-se testes de espaçamentos para a sua semeadura e a futura colheita com máquinas próprias.

Por fim, haverá o recolhimento de palhiço por uma enfardadora retangular, para formação de fardos que serão transportados a usina e alimentarão as caldeiras para a co-geração de energia.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Avaliação de rendimento operacional e custos de três diferentes métodos de amostragem de solo

As áreas foram pré determinadas aleatoriamente buscando conter os três momentos de amostragem utilizados pela usina, sendo eles expansão (momento de aquisição da área, onde a cultura anterior não é cana), reforma (momento em que área com a cultura da cana de açúcar não apresenta mais resultados satisfatórios) e após ser efetuado o terceiro corte do canavial (em soqueira).

Para seguir um padrão de coleta que não influenciasse os resultados finais, foi padronizada a coleta de 12 sub-amostras por amostra composta, estratificada nas profundidades de 0 – 25 cm e 25 – 50 cm, sendo coletados cem por cento na primeira profundidade e cinquenta na segunda. Os tempos foram separados em quatro circunstâncias: tempo de coleta (TC), sendo cronometrado o período de coleta da amostra composta; tempo

de manutenção (TM), período em que ocorrem eventuais reparos do equipamento, paradas ocasionadas pela hidratação do operador, carregamento e descarregamento de equipamento e pessoas na área amostrada; tempo de rotina (TR), período de preenchimento dos saquinhos de coleta e preparo inicial da equipe e aparelhos de amostragem; tempo de deslocamento entre pontos (TDP), período entre a finalização de uma amostra composta e início da coleta do ponto posterior.

Foram coletados tempos de três diferentes métodos de amostragem, sendo primeiramente o método A, que baseia na coleta de solo por uma sonda metálica de 50 cm de comprimento e uma equipe formada por três duplas, que se movimentam a pé até os pontos encontrados pelo líder de frente, com auxílio de um GPS Garmin. Os furos são feitos com a utilização da mesma ferramenta para as duas profundidades amostradas; as amostras são coletadas em saquinhos devidamente separados por profundidade onde é anotado o número do ponto. Esse método é o utilizado pelo grupo Noble na unidade de Catanduva e Potirendaba.

O método B se utiliza de um quadriciclo Honda 420cc 4x4 com um amostrador hidráulico automático. Desenvolvido pelo próprio fabricante, utiliza a potência do próprio quadriciclo através de uma tomada de força adaptada no motor, o qual rotaciona uma bomba hidráulica que conduz através de comandos o sistema mecânico das perfuradoras. O método também conta com um automóvel e uma carreta que transporta o equipamento até a área desejada. Esse sistema utiliza duas brocas tipo trado de diâmetro diferente (1º broca mais grossa e 2º broca mais fina), com uma proteção metálica de 25 cm na broca de maior profundidade, que efetuam furos estratificados de 0-25 cm e 25-50 cm, reduzindo a contaminação entre as faixas amostradas. A operação é feita com um operador que efetua a coleta, registro e armazenamento da amostra em saquinhos.

Para finalizar, foi feita a coleta de solo com o método C, que utiliza de um operador que conduz uma caminhonete L200 4x4 e faz a coleta de solo com um perfurador com motor de combustão interna Stihl BT 45 e uma broca tipo trado. Nesse método as amostras de solo são armazenadas em dois baldes de plástico, separando as faixas de 0-25 cm e 25-50 cm, para posteriormente serem colocados em saquinhos e devidamente registrados.



Figura 6: (I) Coleta de solo com o método A, utilização de sonda e dois funcionários para o serviço, em área de terceiro corte; (II) quadriciclo e amostrador automático utilizado pelo método B, em área de terceiro corte; (III) amostragem feita pelo método C, utilização de um funcionário com um perfurador mecânico com broca tipo trado; (IV) Equipamento utilizado pelo método C.

5.2 Calibrações de distribuidores a lanço de composto, calcário e gesso, com taxa fixa e variada.

Para os ensaios com os distribuidores a lanço montou-se uma área de avaliação com bandejas de 1000 x 250 x 150 mm, enfileiradas em posição perpendicular ao percurso de aplicação. A distribuição é feita por uma carreta com mecanismo dosador de esteira e comporta reguladora e um mecanismo de distribuição a lanço com dois discos centrífugos, montada em um caminhão. A máquina é equipada com controlador de aplicação Raiven, modelo Viper, que controla a rotação de um motor hidráulico acionador da esteira, fazendo variação da vazão de produto sólido aplicado.

Os caminhões e os equipamentos de aplicação passaram por um check-list e recuperação de eventuais problemas. Com o sistema todo reparado, iniciou-se a calibração da vazão (Q), largura de aplicação (L) e velocidade de aplicação (v), com auxílio das bandejas de coleta devidamente posicionadas e uma balança para pesagem do produto coletado, para assim os valores serem inseridos na equação da dosagem (D).

$$D = \frac{Q \times 10000}{L \times v} \quad (\text{kg ha}^{-1})$$

Os ensaios foram realizados no pátio de compostagem, onde o terreno é nivelado e com as matérias primas à disposição. Utilizou calcário, gesso agrícola e o composto, que consiste em torta de filtro e cinza, para a calibração preencheu-se por completo o reservatório do equipamento. Foram feitas três passadas com cada um dos insumos descritos acima, sendo o calcário regulado com aplicação mínima (1000 kg ha^{-1}), média (1250 kg ha^{-1}) e máxima (3500 kg ha^{-1}), o gesso regulado com aplicação mínima (700 kg ha^{-1}), média (900 kg ha^{-1}) e máxima (2500 kg ha^{-1}), e, por último o composto que foi aplicado na taxa fixa de 10000 kg ha^{-1} . Após cada passada o material coletado foi pesado, anotado e inserido no software Adulção para a obtenção dos perfis de distribuição e para as análises de larguras efetivas como função do coeficiente de variação das deposições de produtos.

Para a avaliação da largura efetiva de aplicação da máquina, foi proposta a utilização de coletores padronizados com 1.000 mm de comprimento e 250 mm de largura, com profundidade máxima de 150 mm , segundo proposto pela norma ISO 5690/1, prevendo, também, a utilização de um dispositivo para evitar o ricochete do produto. O procedimento foi efetuado com condições de velocidade do vento inferiores a $2,0 \text{ m s}^{-1}$, utilizando-se, para o seu monitoramento, de anemômetro. Esse monitoramento foi efetuado no momento da passagem da máquina sobre os coletores.

A altura da máquina e demais ajustes foram efetuados conforme o manual do usuário. Foram utilizados coletores numerados de 1 a 60, dispostos lado a lado, na perpendicular em relação à trajetória do trator, que foi efetuada sempre no mesmo sentido. Iniciou-se o trajeto com uma distância suficiente para a estabilização do conjunto antes de cruzar a linha dos coletores. Havia espaços no centro da linha dos coletores destinados à passagem do trator, equivalentes a 3 coletores (250 mm) em cada rodado (Figura 7).



Figura 7: (I) Caminhão distribuidor efetuando a aferição da vazão; (II) bandejas pareadas para início do teste; (III) e (IV) caminhão aplicando calcário na faixa das bandejas de coleta.

Foram efetuadas três passadas para a aferição de cada caminhão distribuidor, ao fim de cada passada a amostra coletada foi pesada com auxílio de uma balança, e os valores anotados e inseridos no software Adulânço para a formação dos mapas de aplicação (Figura 11), conforme sugerido por MOLIN & MAZOTTI (2000).

