

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE PALHA POR COLHEDORAS
AUTOPROPELIDAS NA CULTURA DA SOJA**

CASCADEL, FEVEREIRO DE 2007

VILSON LUÍS KUNZ

**DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE PALHA POR COLHEDORAS
AUTOPROPELIDAS NA CULTURA DA SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração **Engenharia de Sistemas Agroindustriais**.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Gabriel Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Joaquim Odilon Pereira

Cascavel – Paraná – Brasil

Fevereiro - 2007

VILSON LUÍS KUNZ

“Distribuição transversal de palha por colhedoras autopropelidas na cultura da soja”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação “*stricto sensu*” em Engenharia Agrícola em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração Engenharia de Sistemas Agroindustriais, **aprovada** pela seguinte banca examinadora:

Orientador: Prof. Dr. Antonio Gabriel Filho
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Saulo Philipe Sebastião Guerra
Departamento de Economia e Sociologia Rural, UNESP

Prof. Dr. Suedêmio de Lima Silva
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Prof. Dr. Eduardo Godoy de Souza
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Cascavel, 02 de fevereiro de 2007.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos meus pais, Newton J. Kunz e Vera B. K. Kunz, e minha irmã Regina, pelo carinho e apoio.

A minha namorada Cristiane, pela paciência, carinho e incentivo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos durante o curso.

Ao orientador, professor Dr. Antonio Gabriel Filho, bem como ao co-orientador, professor Dr. Joaquim Odilon Pereira, pelo auxílio e contribuições para realização deste trabalho.

Aos professores e amigos Suedêmio de Lima Silva e Emerson Fey.

Aos amigos e colegas de república, Flavio Gurgacz (Beijo), Marcelo A. Primo (Potrero) e Dirceu de Melo (Xaropinho), nosso morador temporário.

Aos amigos do LAMA (Laboratório de Mecanização Agrícola).

Aos proprietários das colhedoras, pela disponibilidade e paciência.

Ao Engenheiro Agrônomo Alisson Fey, pela amizade e ajuda na realização do trabalho.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, especialmente ao Curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de obtenção deste título.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma na realização deste trabalho.

Meu muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	IV
ABSTRACT.....	V
<u>1 INTRODUÇÃO.....</u>	<u>1</u>
<u>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</u>	<u>3</u>
<u>2.1 CULTURA DA SOJA.....</u>	<u>3</u>
<u>2.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO.....</u>	<u>4</u>
<u>2.3 MANEJO DA PALHA.....</u>	<u>5</u>
<u>2.4 COLHEDORAS.....</u>	<u>7</u>
<u>3 MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>11</u>
<u>3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....</u>	<u>11</u>
<u>3.2 COLETOR.....</u>	<u>11</u>
<u>3.3 COLETA DA PALHA.....</u>	<u>12</u>
<u>3.4 DETERMINAÇÃO DE UMIDADE E MASSA SECA DA PALHA.....</u>	<u>13</u>
<u>3.5 COLHEDORAS AVALIADAS.....</u>	<u>13</u>
<u>3.6 ANÁLISE DE NUTRIENTES.....</u>	<u>15</u>
<u>3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....</u>	<u>15</u>
<u>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>17</u>
<u>4.1 COLHEDORAS.....</u>	<u>17</u>
<u>4.2 DISTRIBUIÇÃO DA PALHA.....</u>	<u>20</u>
<u>4.3 DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES.....</u>	<u>27</u>
<u>5 CONCLUSÃO.....</u>	<u>32</u>
<u>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>33</u>

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. LOCAL DAS AVALIAÇÕES E CULTIVARES DE SOJA.....	11
TABELA 2. CARACTERÍSTICAS DAS COLHEDORAS AVALIADAS.....	14
TABELA 3. REGULAGENS DAS COLHEDORAS E CONDIÇÕES DAS AVALIAÇÕES.....	14
TABELA 4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE PALHA DAS COLHEDORAS.....	17
TABELA 5. QUANTIDADE DE NUTRIENTES PRESENTES NA PALHA DE SOJA DAS COLHEDORAS D, F E H, (G KG-1).....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. DETALHE DO COLETOR UTILIZADO PARA COLETA DA PALHA.....	12
FIGURA 2. ESQUEMA DE COLETA DA PALHA DAS COLHEDORAS.....	13
FIGURA 3. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (CV) DA DISTRIBUIÇÃO TRANSVERSAL DE PALHA. LETRAS IGUAIS NÃO DIFEREM PELO TESTE DE TUKEY COM 5% DE PROBABILIDADE.....	18
FIGURA 4. DETALHE DO DISTRIBUIDOR DE PALHA DAS PENEIRAS, NA COLHEDORA F. ..	19
FIGURA 5. DENDOGRAMA DA ANÁLISE MÚLTIVARIADA DAS COLHEDORAS.....	19
FIGURA 6. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA A; ESQUERDA (-). (3,96 M).....	21
FIGURA 7. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA B; ESQUERDA (-). (3,96 M).....	21
FIGURA 8. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA C; ESQUERDA (-).(3,96 M).....	22
FIGURA 9. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA D; ESQUERDA (-).(3,96 M).....	22
FIGURA 10. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA E; ESQUERDA (-).(4,20 M).....	23
FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA F; ESQUERDA (-).(5,76 M).....	23
FIGURA 12. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA G; ESQUERDA (-).(4,86M).....	24
FIGURA 13. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA H; ESQUERDA (-).(5,76 M).....	24
FIGURA 14. DISTRIBUIÇÃO DE PALHA DA COLHEDORA I; ESQUERDA (-). (9,12 M).....	25
FIGURA 15. DETALHE DO DISTRIBUIDOR DE PALHA DA COLHEDORA I.....	26
FIGURA 16. PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DE NITROGÊNIO DAS COLHEDORAS D; F E H.....	28
FIGURA 17. PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DE POTÁSSIO DAS COLHEDORAS D; F E H.....	29
FIGURA 18. PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DE CÁLCIO DAS COLHEDORAS D; F E H.....	30
FIGURA 19. PERFIL DA DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO (P), FERRO (FE) E MANGANÊS (MN) DA COLHEDORA D.....	30

RESUMO

Com a implantação do Sistema de Plantio Direto, a palha passou a ter importante papel no sistema de manejo cultural, atuando como agente de recuperação ou manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, sendo usada como indicativo de qualidade do SPD. Apesar disso, o seu manejo não tem sido adequado, sendo comum observar, no campo, faixas com diferentes concentrações de palha, resultado da colheita mecanizada com colhedoras autopropelidas. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de palha por colhedoras autopropelidas na colheita da soja. Para a coleta dos resíduos, utilizou-se uma armação com dimensão de um metro de largura por dez metros de comprimento, subdividida em seções de 0,5 metro quadrado, confeccionada em lona, ferro e cabo de aço. As colhedoras foram avaliadas em condições normais de operação, com quatro repetições de coleta de palha. Para comparação das máquinas e avaliação da uniformidade de distribuição transversal de palha, foi utilizado o coeficiente de variação (CV). Todas as colhedoras apresentaram distribuição desuniforme, resultando em faixas com elevada concentração de palha na parte central da linha de deslocamento da colhedora e pouco nas extremidades, independentemente da largura da plataforma de corte. Apenas uma colhedora apresentou distribuição próxima da ideal, por possuir um sistema distribuidor para a palha proveniente das peneiras. Constatou-se que a palha oriunda das peneiras da colhedora pode ser a responsável pela formação das faixas com elevadas quantidades de palha na parte central, independente do tamanho da máquina.

Palavras-chave: Máquinas agrícolas, plantio direto, resíduo vegetal.

ABSTRACT

TRANSVERSE STRAW DISTRIBUTION FOR COMBINES IN THE SOYBEAN CULTURE

With the no tillage system implantation, the straw started to have important paper in the system field management. It acts as agent of recovery or maintenance the physical, chemical and biological soil properties, being used as indicative of quality of the system. Despite this, its handling has not been adjusted, being common to notice itself in the field, bands with different straw concentrations, result of the mechanized harvest. In this context, the work objective was to evaluate the uniformity of combine straw distribution in the soybean harvest. For the collection of the residues was used a scaffolding with dimension of a meter of width for ten meters of length, subdivided in sections of 0,5 square meters, confectioned in canvas, iron, and steel handle. The combines had been evaluated in normal conditions of operation, with four repetitions of straw collection. For comparison of the machines, and evaluation of the uniformity of transverse straw distribution was used the Coefficient of Variation (CV). All combines had presented a different distribution, resulting in bands, with raised straw concentration in the central combine part, and little in the extremities, independently of the cut platform width. But a combine presented distribution next to the ideal, for possessing a deliverering system for the straw proceeding from the bolters. The necessity of a deliverering mechanism for the same one was evidenced that the deriving straw of the combine bolters can be main the responsible one for the bands formation, with raised straw amounts in the center of the combine. It has, therefore, the necessity to develop a deliverering mechanism to equip the combines and to distribute the straw, independently of the machine size.