5.3 Acompanhamentos da área piloto de agricultura de precisão

Estudos para adequação de levantamento topográfico e criação de curvas de nível, criação de linhas de plantio em escritório e plantio / colheita com piloto automático foram realizados numa área experimental, localizada no município de Jaci-SP, com latitude $20^{\circ}56'20''$ S, longitude $49^{\circ}34'29''$ O e altitude 513 m.

Para esse estudo utilizou-se o receptor SR 900 Leica, o qual trabalha da frequência L1/L2 com correção pós-processada. Inicialmente foi efetuado o levantamento topográfico para a demarcação das curvas, utilizando-se uma base fixa georreferenciada dentro da área e criado um marco. Foi feita a marcação dos pontos através do percurso da área com auxílio de uma moto, e os dados trabalhados em um programa SIG (Sistema de Informação Geográfica),

permitindo o retorno ao campo para a demarcação das curvas prontas para serem construídas. Com as curvas prontas foi feita uma pós-passada na base e na crista da mesma, com um trator com piloto automático e receptor RTK, a fim de certificar seu posicionamento e obter linhas base para a formulação das linhas de plantio (Figura 8).

O plantio foi feito com tratores Valtra BH 180 com piloto automático Trimble, contendo o arquivo das linhas de sulcação desenhadas no escritório. Para esse ensaio efetuou-se o plantio de mudas de cana de açúcar em sistema de meiose, com a distribuidora Antoniosi regulada para distribuir em média 25 gemas por metro, a distância entre linhas de 1,50 m.

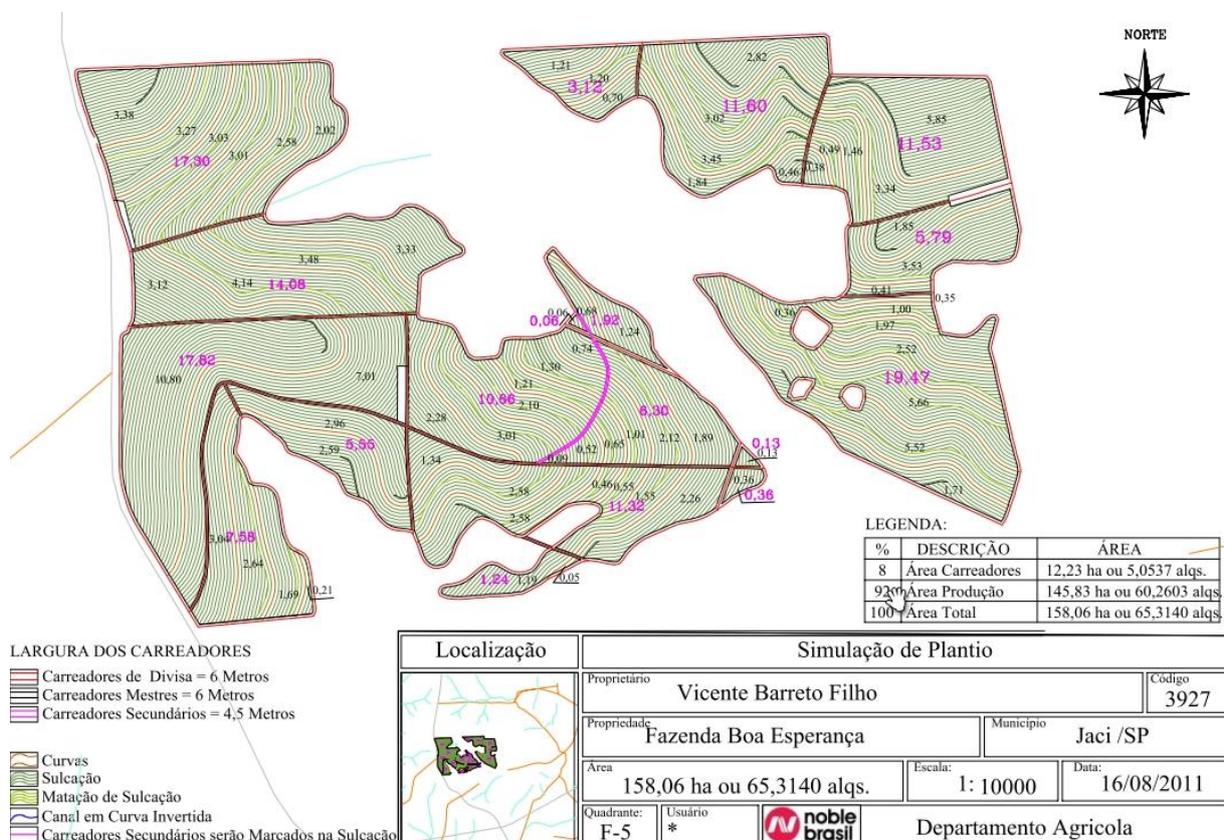


Figura 8: Simulação de plantio na área experimental localizada no município de Jaci-SP, onde se efetuou o plantio com auxílio do sistema de piloto automático.

Os resultados da área experimental serão finalizados somente no final da safra 2012/13, período posterior ao término desse trabalho.

5.4 Espaçamentos para a semeadura de sorgo sacarino

As usinas sucroalcooleiras passam todo ano por um vazio entre safra, causado pelo período de chuva, não possibilitando o tráfego de máquinas nos campos, e pelo período de

reparos e manutenção dos equipamentos mecânicos da usina, os quais sofrem grandes desgastes durante a safra.

Para possibilitar um início de safra com as caldeiras em plena carga, produção de álcool economicamente interessante e permitir plantar a cana de ano meio em sistema de plantio direto, o grupo Noble está no segundo ano de testes no cultivo de sorgo sacarino. Essa espécie possui características interessantes para o setor sucroalcooleiro, dentro delas o teor de açúcares redutores no caule, porte que possibilita a colheita mecanizada em épocas sem chuvas e a quantidade de bagaço para cogeração de energia. Segundo o pesquisador da Embrapa Rafael A. Costa Parrella, "A cultura do sorgo é totalmente mecanizável e complementa o cultivo da cana, estendendo o período de colheita por mais quatro meses".

Pensando no plantio e colheita da cultura do sorgo sacarino, foram efetuados dois ensaios em campo para definir o espaçamento entre linhas e o número de plantas por metro, possibilitando um estande bem definido e uma colheita com qualidade e rapidez.

5.5 Recolhimentos do palhiço da cana em fardos retangulares

A diminuição das queimadas e o crescimento da colheita mecanizada vem gerando grande acúmulo de palhiço no campo, algo em torno de 15 a 20 toneladas por hectare. Esse material altamente calórico é de extrema importância para a usina, sendo utilizada para alimentar as caldeiras, gerando energia para movimentar as moendas e co-gerar energia.

O palhiço da cana de açúcar, erroneamente chamado de palha ou palhada, representa por volta de 30% da massa aérea do canavial. Este material é uma importante fonte energética renovável. Inúmeros estudos apontam para a relação 1 tonelada de palhiço = 1,2 a 2,5 barril de petróleo americano, dependendo da umidade e da massa do primeiro e que em 1 hectare de cana se obtém de 4 a 10 toneladas de palhiço com umidade aproximada de 15 a 20%.