Keywords: Agricultural machines, no tillage, plants residue.

1 INTRODUÇÃO

No contexto de plantio direto como um sistema, a colheita de determinada cultura passa a ser não apenas a operação final no campo, mas sim o início para a implantação da próxima cultura, uma vez que a semeadura desta é realizada sobre os restos culturais do que acabou de ser colhido. Assim, uma boa distribuição dos resíduos sobre a superfície do solo é condição essencial para uma semeadura e manutenção do potencial produtivo dentro dos padrões estabelecidos para a cultura escolhida.

Em áreas que utilizam o sistema plantio direto, o preparo de solo consiste em um manejo adequado dos restos culturais ou da cultura implantada para servir de cobertura morta. No caso de restos culturais, o manejo mecânico da palhada começa na operação de colheita, visto que o fracionamento e distribuição da palha provinda do sistema de trilha da colhedora são de fundamental importância para o sucesso funcional da semeadora. Todo material provindo do interior da colhedora deve ser picado em fragmentos homogêneos e espalhado uniformemente na superfície do solo. Esse fracionamento e distribuição uniforme da palhada têm influência direta no processo da semeadura, principalmente das culturas de inverno, como o trigo, por exemplo, cujas semeadoras são mais suscetíveis ao embuchamento devido ao espaçamento reduzido entre as linhas de semeadura nestas máquinas.

Além de servir como indicativo de qualidade para o sistema plantio direto, a palha interfere nas propriedades físicas e químicas do solo, através do aumento da matéria orgânica, melhoria da estrutura do solo (agente ligante dos agregados) diminuição da evaporação, aumento da população microbiana, aumento da Capacidade de Troca Catiônica (CTC), entre outros. Além desses fatores, a palha exerce uma função essencial no controle da erosão, já que forma uma barreira

protetora contra o impacto das gotas de chuva e diminui a velocidade de escoamento superficial da água.

Mas, a presença de palha em si, não é garantia de sucesso. É importante que ela esteja bem distribuída sobre o solo, para evitar a ocorrência de locais com acúmulo de palha, causando problemas de embuchamento de semeadoras, emergência irregular de plântulas e provocar o aparecimento de faixas de fertilidade diferente, ou áreas mais suscetíveis à erosão e maior emergência de plantas daninhas nas áreas sem a presença de palha.

A dificuldade de se obter uma distribuição uniforme dos resíduos, na largura de corte da plataforma da colhedora, tem sido constatada visualmente em culturas comerciais e a disposição dos resíduos se torna crítica em culturas com semeadura direta, principalmente em áreas sem um sistema de rotação de culturas adequado.

Em face destes problemas, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição transversal de palha por colhedoras autopropelidas na colheita da soja, na região oeste do Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cultura da soja

A soja é uma leguminosa domesticada pelos chineses há cerca de cinco mil anos. Sua espécie mais antiga, a soja selvagem, crescia principalmente nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos, nas proximidades dos lagos e rios da china central. Há três mil anos, a soja se espalhou pela Ásia, onde começou a ser utilizada como alimento. Foi no início do século XX, que passou a ser cultivada comercialmente nos Estados Unidos. No Brasil, o grão chegou com os primeiros imigrantes japoneses em 1908, mas foi introduzida oficialmente no Rio Grande do Sul em 1914. Porém, a expansão no Brasil aconteceu somente nos anos 70, com o interesse crescente da indústria de óleo e a demanda do mercado internacional (EMBRAPA-CNPSO, 2004).

Até 1975, toda a produção brasileira de soja era realizada com cultivares e técnicas importadas dos Estados Unidos, onde as condições climáticas e os solos são diferentes do Brasil. Assim, a soja só produzia, em escala comercial, nos estados do sul, onde as cultivares americanas encontravam condições semelhantes a seu país de origem. Com o melhoramento genético, conseguiu-se levar a soja para as regiões de clima tropical no Brasil (Centro – Oeste, Norte e Nordeste) (EMBRAPA – CNPSO, 2004).

No Paraná, o plantio da soja disparou no início da década de 70, quando ocorreu a maior alta nos preços internacionais. Na década de 90, o estado se destacou como primeiro produtor nacional, com cerca de 25% de participação no total produzido no país (SEAB, 2003).

A cultura da soja representa o agro-negócio mais importante do Brasil, sendo a cultura líder em área cultivada, mercado consumidor de insumos

agrícolas e maior captadora de divisas para o país, por meio da exportação de grãos, óleo e farelo (CAMARA & MARQUES, 2001).

No oeste do Paraná, a cultura tem importância socioeconômica pela elevada produtividade e pela extensão da área cultivada, constituindo uma das principais regiões produtoras do estado (DERAL/SEAB, 2000).

2.2 Sistema Plantio Direto

O Sistema Plantio Direto (SPD) é o sistema de manejo do solo, onde a semeadura é realizada com revolvimento mínimo do solo, preservando-se a palha de culturas anteriores sobre a superfície do solo (GASSEN & GASSEN, 1996; MUZILLI, 1981; ARAÚJO, CASÃO & SIQUEIRA, 2001).

Para a EMBRAPA (2004), trata-se de um sistema de produção conservacionista, que se contrapõe ao sistema tradicional de manejo e envolve o uso de técnicas para produzir, preservando a qualidade ambiental. Ele fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente da área através de rotação de culturas.

Segundo SMITH (1996), os restos culturais deixados sobre o solo contribuem para a permanência da umidade por mais tempo, favorecendo o estabelecimento inicial mais rápido da cultura e auxiliando a suportar períodos curtos de seca, entre outros. Ainda, segundo o autor, a decomposição dos restos vegetais pelos microorganismos é de grande importância para o desenvolvimento das plantas e equilíbrio químico dos nutrientes do solo, aumentando a vida biológica, aeração e infiltração de água, melhorando, assim, o aproveitamento dos fertilizantes pelas culturas e, conseqüentemente, a obtenção de maiores produtividades.

De acordo com ALMEIDA (1988), algumas culturas de cobertura por meio de seus resíduos, além de melhorar a qualidade do solo, reduzem a infestação de plantas daninhas através da alelopatia e da interferência na radiação solar. O mesmo autor constatou que em culturas de verão como soja, feijão e milho, semeadas no Sistema Plantio Direto sobre coberturas mortas e densas, de lenta

decomposição e com efeitos alelopáticos, ocorre a redução ou até mesmo dispensa do uso de herbicidas.

Grande parte do sucesso do sistema de plantio direto reside no fato de que a palha deixada por culturas de cobertura, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal. Isso contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. A quantidade e a uniformidade de palha sobre o solo podem servir como referência para uma avaliação das condições do plantio direto (ALVARENGA, CRUZ & NOVOTNY, 2004).

A duração do resíduo sobre o solo ou sua velocidade de decomposição é regulada principalmente pela relação C/N do material, inerente à espécie vegetal, refletindo-se na velocidade com que o material é decomposto pela fauna do solo. OLIVEIRA, ALVARENGA & OLIVEIRA (2001), relatam que devido à cobertura morta, o número de gramíneas é reduzido significativamente pelos níveis de palha, independentemente da presença de herbicida e da época do ano.

Por outro lado, o teor de carbono tem interferência na compactação do solo e, segundo TORRES et al. (1999), quanto maior o teor de carbono no solo, menor é sua densidade. Ainda conforme eles, a matéria orgânica comparada aos demais minerais primários do solo tem baixa densidade real, em torno de 1 g cm^{-3} e, além disso, pode contribuir para diminuir o arranjo das partículas no processo de compactação durante as operações de cultivo.

2.3 Manejo da palha

No plantio direto, não apenas a rotação de culturas, mas o manejo da palha passa a ser muito importante. A eficiência do sistema de plantio direto no controle da erosão, o aumento da umidade do solo, a redução da emergência de plantas daninhas e outros benefícios às plantas e ao ambiente são muito dependentes de uma boa cobertura do solo (DECHEN et al. 2004).