O poder calorífico do palhiço é equivalente ao da madeira e maior do que o do bagaço da própria cana, por volta de 1896 kcal/kg, o que o torna um excelente produto para cogeração na indústria sucroenergética.

A principal questão que o setor sucroenergético busca resposta é como retirar o palhiço do campo e disponibilizá-lo na usina de forma eficiente. (Ferreira, 2009)

Pensando nisso, o Grupo fez ensaios com a enfardadora retangular Charlleger LB-34B, importada pela AGCO-Valtra tracionada por um trator Valtra BT 210 cavalos, a fim de coletar dados de rendimento e custo para futura aquisição dessa tecnologia. Os testes ocorrem na fazenda Esplanada, onde apresentava cana da variedade SP-813250 no período de 3º corte,

no momento do recolhimento, a palha apresentava 19,9 % de umidade, índice elevado proveniente de chuvas ocorridas dias antes do teste, o que acarretou num aumento considerável de peso e impurezas nos fardos (12,84% de impureza mineral).

Primeiramente, efetuou-se o aleiramento do palhiço, proveniente da colheita mecanizada, com auxílio de um trator Massey Ferguson 275 equipado com aleiradora de quatro grampos. O equipamento não é o mais indicado para esse tipo de operação, fato que foi observado pela alta impureza mineral e sobra do material no campo (perdas), nas amostras retiradas dos fardos. As leiras são recolhidas pela enfardadora, dando a formação dos fardos, regulados para obter tamanhos de 2,30 m de comprimento, 1,20 m de largura e 0,90 m de altura. (Figura 9)



Figura 9: Recolhimento do palhiço da cana pela enfardadora de fardos retangulares; (I) conjunto trator + enfardadora retangular; (II) conjunto trator + enleiradora efetuando a formação das leiras; (III) leiras de palhiço formadas (IV) fardos retangulares a espera do transporte ate a usina.

Foi avaliado velocidade de trabalho, tempo de enfardamento, dimensões (altura, largura e comprimento do fardo), massa do fardo, quantidade de palhiço antes e depois do enfardamento e impurezas minerais presentes na palha.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Ensaios com métodos de amostragem

A partir dos dados coletados em campo com acompanhamento da equipe de coleta de amostras, os tempos foram marcados com auxílio de um cronometro e analisados em planilha eletrônica. O método A proporcionou os maiores tempos de coleta e deslocamento, uma vez que, o trabalho é feito de forma manual com a utilização de sondas, que perfuram o solo através do impacto produzido por uma marreta de 3,0 kg, impulsionada pelo funcionário da usina. Esse modelo de amostragem proporciona grandes desgastes de equipamentos, principalmente a sonda, que sofre os impactos da ação e sua durabilidade é de aproximadamente um ano (18.000 furos). A média encontrada (Tabela 1) nos tempos de coleta (TC) foi de 24'26,7'' minutos entre os três momentos de amostragem. O menor tempo desse método foi encontrado nas áreas de terceiro corte, com 16'36,7'' minutos. Nesse caso o solo está protegido pela palha da cana, com maior retenção de água, portanto com menor dureza. O deslocamento da equipe entre os pontos amostrais é responsável por 19,47% do tempo acumulado por amostra composta, causado pela locomoção se dar a pé e a localização do ponto ser feita por um único profissional, que necessita esperar a equipe de coleta para prosseguir até o próximo ponto.

Tabela 1: Tempos da coleta completa da amostra (em minutos), pelo método A de amostragem com a percentagem dos tempos caracterizados em relação ao tempo total.

Método A – tempos (min)					
	TC	TM	TR	TDP	Total
Terceiro corte	16:36,7	01:50,0	00:27,0	04:50,5	23:44,2
Perda (%)	69,98	7,72	1,90	20,40	100,00
Expansão	16:50,6	01:27,0	00:27,0	03:28,0	22:12,5
Perda (%)	75,84	6,53	2,03	15,61	100,00%
Reforma	19:18,5	01:29,0	00:29,0	06:07,0	27:23,5
Perda (%)	70,49	5,42	1,76	22,33	100,00
Fonte: Dados coletados em áreas de trabalho					

** **TC**: tempo de coleta; **TM**: tempo de manutenção; **TR**: tempo de rotina; **TDP**: tempo de deslocamento entre pontos

A área de reforma apresentou maiores valores de coleta e deslocamento entre os três momentos de coleta de solo, efeito causado pela maior compactação do solo e sua dificuldade

de locomoção, uma vez que, as curvas já haviam sido levantadas, e formavam obstáculos a serem transpostos pela equipe (todos os métodos encontraram a mesma situação nas áreas de reforma). Os tempos de manutenção e rotina não representam um valor expressivo no tempo acumulado do método A, por causa do sistema ser simples, não possuindo nenhum equipamento de acionamento mecânico e a amostra coletada pela sonda ser colocada diretamente no saquinho, evitando a perda de tempo na transição da amostra do reservatório de coleta (balde plástico) para o saquinho.

O método B apresentou resultados medianos, em relação aos outros métodos. A ideia do sistema é bem elaborada, uma vez que, utiliza duas brocas para coleta estratificada, evitando a contaminação entre as faixas de amostragem. A maior perda de tempo foi causada pelos reparos e manutenção do sistema, gerando tempos médios de 17'52,3'' minutos. O quadriciclo é intensamente solicitado, o que acarreta paradas excessivas para arrefecimento ou reparos rápidos do equipamento.

Mais uma vez a área de reforma foi a que resultou em maior tempo na coleta de solo em função da condição de compactação ocorrida pelo trânsito de máquinas durante os anos de extração da cultura de cana-de-açúcar. O tempo foi de 23'13,1'' minutos, tempo muito parecido com os valores do método A, não sendo interessante a substituição desse método pelo o método B na área de reforma.

Tabela 2: Tempos da coleta completa da amostra (em minutos), pelo método B de amostragem com a percentagem dos tempos caracterizados em relação com o total.

Método B – tempos (min)					
	TC	TM	TR	TDP	Total
Terceiro corte	11:59,3	02:41,7	01:23,0	00:30,0	16:34,0
Perda (%)	72,37	16,26	8,35	3,02	100,00
Expansão	10:23,2	01:30,0	01:26,0	00:30,0	13:49,2
Perda (%)	75,16	10,85	10,37	3,62	100,00
Reforma	18:16,1	03:15,0	01:12,0	00:30,0	23:13,1
Perda (%)	78,68	14,00	5,17	2,15	100,00

Fonte: Dados coletados em áreas de trabalho

** **TC:** tempo de coleta; **TM:** tempo de manutenção; **TR:** tempo de rotina; **TDP:** tempo de deslocamento entre ponto

Outro método avaliado e que resultou em melhores tempos foi o método C, com tempo médio de 9'08,1'' minutos, conseguir ser 62,7% mais rápido que o método A e 49,0%

mais rápido que o método B, obtendo um rendimento de 236,44 hectares por dia de 8 horas de trabalho (Tabela: 5).

Os tempos na área de reforma também foram maiores, relacionados aos outros momentos de coleta, mas ainda bem inferior aos métodos concorrentes. Com tempos de 9'19,9'' minutos (Tabela: 3), o método C foi o que obteve melhor rendimento operacional, devido à simplicidade do aparelho de coleta, que utiliza uma perfuradora Stihl BT 45, que pesa somente 4,8 kg e o deslocamento é todo realizado com uma caminhonete 4x4.