Os resíduos protegem o solo do impacto das gotas de chuva e interferem no balanço hídrico, temperatura, teor de matéria orgânica e fertilidade do solo, na

germinação das culturas e das invasoras, bem como no desempenho dos sistemas mecanizados. Por isso, é importante que os resíduos estejam uniformemente distribuídos sobre o solo após a colheita (LEVIEN et al. 2004).

De acordo com EMBRAPA (2004), qualquer que seja o sistema adotado para a implantação da cultura principal, a queima da palha ou das vegetações de cobertura do solo deve ser evitada. Ainda, na colheita do milho, o picador deve ser regulado de modo a promover uma trituração mínima dos resíduos. Caso não se faça o uso desse equipamento e a palha dificulte a semeadura da cultura posterior, haverá a necessidade de uma operação complementar para picar melhor os resíduos.

O manejo da fitomassa está relacionado basicamente a dois sistemas de manejo: o sistema químico realizado com herbicidas ou dessecantes e o sistema mecânico, onde se utiliza máquinas ou implementos de cultivo. ARAÚJO, CASÃO & SIQUEIRA (2001) recomendam que no processo mecânico, as máquinas usadas para o manejo da cobertura vegetal devem cortar e acamar o material, distribuindo-o uniformemente sobre a superfície do solo, pois segundo eles, o objetivo é que se tenha uma redução no comprimento das palhas, evitando o acúmulo destas junto aos sulcadores das semeadoras. Ainda segundo os autores, a máquina usada para o manejo depende, entre outras, da quantidade de palha sobre o solo e da capacidade da semeadora.

Segundo GADANHA Jr. et al. (1991), o rolo-faca pode ser uma das máquinas usadas no manejo dos resíduos, pois ele tem a função principal de promover o pré-acamamento e o corte da massa vegetal, que tanto pode ser originária de restos culturais, como também de adubos verdes.

O picador e o distribuidor de palha acoplados às colhedoras automotrizes constituem um método eficiente e de baixo custo para o manejo da palha (ARAÚJO, CASÃO & SIQUEIRA, 2001). Para estes autores e para EMBRAPA (2004), quando não se dispõe deste equipamento ou se deseja manejar outras plantas de cobertura, pode-se usar a roçadora, a segadora, o rolo-faca ou o triturador.

Para ALBERTA (1999), a uniformidade de distribuição dos restos culturais, além de ser essencial para o Sistema de Plantio Direto, evita ou reduz problemas como o embuchamento dos equipamentos de semeadura, má distribuição de sementes, infestação de doenças, plantas daninhas e insetos, evita a formação faixas de solo com diferentes níveis de fertilidades, e reduz a interferência na radiação solar sobre o solo e sobre as sementes.

Além desses problemas, o principal objetivo do manejo da palha, deve ser a promoção de condições adequadas para que o sulcador, durante a semeadura, consiga realizar sua função preliminar de abertura de sulco e colocação da semente sem nenhum impedimento; isso significa dizer, que o resíduo deve fluir facilmente em torno deste (AGRICULTURE FOOD AND RURAL DEVELOPMENT, 2005).

2.4 Colhedoras

Apesar de existirem várias formas e máquinas para o manejo dos resíduos, a colhedora tem importância fundamental, pois segundo ALBERTA (1999) e AGRICULTURE FOOD AND RURAL DEVELOPMENT (2005), é a maneira mais prática de se manejar o resíduo da colheita, já que através dela pode-se determinar a altura de corte, cortar e espalhar a palha e o palhiço uniformemente na lavoura. As operações extras entre colher e plantar, realizadas unicamente para manejar a palha das culturas, são demoradas e caras.

Desde 1950, a largura de corte das colhedoras vem aumentando junto com a produção de massa seca das culturas, o que propicia altas quantidades de resíduos. O aumento da plataforma foi na ordem de 3,66 m na década de 50, para 6,1 a 7,32 m em média, nos dias hoje. Colhedoras com plataformas de 9,14 m ou mais, já estão disponíveis, sendo que a maioria delas, não está equipada adequadamente para espalhar de maneira uniforme estes maiores volumes de fitomassa (VESETH et al. 1997). Segundo os autores, em trigo o problema de distribuição de resíduo tem crescido muito nas últimas duas décadas, devido, principalmente, ao aumento da largura de corte das colhedoras e o uso de variedades mais altas.

Para SMITH (1996), a grande capacidade operacional das colhedoras equipadas com plataformas de grãos de 6,1 a 7,32 m ou de 8 a 12 linhas milho, dificulta a distribuição da fitomassa. Quando o material da cultura é coletado em 9,14 m de largura e depositado na parte traseira da colhedora numa largura de 1,83 m, são relatados vários problemas de manejo destas palhas.

ORLANDO et al. (2005 a) estudaram a distribuição de resíduos de trigo em três colhedoras de cilindro transversal e sem espalhador de palhiços e constataram uma grande desuniformidade de distribuição, com maior acúmulo no centro das máquinas (entre 3 Mg ha⁻¹ e 4 Mg ha⁻¹), mesmo elas tendo tamanho de plataforma entre 3,96 e 5,18 m. Ainda, segundo o autor, essa má distribuição da palha pode ocasionar faixas de fertilidade diferentes dentro da largura de corte após a decomposição dos resíduos.

ORLANDO et al. (2005 b) verificaram que houve irregularidade na distribuição da palha pelas colhedoras, independente da largura de corte. Os mesmos autores citam ainda que essa desuniformidade na distribuição ocasiona uma disponibilidade de nutrientes desuniforme, concordando com GRESPAN (2005), que observou maiores teores de nutrientes nas faixas onde ocorre a deposição da palha proveniente das peneiras da colhedora. Ambos os autores destacam ainda a importância de um sistema de distribuição de palhiço (material proveniente das peneiras) para se conseguir uma distribuição de palha mais próxima do ideal.

VESETH et al. (1997), estudando a distribuição de resíduos de trigo com produção de massa seca total em torno de 11,9 Mg ha⁻¹, sendo desse total 6,7 Mg ha⁻¹ palha e 5,2 Mg ha⁻¹ soqueira (parte da cultura que ficou no solo sem passar pela colhedora), constataram que as colhedoras com cilindros originais, sem alteração, apresentaram os testes padrões muitos desiguais na distribuição de resíduos, variando de 5,2 Mg ha⁻¹ (só a soqueira) perto das bordas da largura de colheita e 22,2 Mg ha⁻¹ no centro da colhedora. O palhiço compôs 65 % das 22,2 Mg de resíduo. Segundo eles, com um picador de palha, somente se reduziu o tamanho das partículas. Com um distribuidor de palhiço, conseguiu-se uma distribuição muito mais uniforme, porém com distribuição além da largura da

plataforma, causando sobreposição, que segundo os autores, pode ser ajustada através da redução da velocidade do distribuidor de palhiço.

Segundo VESETH et al. (1997), em colhedoras com cilindro axial e sem espalhador de palhiço, verificou-se o mesmo comportamento de distribuição que aquela de cilindro normal e sem distribuidor, somente distribuindo as quantidades um pouco mais para a direita. Com um distribuidor protótipo, teve-se uma distribuição de resíduo mais uniformemente que variou de 8,7 a 17,3 Mg ha⁻¹, mas outra vez o palhiço e a palha foram jogados além da largura de corte sobrepondo com a da última passada. Com modificações como abaixamento do sistema, aumento do número de pás e rotação do distribuidor, obteve-se uma distribuição mais uniforme com níveis de resíduo que variou de 9,6 Mg ha⁻¹ a 14,1 Mg ha⁻¹ na largura de corte. Segundo o autor, os produtores podem modificar seus próprios distribuidores ou comprar os equipamentos que são disponíveis comercialmente com preço relativamente baixo.

Atualmente, a maioria das máquinas disponíveis do mercado possui somente o picador com aletas difusoras para distribuir a palha, sem a presença de um mecanismo distribuidor de palhas nas peneiras. Para AGRICULTURE FOOD AND RURAL DEVELOPMENT (2005), dois tipos de mecanismos espalhadores de resíduo estão disponíveis nas colhedoras: um deles usa o picador para a palha do saca-palha e um distribuidor de palhiço separado, na saída das peneiras da colhedora; o outro tipo mistura o palhiço com a palha do saca-palha e promove a distribuição dos dois simultaneamente.

Devido à necessidade de distribuição dos resíduos durante a colheita, os equipamentos ou mecanismos devem ser eficientes para garantirem uma distribuição de boa qualidade. Os custos e vantagens para o manejo do resíduo variam de local para local, dependendo do equipamento usado e da quantidade de resíduo. Adicionar acessórios espalhadores do palhiço e da palha às colhedoras é redução de custo, pois evita operações subseqüentes. Os distribuidores de palhas estão disponíveis para vários tipos de colhedoras, tanto de fábrica como os paralelos, muitas vezes criados pelos próprios produtores (SMITH 1996).

A maioria desses espalhadores de palhiço utiliza discos giratórios, cujo custo de investimento, segundo SMITH (1996), é pago com o aumento da produção e o aumento da eficiência das máquinas no campo.

Segundo CTIC (2005), o resíduo é de fácil distribuição, mas devido ao seu baixo peso, é difícil espalhar além de 6-7 metros. Por isso, os propagadores de disco-único são os mais eficazes para a distribuição até 6 metros e os duplos têm uma maior eficácia em larguras maiores.

De acordo com ALBERTA (1999), a maioria de propagadores do debulho tipo disco girador fazem um bom trabalho de distribuição até aproximadamente 4,5 a 6 m (15 a 20 pés). Para larguras de corte maiores, os propagadores do debulho pneumáticos podem ser utilizados, pois segundo o autor, eles induzem um grande fluxo de ar, que pode carregar o debulho até 11 m (35 pés), além de ser menos afetado por ventos laterais (REM, 2005).

Outros mecanismos de distribuição de restos culturais vêm sendo estudados. É o caso do equipamento que substitui o picador de palha das colhedoras, constituído por seis lâminas de borracha, que segundo BANDEIRANTES (2005), têm a finalidade de efetuar a distribuição uniforme da palha sem promover a fragmentação da mesma e com baixo consumo de combustível. Segundo a empresa, é mais recomendado para a palha de milho.

Muitas vezes os problemas de distribuição estão simplesmente na falta de manutenção dos mecanismos existentes. Segundo SMITH (1996), para melhorar a distribuição devem-se melhorar os distribuidores já existentes através de reparos ou modificações. Além disso, muitos desses mecanismos distribuidores terão excelente resultado, mas deve-se tomar cuidado e considerar alguns aspectos antes de modificar a máquina. De acordo com o autor, deve-se verificar se a adaptação não vai originar vibrações, se não diminuirá a capacidade colhedora, qual a durabilidade da adaptação e se a mesma é móvel, permitindo a instalação em outra colhedora. Além disso, a praticidade de manejar a colhedora sem funcionar ou remover o espalhador, se este limita o acesso para peneiras ou se possui ajustes e possibilidade de regulagens, são fatores que também devem ser observados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

As avaliações foram realizadas na região Oeste do Paraná, na safra 2005/2006 por ocasião da colheita da soja. As colhedoras foram avaliadas em unidades de produção agrícola cuja localização pode ser observada na Tabela 1. A Tabela 1 apresenta também as cultivares de soja para cada colhedora.

Tabela 1. Local das avaliações e cultivares de soja.

Colhedora	Município	*Latitude (°)	*Longitude (°)	*Altitude (m)	Cultivar de soja
A	Capitão L. Marques	-25,510506	-53,651428	260	Spring
B	Capitão L. Marques	-25,512437	-53,637259	290	CD 202
C	Toledo	-24,572464	-53,758345	477	CD 202
D	Cascavel	-25,225706	-53,306917	724	CD 206
E	Maripá	-24,560364	-53,730930	481	BRS 232
F	Maripá	-24,556346	-53,734269	473	CD 202
G	Maripá	-24,451544	-53,864149	394	BRS 184
H	Maripá	-24,548851	-53,722606	483	CD 215
I	Maripá	-24,560423	-53,721869	496	CD 215

* Localização obtida pelo programa Google Earth.

3.2 Coletor

Para a realização das avaliações confeccionou-se um coletor com dez (10) metros de comprimento por um (1) metro de largura, subdividido em seções de meio (0,5) metro quadrado (Figura 1), baseado na norma ASAE S396.2 (1998).



Figura 1. Detalhe do coletor utilizado para coleta da palha.

O coletor foi confeccionado utilizando lona, ferro e cabo de aço. Os espaçadores (barras de ferro) foram fixados nos cabos de aço com abraçadeiras, distanciados meio metro um do outro, constituindo desta forma as subdivisões.

3.3 Coleta da palha

As colhedoras foram avaliadas em campo, por ocasião da colheita da soja, em condições normais de operação nas propriedades, com o auxílio do coletor. Com a colhedora parada, o coletor era colocado entre os eixos dianteiro e traseiro da máquina. Duas pessoas, uma em cada lado da colhedora, seguravam as extremidades da armação (Figura 2a) e acompanhavam o deslocamento da máquina até a normalização do fluxo de palha, momento em que o coletor era disposto sobre o chão (Figura 2b), coletando-se, desta forma, a palha proveniente das peneiras e do picador da colhedora.

A palha presente em cada subdivisão foi coletada individualmente e acondicionada em sacolas. Após a secagem e pesagem do material em laboratório, foram realizados os cálculos e determinados os perfis da distribuição da palha das colhedoras.



Figura 2. Esquema de coleta da palha das colhedoras.

3.4 Determinação de umidade e massa seca da palha

A palha coletada foi armazenada em sacos etiquetados com o número respectivo de cada divisão da armação e, no Laboratório de Física do Solo, da UNIOESTE, *campus* de Marechal Cândido Rondon, ela foi seca em estufa, com circulação forçada de ar por 72 horas a 65°C, segundo metodologia de KIEHL (1979), até se obter peso constante. O material foi pesado em balança analítica, marca/modelo BEL MARK/2200, com precisão de 0,01 grama e capacidade de 200mg a 2200g. A partir dos dados obtidos, foram calculadas a umidade e a massa seca da palha para cada colhedora.

3.5 Colhedoras avaliadas

Foram avaliadas nove colhedoras na colheita da soja, sendo que elas foram avaliadas da maneira que estavam, ou seja, sem interferência ou alterações nas regulagens utilizadas pelo operador. Para cada colhedora, foram realizadas quatro repetições de coleta de palha e anotados: largura da plataforma de corte, velocidade de deslocamento, rotação do cilindro, abertura do côncavo, largura das peneiras e número de aletas difusoras do picador de palha.

As características das colhedoras avaliadas podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características das colhedoras avaliadas.

Máq.	Marca ¹	Modelo	Ano fabric.	Sistema trilha	Larg. Plataf. (m)	Larg. Peneira (m)	Distr. palhiço	Nº aletas	Nº saca-palhas
A	NH	4040	1984	Radial	3,96	1,02	Não	4	4
B	NH	4040	1986	Radial	3,96	1,02	Não	4	4
C	SLC	6200	1982	Radial	3,96	0,96	Não	4	4
D	IDEAL	1175	1984	Radial	3,96	0,96	Não	8*	4
E	MF	6845	1993	Radial	4,20	1,10	Não	8*	4
F	JD	1550	2004	Radial	5,76	1,50	Sim	10	6
G	MF	5650	2002	Radial	4,86	1,24	Não	8	5
H	NH	TC 59	2004	Radial	5,76	1,52	Não	10	6
I	CASE	2388	2006	Axial	9,12	-	Sim	-	-

*As colhedoras D e E não possuem regulagem horizontal nos defletores do picador.

As colhedoras foram avaliadas em condições normais de operação no campo, com diferentes características e regulagens que são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Regulagens das colhedoras e condições das avaliações.

Colhedora	Velocidade (Km h ⁻¹)	Umidade da palha	Declividade ¹	Rotação do cilindro (RPM)	Abertura do côncavo (mm) ²
A	3,5	33%	4% d	600	25 - 20
B	3,2	45%	1% d	700	20 - 15
C	4,5	15%	0%	1000	20 - 12
D	3,5	26%	2% e	567	25 - 15
E	4,5	35%	1% e	700	20 - 12
F	5,0	10%	2% e	800	25 - 15
G	4,0	06%	0%	600	25 - 15
H	6,5	07%	0%	900	30 - 25
I	6,0	10%	1% d	-	-

¹Porcentagem e sentido da declividade no local de avaliação (d = direita; e = esquerda).

²Espaço entre o côncavo e cilindro de trilha, na parte da frente e parte de trás do côncavo.

¹ A citação de marcas não implica em recomendação do autor.