Tabela 3: Tempos da coleta completa da amostra (em minutos), pelo método C de amostragem com a percentagem dos tempos caracterizados em relação com o total.

Método C – tempos (min)					
	TC	TM	TR	TDP	Total
Terceiro corte	06:01,9	00:45,0	00:49,7	01:43,3	09:19,9
Perda (%)	64,64	8,04	8,87	18,45	100,00
Expansão	05:37,1	00:45,0	00:50,3	01:33,7	08:46,1
Perda (%)	64,08	8,55	9,57	17,80	100,00
Reforma	06:04,9	00:45,0	00:49,0	01:41,0	09:19,9
Perda (%)	65,18	8,04	8,75	18,04	100,00

Fonte: Dados coletados em áreas de trabalho

** **TC:** tempo de coleta; **TM:** tempo de manutenção; **TR:** tempo de rotina; **TDP:** tempo de deslocamento entre ponto

Relacionado-se os tempos e separando-os por característica, observa-se na Tabela 4 os momentos em que cada método obteve melhores rendimentos e onde o sistema teve baixo desempenho, acarretando no acréscimo no tempo total da amostra. O melhor método foi o C, com 5'54,7'' de média; o tempo de manutenção, o qual representa o período em que ocorre eventuais reparos do equipamento, paradas ocasionadas pela hidratação do operador e carregamento e descarregamento de equipamento e pessoas na área amostrada, foi também o método C, com tempo de 0'45,0'' minutos de média. O tempo de rotina, que representa o período de preenchimento dos saquinhos de coleta e preparo inicial da equipe e aparelhos de amostragem, conseguiu sua melhor atuação no método A, com o tempo de 0'27,7'' minutos. O método B foi o mais rápido no deslocamento entre pontos, com uma média horária de 0'30,0'' minutos.

Tabela 4: Tempos de coleta composta e a percentagens de tempos baseado no acumulado.

Tempo					
	TC	TM	TR	TDP	Total
Método A	17:35,2	01:35,3	00:27,7	04:48,5	24:26,7
Perda (%)	71,94	6,50	1,89	19,67	100,00
Método B	13:32,9	02:28,9	01:20,3	00:30,0	17:52,1
Perda (%)	75,82	13,89	7,49	2,80	100,00
Método C	05:54,7	00:45,0	00:49,7	01:39,3	09:08,7
Perda (%)	64,64	8,20	9,05	18,10	100,00

Fonte: Dados coletados em grid de média de 4 hectare

** **TC**: tempo de coleta; **TM**: tempo de manutenção; **TR**: tempo de rotina; **TDP**: tempo de deslocamento entre ponto

O rendimento operacional e custos podem ser vistos na Tabela 5, que demonstra a grande diferença entre os métodos de amostragem. De acordo com o tempo médio de coleta de cada método e o custo da operação fornecido pelas empresas envolvidas, encontraram-se os valores apresentados na tabela abaixo. O método A possui um custo de R\$ 8,00 por hectare, R\$ 5,00 a menos que seus concorrentes, isto por ser feito por funcionários próprios do grupo, gerando um custo horário de R\$ 79,05, para o rendimento de 9,88 ha h⁻¹. Os métodos B e C possuem o mesmo custo por hectare, R\$ 13,00, que aumenta o valor na hora do acerto, mais por outro lado, possuem rendimento operacional maior que o método A, possibilitando um rendimento de até 236,44 ha dia⁻¹.

Tabela 5: Tempo de coletas compostas com o rendimento operacional e os custos por hectare de cada um dos métodos de amostragens testados.

Tempos / Custos					
	Tempo(min)	ha/h	ha/dia	R\$/ha	R\$/h
Método A	24:26,7	9,88	74,11	R\$ 8,00	R\$ 79,05
Método B	17:52,1	14,07	126,61	R\$ 13,00	R\$ 182,88
Método C	09:08,7	26,27	236,44	R\$ 13,00	R\$ 341,52

Fonte: Dados coletados em grid de média de 4 hectare

Na Figura 10 relaciona-se o método A, o utilizado pela usina, com os outros métodos numa projeção de 20.000 hectares, que é a média requisitada de amostras anuais do Grupo. Calculou-se o valor da operação para a área projetada e o tempo gasto para efetuar a amostragem para os métodos A, B, e C. O ganho financeiro e cronológico foi alcançado com

a utilização de funcionários do Grupo e os métodos comparativos de amostragem testados, sendo que os valores de equipamento foram considerados na formulação do gráfico. Os métodos B e C possuem um ganho de dias trabalhados em relação ao método A, utilizando os funcionários próprios, esses dias ganhos podem ser utilizados na ajuda a outros setores, como o levantamento de pragas e doenças nas áreas do Grupo, extrapolando o aumento do rendimento operacional a outros setores dentro da usina.

Projeção de ganho dos métodos em relação a amostragem manual

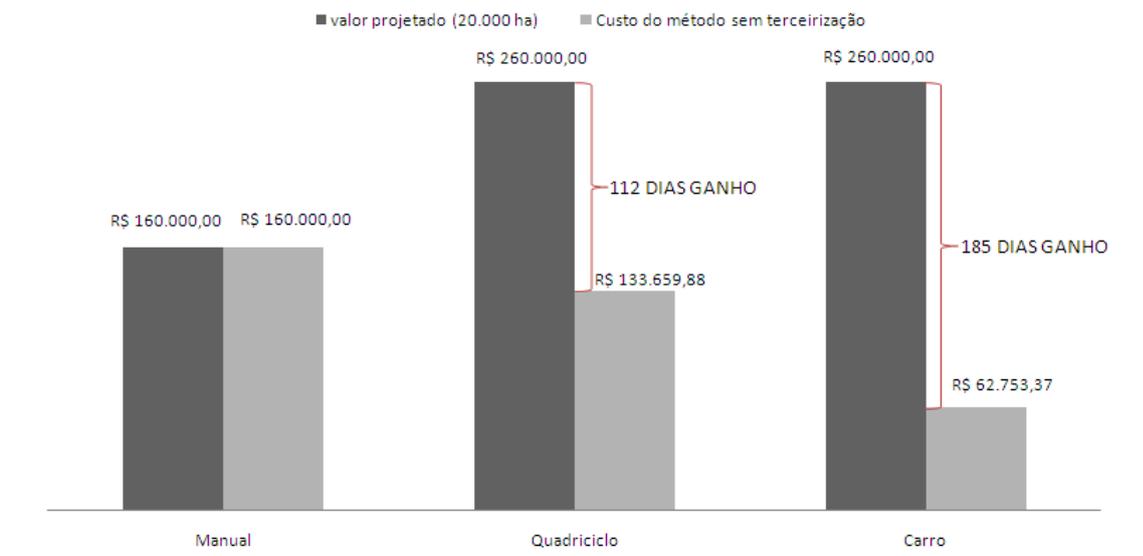


Figura 10: Relação entre os métodos amostrais, com uma projeção de coleta de 20.000 hectares por ano, projetando o ganho financeiro e espacial em relação os método utilizado pelo Grupo.

6.2 Qualidade da distribuição transversal e largura efetiva dos distribuidores a lança

Após as passadas e a obtenção dos perfis de aplicação (Figura 11, 12 e 13), definiu-se as larguras de aplicação dos distribuidores a lança. O software fornece a opção de simular larguras de aplicação, até encontrar a melhor distribuição transversal para o equipamento utilizado.