A velocidade foi determinada no momento da coleta da palha, cronometrando-se o tempo gasto pela colhedora para percorrer 50 metros. A umidade da palha foi determinada em laboratório e a declividade do terreno medida com teodolito. A rotação do cilindro de trilha foi verificada no painel de instrumentos da colhedora e a abertura do côncavo foi mensurada com régua graduada em milímetros.

3.6 Análise de nutrientes

A análise de nutrientes foi realizada para a palha das colhedoras D, F e H. Para cada colhedora, foi encaminhada para o laboratório uma amostra composta de oito sub-amostras obtidas das repetições de coleta de palha.

As determinações de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K) foram realizados pela metodologia de digestão nitro-peróxido (AOAC, 1990) e a de fósforo (P) pela digestão sulfúrica, sendo ambas realizadas pelo Laboratório de Química Agrícola e Ambiental da Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon.

A partir desses resultados, foi calculada a quantidade em kg ha^{-1} através da multiplicação da massa de palha pelo teor de nutrientes da mesma e simulada a distribuição teórica destes nutrientes, a partir do perfil de distribuição transversal de palha das colhedoras.

3.7 Análise dos dados

Para avaliar a uniformidade de distribuição da palha pelas colhedoras foi utilizado o coeficiente de variação (CV), por ser uma medida relativa que considera a grandeza daquilo que se analisa (PIMENTEL-GOMES, 2002), permitindo dessa forma, a avaliação e comparação das colhedoras mesmo com plataforma de corte de larguras diferentes.

Foi calculado o valor do coeficiente de variação (CV) para cada repetição de coleta de palha da colhedora e os valores submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram

considerados aceitáveis os valores de coeficiente de variação abaixo de 20%, de acordo com as recomendações de GOMES (1982).

Também foi realizada uma análise multivariada dos dados, avaliando a similaridade entre as colhedoras em função do CV, largura da plataforma de corte e umidade da palha.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Colhedoras

Para melhor visualização do comportamento da distribuição da palha pelas colhedoras, realizou-se uma análise estatística exploratória (Tabela 4) da distribuição transversal, para todas as colhedoras. Pode-se observar que a massa seca da palha variou de 1,30 Mg ha⁻¹ na colhedora A, até 2,48 Mg ha⁻¹ na colhedora H, o que pode ter influenciado na distribuição dessa palha.

Tabela 4. Análise exploratória da distribuição transversal de palha das colhedoras.

Colhedora	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Média*	1,30	1,74	2,46	2,17	2,42	2,33	2,31	2,48	2,29
Mediana*	1,56	1,69	2,13	1,77	2,17	2,44	1,78	1,73	2,10
Desv. Pad.	0,69	0,55	1,63	1,45	1,53	0,31	1,22	1,69	1,26
Variância	0,47	0,30	2,67	2,11	2,34	0,09	1,50	2,86	1,59
Curtose	-1,21	-1,02	-0,39	1,95	-1,05	-0,07	2,63	-1,10	1,14
Assimetria	-0,31	0,14	0,72	1,29	0,21	-0,69	1,72	0,75	1,07
Mínimo*	0,32	0,95	0,68	0,52	0,32	1,70	1,34	0,66	0,55
Máximo*	2,27	2,57	5,35	5,15	4,77	2,72	5,05	5,22	5,22
Intervalo*	1,96	1,62	4,67	4,64	4,45	1,03	3,71	4,56	4,67
CV (%)	64	41	74	70	68	28	57	72	61

* valores expressos em Mg ha⁻¹.

As colhedoras apresentaram desuniformidade na distribuição da palha dentro da largura da plataforma de corte. Na colhedora C, a diferença entre as quantidades de palha coletada nas subdivisões do coletor chegou a 4,67 Mg ha⁻¹. Na colhedora D, a quantidade máxima coletada na linha central do deslocamento da colhedora foi aproximadamente dez vezes maior que a quantidade mínima na extremidade, devido, possivelmente, ao acúmulo da palha proveniente das peneiras. Essa desuniformidade na distribuição pode ser observada pelos valores

do CV%, elevados em todas as colhedoras. De acordo com GOMES (1982), coeficientes de variação acima de 20% são considerados altos para ensaios agrícolas.

Conforme pode ser visto na Figura 3, todas as colhedoras apresentaram um elevado CV, sendo que a colhedora F apresentou o menor valor, diferindo estatisticamente das demais colhedoras. Já as colhedoras C, D, E e H apresentaram os maiores valores, diferindo estatisticamente das demais colhedoras.

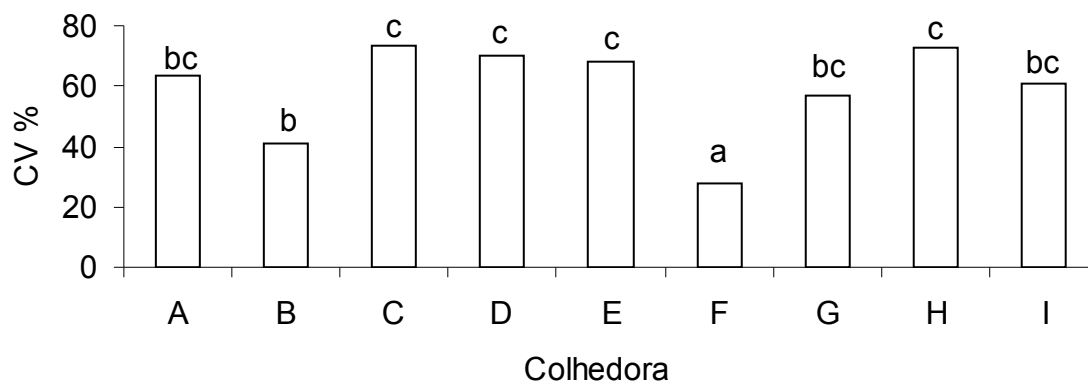


Figura 3. Coeficiente de variação (CV) da distribuição transversal de palha. Letras iguais não diferem pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

Das máquinas avaliadas, a colhedora F apresentou a distribuição transversal mais próxima dos valores aceitáveis (CV = 28%). Esta colhedora estava equipada com um mecanismo para distribuir a palha proveniente das peneiras, conforme apresentado na Figura 4. Com este equipamento, o material das peneiras é arremessado sobre o distribuidor que lança a palha para os lados, evitando que ela caia diretamente sobre solo. Desta forma, a palha não fica acumulada no centro, como ocorre na ausência do equipamento.



Figura 4. Detalhe do distribuidor de palha das peneiras, na colhedora F.

Já as demais colhedoras apresentaram uma distribuição menos uniforme, com acúmulo de palha no centro da colhedora, mais especificamente na largura compreendida pelas peneiras da máquina, evidenciando o relato feito por SMITH (1996) sobre a importância da distribuição dos resíduos desta seção.

A análise multivariada dos dados foi realizada para verificar a similaridade entre as colhedoras, levando em consideração o coeficiente de variação da distribuição da palha (CV%), a largura da plataforma de corte da colhedora (LP m) e a umidade da palha (Um %). O resultado da análise foi o agrupamento das colhedoras em quatro grupos que podem ser visualizados na Figura 5.

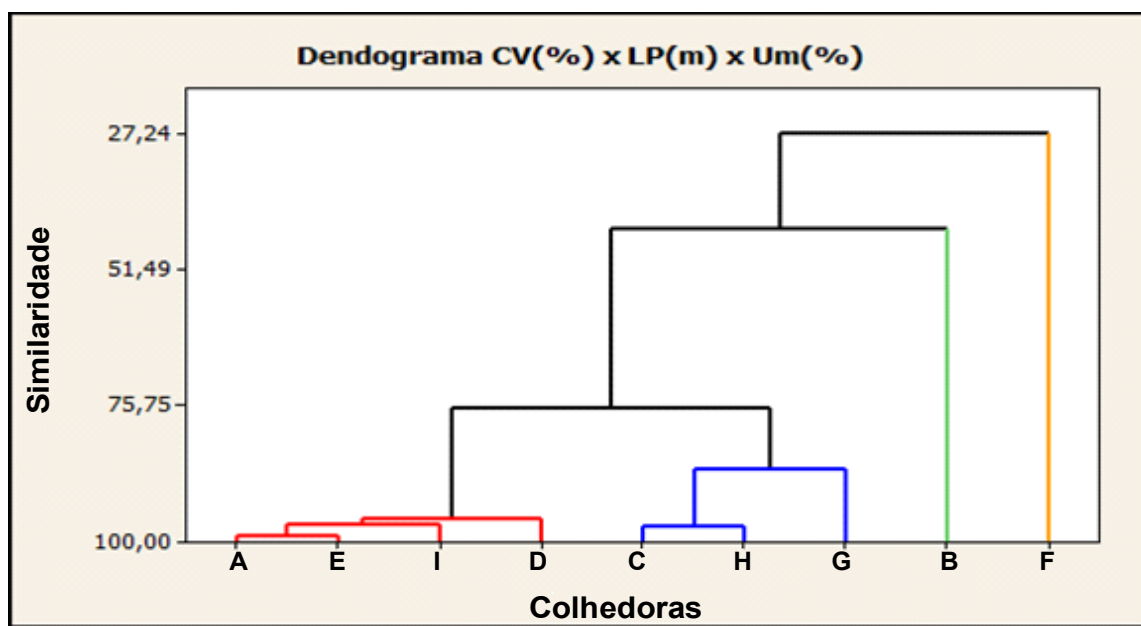


Figura 5. Dendrograma da análise múltipla das colhedoras.