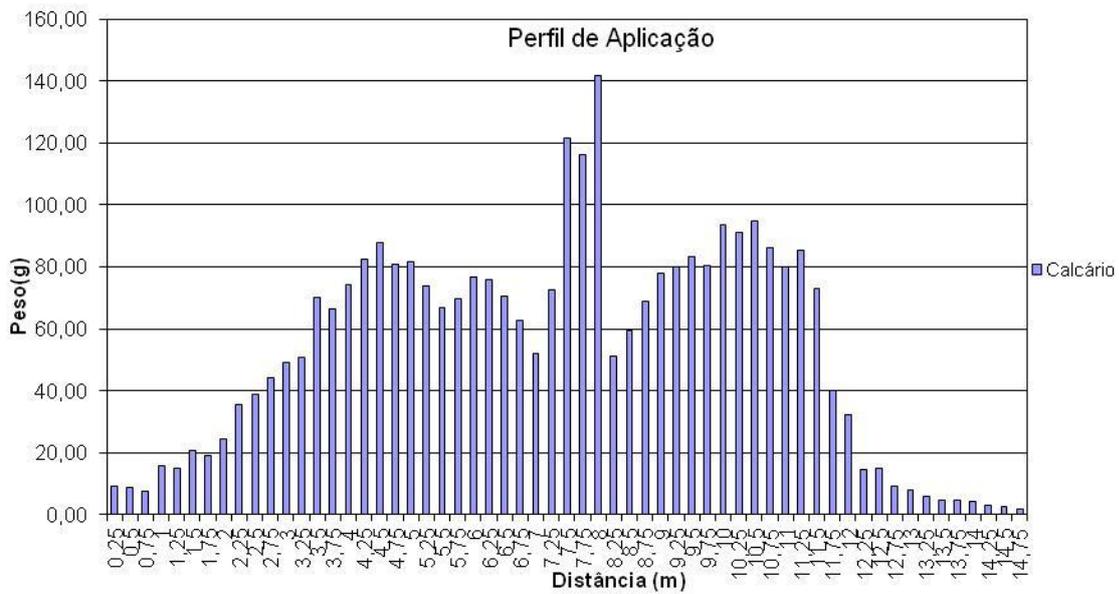


Figura 11: Perfil de distribuição do calcário após a aplicação pelo sistema a lanço para a dose de 3500 kg ha⁻¹.

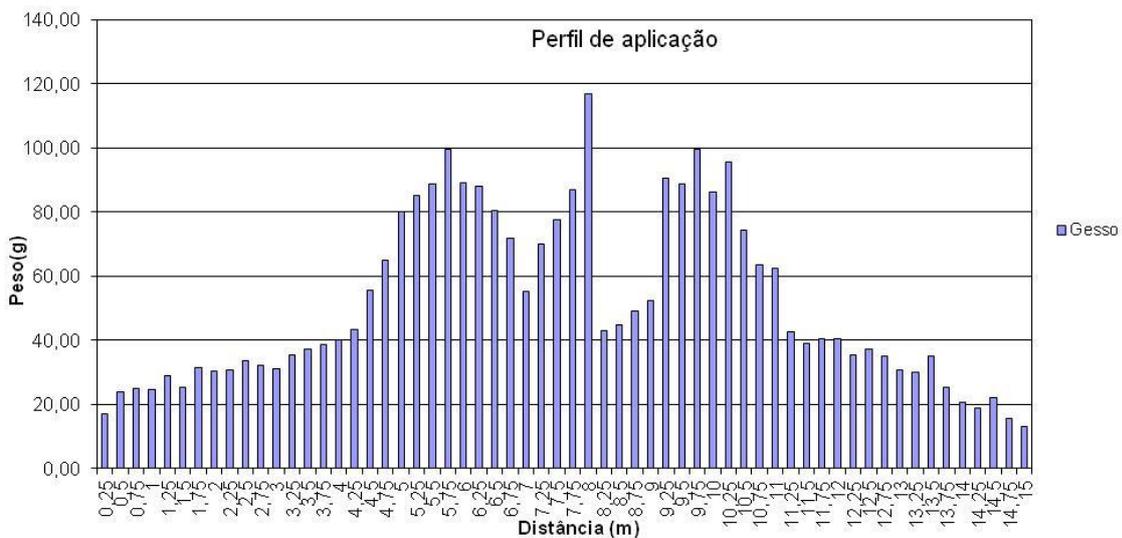


Figura 12: Perfil de distribuição do gesso após a aplicação pelo sistema a lanço para a dose de 2500 kg ha⁻¹.

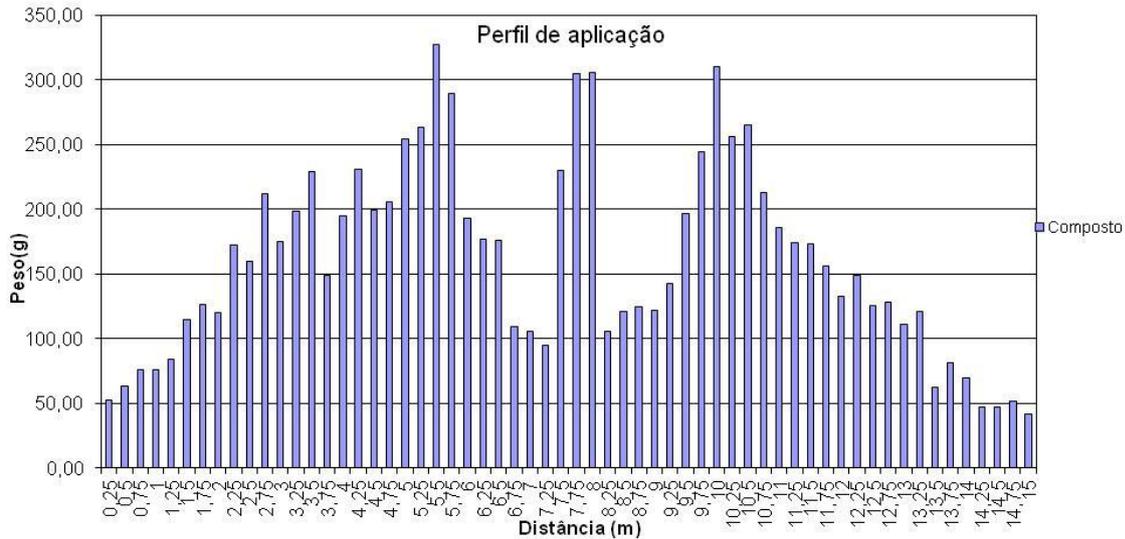


Figura 13: Perfil de distribuição do composto após a aplicação pelo sistema a lanço para a dose de 10000 kg ha⁻¹.

Referente à aplicação de calcário, se o valor do CV% aceito for próximo a 20%, a “largura efetiva de trabalho” será de 8,50 m (alternado esquerdo e direito). No entanto, se o usuário for mais exigente em relação à qualidade da distribuição transversal, fixando um CV de 10%, a largura efetiva de trabalho será de 4,50 m.(Figura 14).

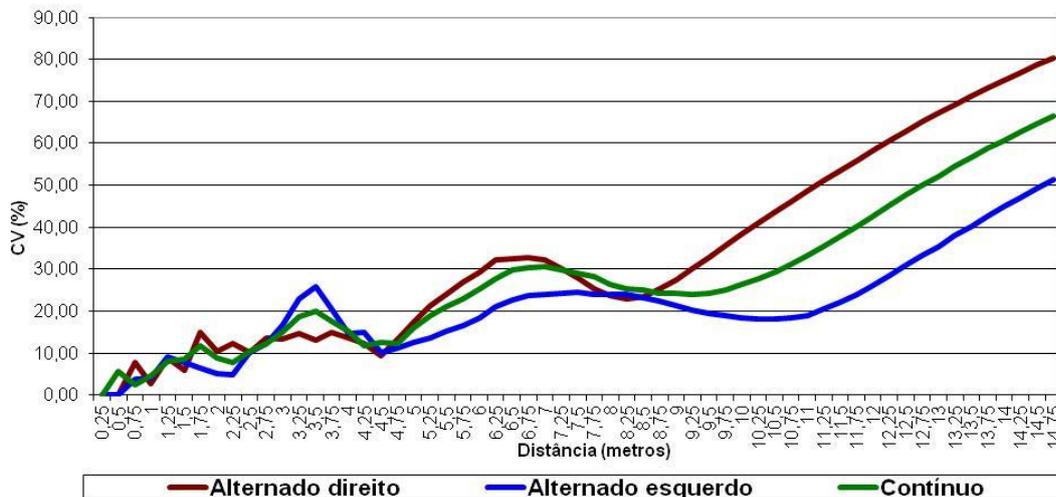


Figura 14: Gráfico CV(%) versus à distância (largura de trabalho), do calcário, demonstrando as possibilidades de trabalho, dentro do CV requerido para a forma de aplicação escolhida.

A partir da largura efetiva de trabalho encontrada e fixada em 8,50 m, simulou-se a aplicação do produto no software Adulanço, encontrando o perfil de distribuição no solo

desejado, igualando a aplicação de 3500 kg ha⁻¹ proposto na aplicação máxima do calcário (Figura 15).

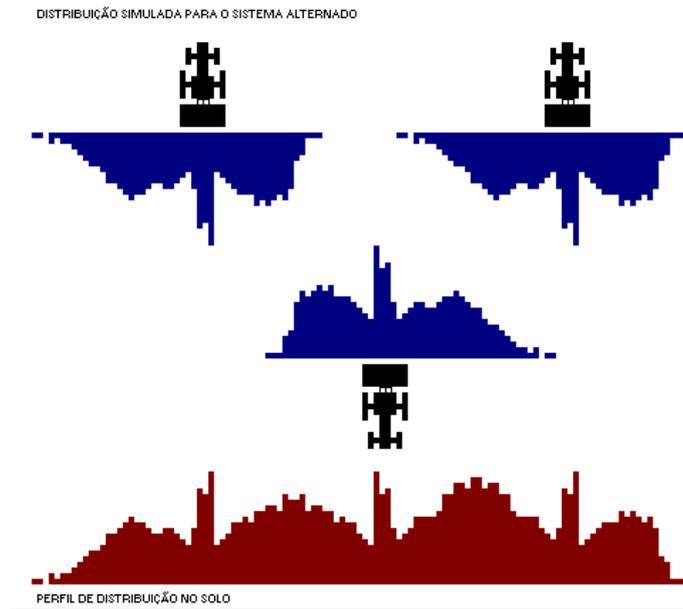


Figura 15: Perfil de distribuição no solo, utilizando a largura de trabalho de 9,00 m, para o sistema de alternado esquerdo e direito.

O composto (torta de filtro + cinza) aplicado na dosagem de 10 t ha⁻¹, obteve a largura efetiva de trabalho de 6,25 m, com CV de 20 %. O produto é aplicado a 9,0 km h⁻¹ com a vazão regulada para 16,4 kg s⁻¹(Figura 16).

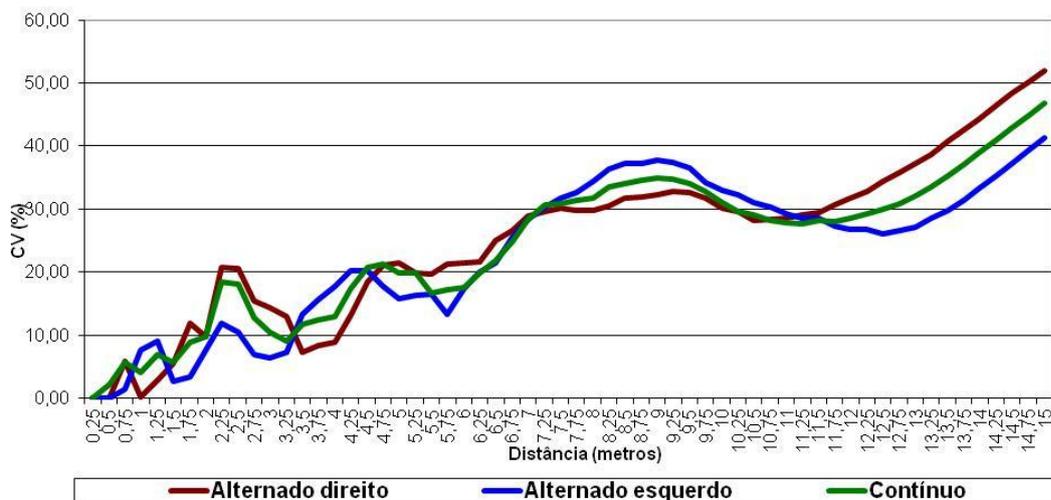


Figura 16: Gráfico CV(%) versus à distância (largura de trabalho), do composto, demonstrando as possibilidades de trabalho, dentro do CV requerido para a forma de aplicação escolhida.

Por fim, foram encontradas as medidas para a aplicação de gesso, com a dosagem de 2500 kg ha⁻¹, onde se obteve a largura de distribuição transversal de 9,50 m, muito similar à do calcário, tendo a vazão regulada para a aplicação de 8,33 kg s⁻¹ e velocidade de aplicação de 12 km h⁻¹ (Figura 17).

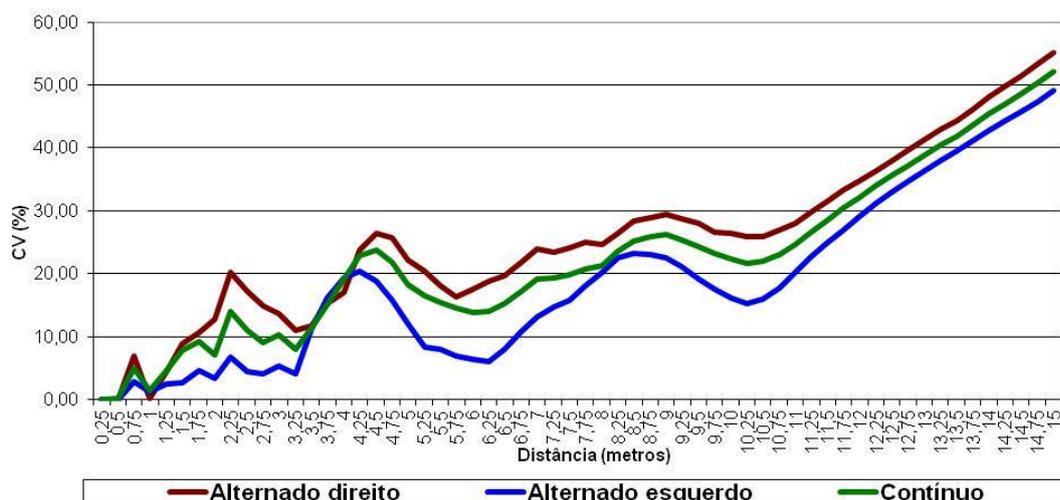


Figura 17: Gráfico CV(%) versus à distância (largura de trabalho), do gesso, demonstrando as possibilidades de trabalho, dentro do CV requerido para a forma de aplicação escolhida.