Conforme pode ser observado na Figura 5, as colhedoras A, D, E e I constituem o conjunto com maior similaridade, em torno de 95%. As colhedoras C, G e H constituem o segundo conjunto, com similaridade acima de 80%, enquanto as colhedoras B e F aparecem constituindo o terceiro e quarto conjunto respectivamente. As colhedoras F e B constituem conjuntos diferentes e individuais devido possivelmente a influencia do CV dessas colhedoras, que foi de 28% e 41% respectivamente, sendo esses valores bem inferiores e estatisticamente diferentes, entre si e em relação às demais colhedoras.

Na Figura 5, pode-se observar também que a colhedora I aparece no mesmo grupo das colhedoras A, D e E, demonstrando que em termos de distribuição da palha ela apresentou comportamento semelhante a estas colhedoras, apesar de possuir um sistema distribuidor para toda a palha que passa no interior da máquina. O que pode ter influenciado a distribuição desta colhedora é o tamanho da plataforma de corte (9,12m), pois de acordo com CTIC (2005), apesar de o resíduo ser de fácil distribuição, é difícil espalhar além de 6-7 metros, quando ele possui baixo peso, o que acontece quando a palha está muito seca, como no caso desta colhedora.

4.2 Distribuição da palha

O perfil da distribuição transversal de palha das colhedoras pode ser observado nas Figuras 6 a 14, que mostram a distribuição da palha pela colhedora, bem como a largura da plataforma de corte, largura das peneiras e a quantidade média também considerada como a distribuição ideal de palha para cada máquina. A quantidade média de palha foi obtida pela relação entre a quantidade de palha coletada e a largura da plataforma de corte da colhedora.

A colhedora A (Figura 6) foi avaliada em área com declividade de 4% e, apresentou uma distribuição de palha com acúmulo no centro e para a direita da colhedora (lado para o qual a máquina estava inclinada). Quando a colhedora trabalha inclinada, a palha que é recolhida pela plataforma de corte começa a acumular em um lado da colhedora, tanto nas peneiras, como no saca palha da

máquina. Assim, a palha chega ao picador da colhedora concentrada no lado mais baixo (sentido da declividade), resultando numa distribuição irregular com quantidades maiores desse lado.

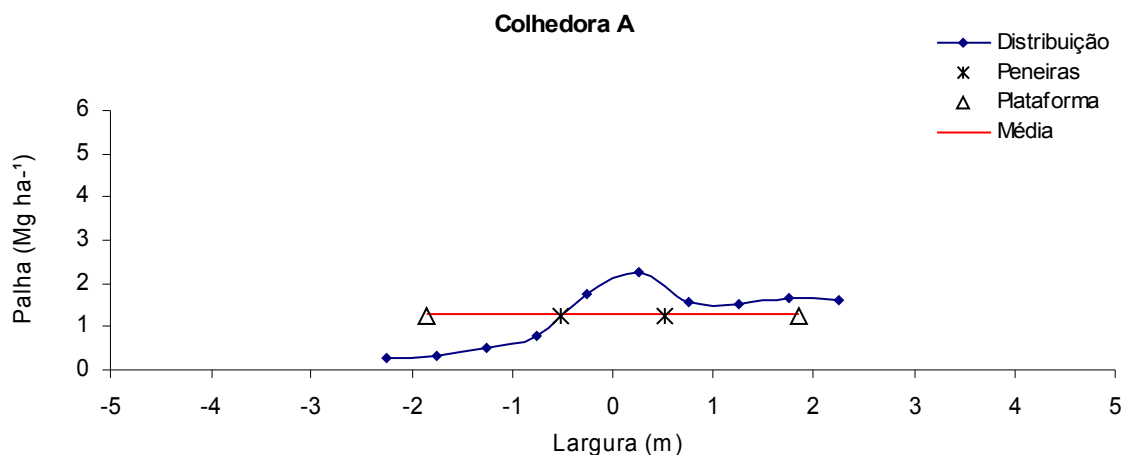


Figura 6. Distribuição de palha da colhedora A; esquerda (-). (3,96 m).

As colhedoras D (Figura 9) e F (Figura 11) avaliadas em área com 2% de declividade e as colhedoras B, E e I (Figuras 7, 10 e 14 respectivamente), avaliadas em áreas com 1% de declividade, também tiveram uma distribuição com tendência de acúmulo da palha no sentido da inclinação do terreno, embora não de forma tão acentuada quanto na colhedora A, devido a menor declividade da área.

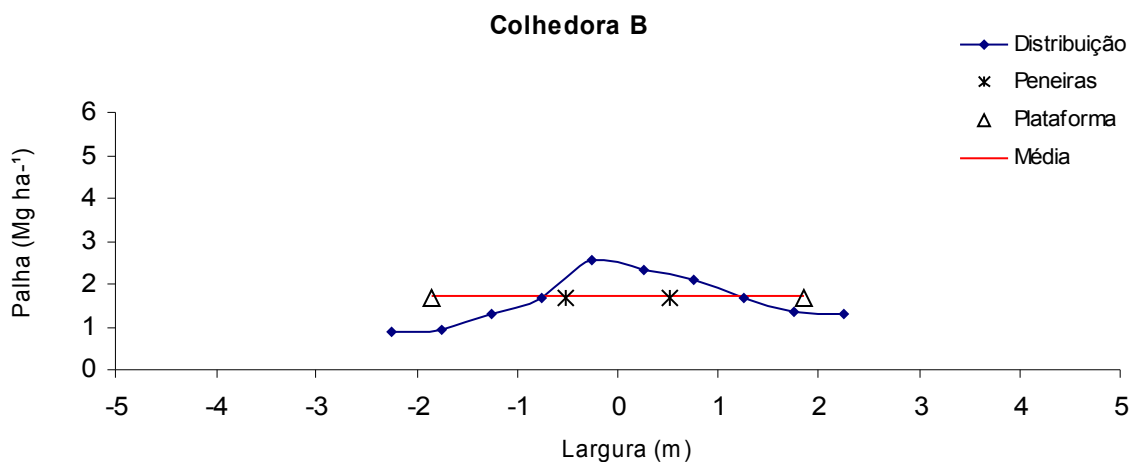


Figura 7. Distribuição de palha da colhedora B; esquerda (-). (3,96 m)

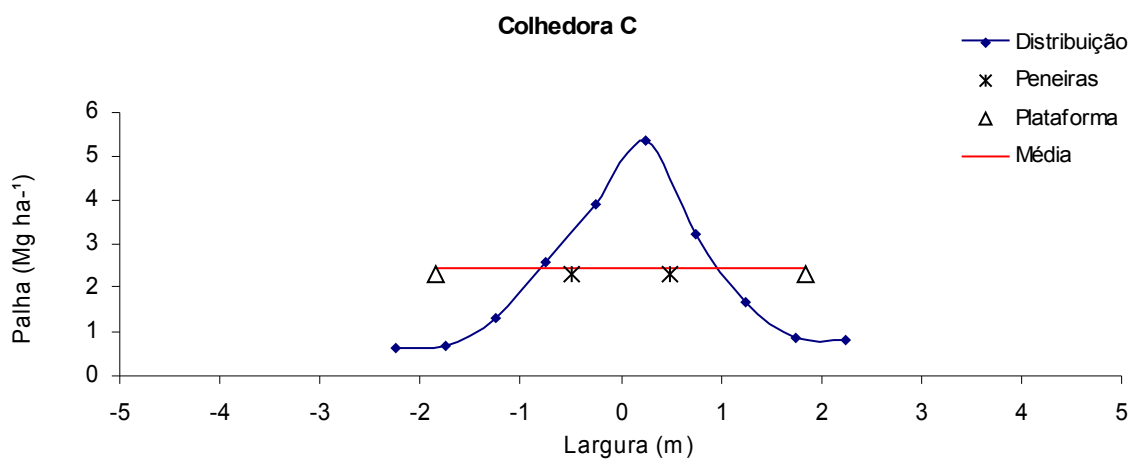


Figura 8. Distribuição de palha da colhedora C; esquerda (-).(3,96 m).

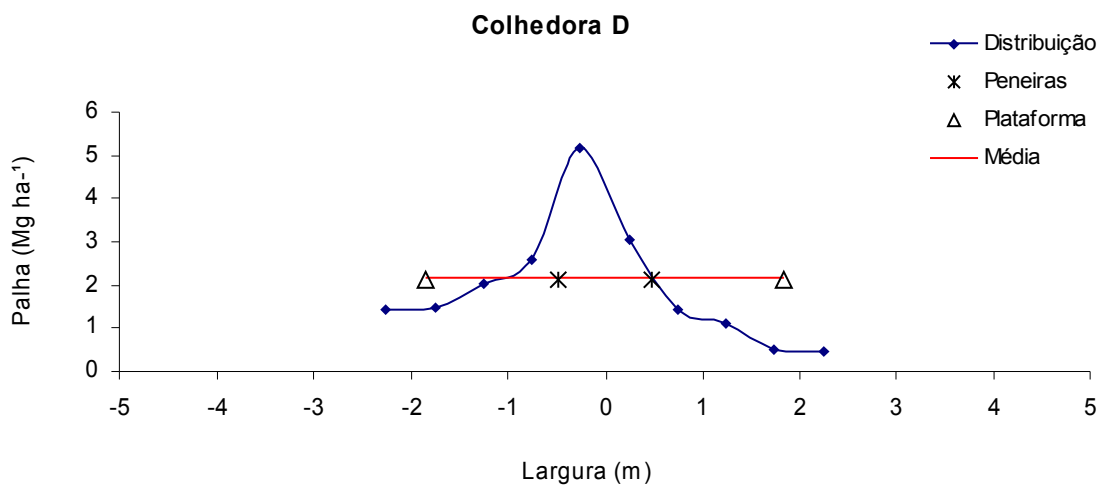


Figura 9. Distribuição de palha da colhedora D; esquerda (-).(3,96 m).

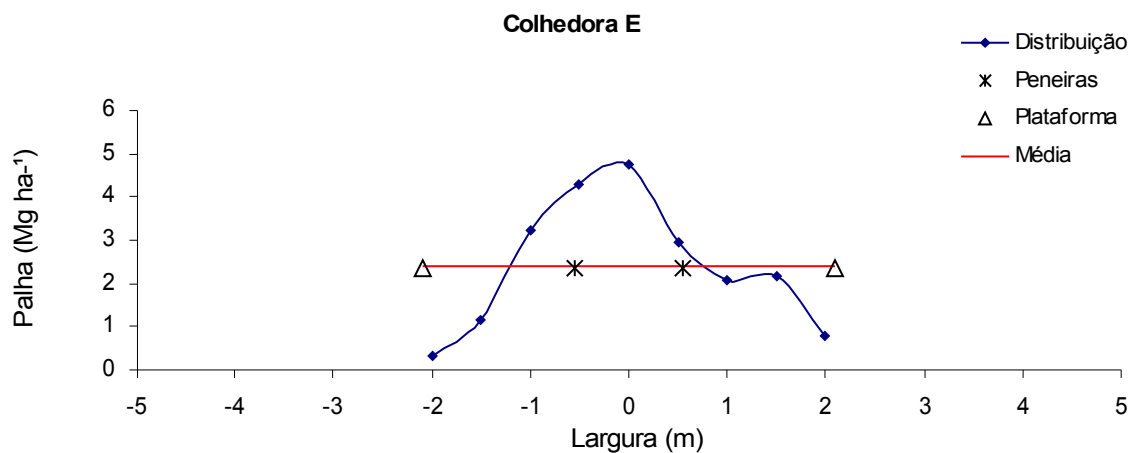


Figura 10. Distribuição de palha da colhedora E; esquerda (-).(4,20 m).

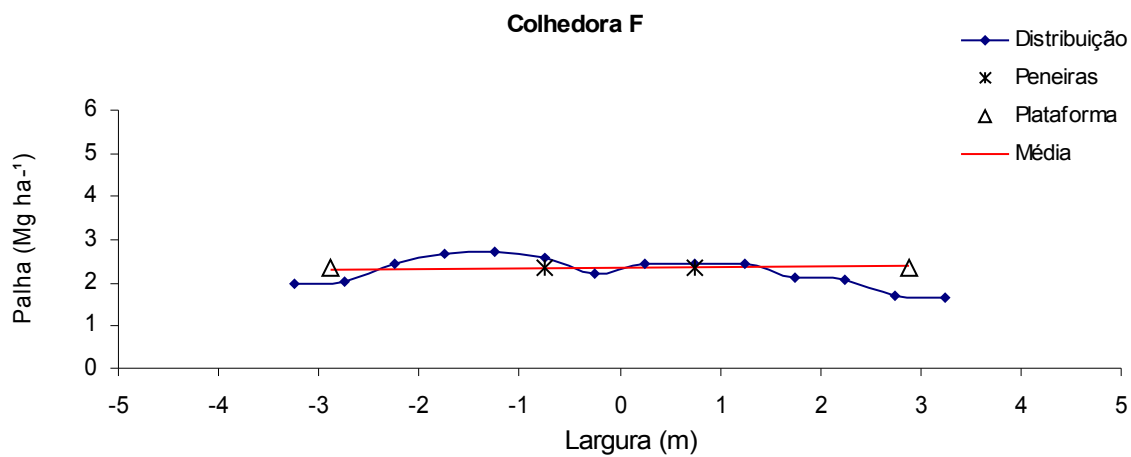


Figura 11. Distribuição de palha da colhedora F; esquerda (-).(5,76 m).

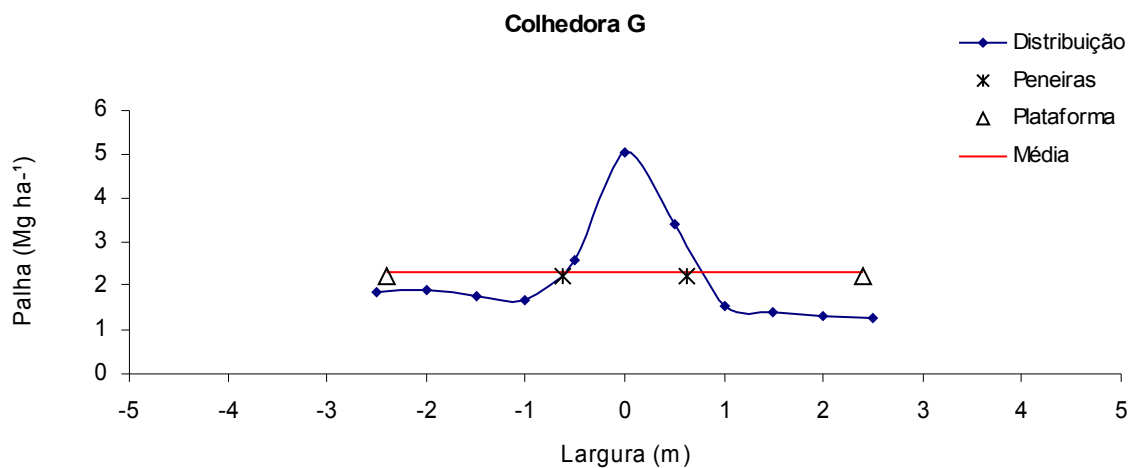


Figura 12. Distribuição de palha da colhedora G; esquerda (-).(4,86m).