Por fim, foi encontrado os valores da vazão, velocidade e largura efetiva de trabalho, para assim ser possível a calibração dos distribuidores, obtendo o melhor perfil de aplicação com ganho de rendimento operacional (Tabela 6).

Tabela 6: Resumo dos resultados obtidos no ensaio de distribuição transversal para cada insumo.

Sistema de percurso	Calcário (LN=8,50 m)		Gesso (LN=10,00 m)		Composto (LN=6,50 m)	
	CV na LN (%)	LE (m)*	CV na LN (%)	LE (m)*	CV na LN (%)	LE (m)*
Contínuo	25,41	8,50	22,38	10,00	19,88	6,50
Alternado direito	22,94	10,00	26,37	10,00	25,01	6,50
Alternado esquerdo	23,90	6,50	16,09	10,00	19,88	6,50
* LE para CV de 20%						

As larguras nominais (LN) foram definidas pensando numa aplicação uniforme e um rendimento operacional considerável, observando que a área de aplicação é de 40 mil hectares todo o ano.

6.3 Ensaios de espaçamentos para a semeadura de sorgo sacarino

Inicialmente foi feito um teste para definir o espaçamento considerando a utilização das colhedoras de 2 linhas Case 7700, adaptadas pela própria usina, as John Deere 3522 e as colhedoras de 1 linha Case 7700 e 8800 (Figura 18). Foram estaqueado três diferentes modelos de plantio (Figura 19): com 4 linhas de sorgo espaçadas de 0,75 m com 1 linha para o rodado, de 0,90 m (I); com 4 linhas de sorgo espaçadas de 0,70 m com 1 linha para o rodado, de 0,90 m (II); e com plantio contínuo de sorgo com espaçamento de 0,80 m (III).



Figura 18: Ensaio para definir o espaçamento de plantio para cultura de sorgo sacarino

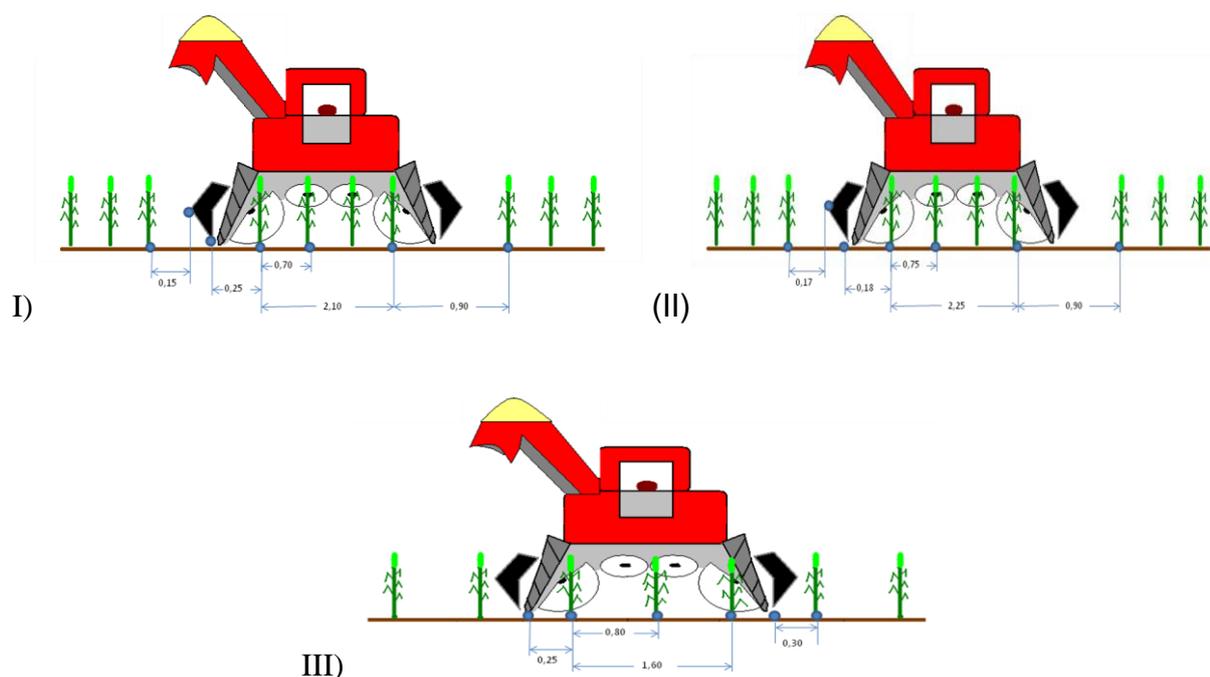


Figura 19: Modelos de espaçamentos do plantio de sorgo sacarino.

Para definição dos espaçamentos foram tomadas as medidas das colhedoras, medindo-se a largura da esteira, distância externa e interna entre esteiras, distância entre centro do disco de corte e largura da “boca” da máquina (Figura 20).



Figura 20: Medidas da colhedora Case 7700 adaptada para colheita de 2 linhas de cana

Após simulações em computador a partir da medida das colhedoras e os espaçamentos propostos pela equipe da usina, a possibilidade da colheita com os três modelos de máquina foi descartada, pois não foi possível encontrar um espaçamento em que os três modelos colhessem sem atribuir nenhum dano a cultura.

Foi proposto então um novo espaçamento para que somente a colhedora de 1 linha fosse utilizada. Novos ensaios estão sendo desenvolvidos, atentando-se agora para evitar o pisoteio da linha de sorgo não colhida, uma vez que o espaçamento foi definido em 0,70 m. Trabalha-se com as opções de largura da faixa transitada pelo rodado da colhedora em 0,90 m (I); 0,95 m (II) e 1,00 m (III) (Figura 21).



Figura 21: Folgas da esteira da colhedora em relação à linha externa de sorgo não colhida

Definido o espaçamento com duas linhas de 0,70 m e a linha de rodado passando numa faixa de 0,95 m, foi efetuado um último ensaio, para certificar se não haverá corte negativo na base da planta, prejudicando assim a qualidade da colheita do sorgo sacarino, com o deslocamento lateral da máquina na direção da linha já colhida. Para tanto foram abertas duas valas de 0,30 m de profundidade para estaqueamento de talos de cana de açúcar, simulando plantas de sorgo no espaçamento de 0,70 m, variando somente as linhas externas, representadas por estacas de bambu, em 0,95 m e 1,00 m (Figura 22).



Figura 22: Simulação de colheita do sorgo sacarino para observar se ocorre corte negativo na base do sorgo, com o deslocamento lateral da colhedora; (I) abertura das duas valas de 0,30 m para simulação das linhas de sorgo sacarino; (II) linhas de cana simulando as plantas de sorgo sacarino; (III) evidências de não ocorrência de corte negativo na base da planta de sorgo sacarino (IV) simulação da colheita de sorgo com a colhedora de 1 linha Case 7700.

Observou que o deslocamento de 0,20 m não proporciona o aparecimento do corte negativo. Além disso, aumentou a folga lateral, facilitando ao operador a condução da máquina com menor ocorrência de tráfego sobre a próxima linha de sorgo.

6.4 Recolhimento de palha da cana em fardos retangulares

O recolhimento do palhicho pela enfardadora foi efetuado a velocidade média de 3,5 km h⁻¹, com a formação de um fardo a cada 1,20 minutos. Os fardos resultaram em peso médio de 523,00 kg, sendo que o recolhimento da palha pela enfardadora foi de 40,4 %, totalizando 10,7 toneladas de palha por hectare (Tabela 7).

Após três dias de trabalho, a máquina formou 398 fardos, com densidade de 210,2 kg m⁻³, os quais foram transportados por carretas, organizados transversalmente, otimizando o

transporte. Cada viagem transporta 24 fardos até a usina, onde serão triturados e transportados para a caldeira junto com o bagaço da cana, na proporção de 50%.

Tabela 7: Recolhimento do palhiço pela enfardadora Charlleger LB-34B

Fazenda	Esplanada	
Data	19/10/2011	
Tamanho do ponto	5ruas x 3 m	
Tamanho do ponto	22,5 m ²	

Ponto	Palhiço antes do enfardamento		Palhiço após o enfardamento		Palhiço recolhido	
	Palhiço (kg/22,5m²)	Palhiço (t/ha)	Palhiço (kg/22,5m²)	Palhiço (t/ha)	Palhiço (t/ha)	% Recolhimento
1º	58	25,8	35	15,6	10,2	39,7%
2º	46	20,4	20	8,9	11,6	56,5%
3º	68	30,2	16	7,1	23,1	76,5%
4º	51	22,7	39	17,3	5,3	23,5%
5º	45	20,0	38	16,9	3,1	15,6%
6º	58	25,8	38	16,9	8,9	34,5%
7º	65	28,9	37	16,4	12,4	43,1%
8º	67	29,8	31	13,8	16,0	53,7%
9º	59	26,2	47	20,9	5,3	20,3%
10º	50	22,2	49	21,8	0,4	2,0%
Média	56,7	25,2	35	15,6	10,7	40,4%

O recolhimento é bastante alterado de acordo com o nivelamento do terreno, uma vez que, a formação de depressões na linha da leira, acarreta no não recolhimento do palhiço ali presente. Em contra partida, as elevações existentes na trilha de recolhimento, causam o maior recolhimento de palhiço e conseqüentemente de impurezas minerais.

O carregamento foi feito com a carregadora de garra, os fardos eram coletados dentro das áreas e depositados na carreta para transporte. Os fardos foram depositados de maneira transversal em relação a carreta, obtendo um armazenamento máximo de 24 fardos por viagem, totalizando uma média de 9,72 t por viagem.

Na figura 23, podemos observar o carregamento dos fardos na carreta para transporte. Foram testadas duas formas de posicionamento dos fardos na carreta, transversal e longitudinal, sendo a primeira forma escolhida, por possibilitar um maior numero de fardos serem transportada, melhorando o rendimento operacional.



Figura 23: Fardos sendo carregados na carreta para transporte.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de amostragem que obteve melhor rendimento foi o método C, que utiliza uma caminhonete 4x4 e um perfurador Stihl BT-45 com uma broca tipo trado, possibilitando efetuar até 230 hectares por dia de amostragem com uma amostra a cada 4,0 ha e 12 sub amostras por ponto, sendo coletados em cem por cento dos pontos a 0-25 cm e cinquenta por cento a 25-50 cm. O menor custo foi obtido pelo método A, com valor de R\$ 8,00 por hectare, por utilizar mão de obra própria e sonda para a amostragem. A utilização do método C com uma equipe própria mostrou-se a melhor opção de amostragem, uma vez que, a não terceirização dessa atividade proporciona um melhor controle de qualidade e disponibilidade da equipe.

Os equipamentos de distribuição passaram pela calibração e a equipe de operação foi novamente treinada para o manuseio dos seus controladores. A largura efetiva de aplicação ficou estipulada a 8,50 m para o calcário, 10,00 m para o gesso e 6,50 m para o composto.

A área piloto foi plantada e adequada com as idéias proposta pela equipe do grupo Noble nos conceitos da AP. A colheita será efetuada na safra 2011/12, posterior ao término desde trabalho.

O espaçamento de sorgo sacarino ficou definido em duas linhas espaçadas em 0,70 m, com a esteira da colhedora transitando por uma faixa de 0,95 m. A colheita será realizada somente com colhedoras de 1 linha.

O teste utilizou a aleiradora usada para limpar carregadores para a formação das leiras de recolhimento, operação que acarretou alto nível de impurezas nos fardos recolhidos em campo, portanto, recomendam-se novos testes com a aleiradora própria para essa operação, para assim tirarmos novas conclusões sobre esse trabalho.

8. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha família – Famílias Pichirilli e Vieira, Pedro e Neusa, meus pais, Tais, minha irmã, a República Copacabana – e aos amigos pelo apoio cotidiano e finalização desta etapa.

Agradeço também à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, por permitir a realização do curso de graduação em Engenharia Agrônômica. Agradeço em especial ao Prof. Dr. José Paulo Molin, ao Eng. Agrônomo Luis Renato de Paula Ferreira, ao Grupo de Mecanização e Agricultura de Precisão (gMAP) e a toda a equipe da Usina pelo auxílio na realização dos trabalhos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONAB – COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO: Acompanhamento da safra brasileira – Safra 2011/12, primeiro levantamento Maio/2011; Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_05_27_11_53_13_boletim_cana_portugues_-_maio_2011_1o_lev..pdf> Acessado em: 25 de outubro de 2011 as 16:17:40.
- INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS: CANASAT - Mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da Terra. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/tabelas.html>> Acessado no dia: 25/10/11 as 16:32:40
- MOLIN, J.P.; MAZZOTTI, H.C. Influência da utilização e do tipo de amortecedores de ricochete em ensaios de aplicadores a lança. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.2, p. 281-285, 2002.
- MOLIN, J.P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M.G.T.; CASTRO, C.N. GIMENEZ, L.M. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada, Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.3, p.759-767, set./dez. 2006.
- STRICKLAND, R.M.; ESS, D.R.; PARSONS, S.D.; CRISLER, M.T. Extracting machine performance information from site-specific grain yield data to enhance crop production management practices. Net, Jul. 2001. 3 p. 2001. Disponível no site: <http://mollisol.agry.purdue.edu/ssmc/newsletters/july2001f.htm>. Acesso em: 15 abr. d
- SARAIVA, A. M.; CUGNASCA, C. E.; HIRAKAWA, A. R. Aplicação em Taxa Variável de Fertilizantes e Sementes. Agricultura de Precisão, 2000, 467p.
- PERIN, G.P., Revista Cultivar Maquinas, Março 2007, p. 11-13.
- GRISSE, R.D.; JASA, P.J.; ROLOFSON, D. Analysis of traffic patterns and yield monitor data for field efficiency determination. Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v. 18, n. 2, p. 171-178. 2002.
- STOMBAUGH, T.; SHEARER, S.; FULTON, J. Standards for comparison of GPS receiver performance. In: CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 3., 2002, Madison. Abstract... St. Joseph: ASA/CSSA/SSSA, 2002.p.1049-1059.
- IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. A New Version of The Assistat Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: Anais... Orlando: American Society of

Agricultural and Biological Engineers, 2006. p.393-396.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.