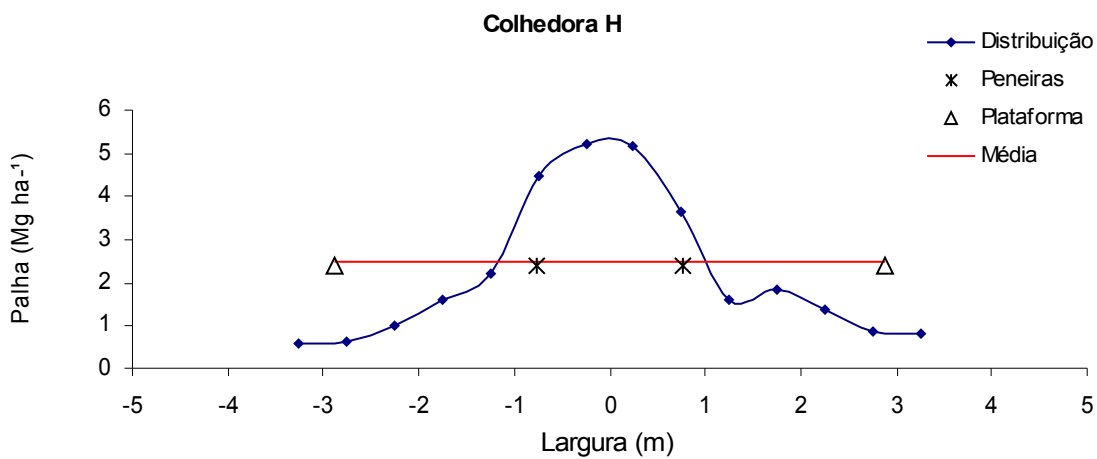


Figura 13. Distribuição de palha da colhedora H; esquerda (-).(5,76 m).

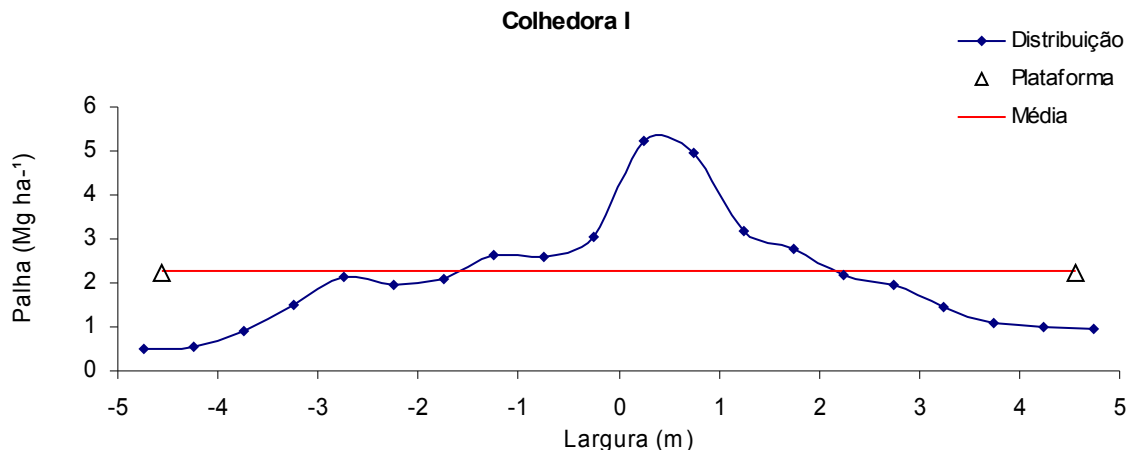


Figura 14. Distribuição de palha da colhedora I; esquerda (-). (9,12 m).

As colhedoras A, C e D, equipadas com plataforma de corte de 3,96m, apresentaram uma distribuição irregular com acentuada concentração de palha no centro da colhedora, demonstrando que mesmo trabalhando com plataformas de corte menores, a distribuição não é uniforme, discordando com o relato de VESETH et al (1997) e concordando com os resultados obtidos por ORLANDO et al. (2005 b).

Esta dificuldade de distribuir a palha de maneira uniforme pode estar relacionada às regulagens das aletas do picador, pois a colhedora B, também equipada com plataforma de 3,6m, distribuiu a palha de maneira mais uniforme, com CV de 41%, diferindo estatisticamente das colhedoras A, C e D. Outro fator que pode ter influenciado a distribuição é a umidade da palha, bastante elevada no caso da colhedora B, como pode ser visto na Tabela 4.

Quando a palha da cultura se encontra úmida, a maior parte da massa passa pelo saca-palha e por consequência no picador da colhedora, que a fragmenta e distribui. Quando a palha da cultura está muito seca como na avaliação das colhedoras G e H, o cilindro de trilha da colhedora quebra as plantas em fragmentos menores, que não ficam retidos no saca-palha da máquina e caem sobre as peneiras. Assim, nas colhedoras que não possuem um mecanismo distribuidor para a palha proveniente das peneiras, a palha é jogada

diretamente sobre o solo, ficando concentrada na parte central, como pode ser observado na distribuição das colhedoras G (Figura 12) e H (Figura 13). Outro fator que pode ter influência na distribuição da palha é sua massa, pois quando o material é muito leve, torna-se difícil arremessa-lo a distâncias maiores. Assim, o material mais úmido é arremessado com maior facilidade para os lados e não fica concentrado no centro da linha de deslocamento da colhedora.

A colhedora E, apesar da alta umidade da palha (35%), não apresentou uma distribuição uniforme. Isso pode ter ocorrido pelo fato dela não possuir regulagens nas aletas difusoras do picador, não proporcionando, dessa forma, opções para distribuir a palha de maneira mais adequada. Além disso, as oito aletas são curtas e fixadas com pouca angulação, de maneira que não arremessam a palha suficientemente para os lados, mas somente para trás, o que juntamente com a palha das peneiras, resulta em faixas de distribuição, com quantidades muito elevadas no centro da linha de deslocamento da colhedora e pouco nas extremidades.

A colhedora I possui sistema de trilha axial, diferente das demais colhedoras avaliadas e possui um sistema composto por dois discos horizontais com aletas, que giram em sentidos opostos e distribuem toda a palha que passa no interior da colhedora (Figura 15).



Figura 15. Detalhe do distribuidor de palha da colhedora I.

A distribuição transversal dessa colhedora foi bastante irregular com CV de 61% e, apesar do sistema distribuidor, apresentou uma elevada concentração de palha no centro com tendência para o lado direito, devido possivelmente ao sentido de rotação do rotor (sistema de trilha) da máquina, que conduz mais palha sobre o disco do lado direito, concordando com resultados obtidos por ORLANDO et al. (2005 b) e VESETH (1997).

Nota-se, que com exceção da colhedora F houve uma grande desuniformidade de distribuição dos resíduos. Esse fato também é relatado por DOUGLAS et al (1984), citado por VESETH (1997) e ORLANDO et al (2005 a), na cultura de trigo com colhedoras de sistema de trilha radial. Além disso, segundo o último autor, todas as colhedoras que não possuem distribuidor de debulho, independentemente da largura de corte, provocam faixas com acúmulo de resíduos no centro da linha de deslocamento da colhedora, nas culturas do trigo e soja.

4.3 Distribuição de nutrientes

A análise química de nutrientes foi realizada para a palha distribuída pelas colhedoras D, F e H e simulada a distribuição teórica de nutrientes para estas colhedoras. As quantidades de nutrientes presentes na palha podem ser vistas na Tabela 5.

Tabela 5. Quantidade de nutrientes presentes na palha de soja das colhedoras D, F e H, (g Kg⁻¹).

Colhedora	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn
D	1,75	0,36	6,6	42,1	4,5	0,004	0,008	0,55	0,036
F	1,67	0,31	5,9	39,7	4,1	-	-	-	-
H	1,71	0,33	6,1	40,4	4,2	-	-	-	-

A partir dos resultados da análise química, foi determinado o perfil de distribuição teórica dos nutrientes para as colhedoras. Como pode ser visto na

Tabela 5, o Cálcio (Ca) constitui o nutriente presente em maior quantidade na palha da soja, seguido do potássio (K), magnésio (Mg) e Nitrogênio (N). O fósforo aparece como o macronutriente em menor quantidade.

A uniformidade na distribuição destes nutrientes, conforme pode ser visto nas Figuras 16, 17 e 18, está diretamente relacionada à uniformidade de distribuição da palha pela colhedora, concordando com os resultados obtidos por ORLANDO et al. (2005 b).

Devido à distribuição desuniforme da palha, o perfil de distribuição teórica de nutrientes para as colhedoras D e H se apresentou bastante irregular, com elevada quantidade de nutrientes no centro da colhedora, e pouco nas extremidades, como pode ser observado nas Figuras 16, 17 e 18. Para o nitrogênio (Figura 16), essa variação foi de 0,9 Kg ha⁻¹ a 9,2 Kg ha⁻¹ na colhedora D, e de 1,04 Kg ha⁻¹ a 8,92 Kg ha⁻¹ para a colhedora H.

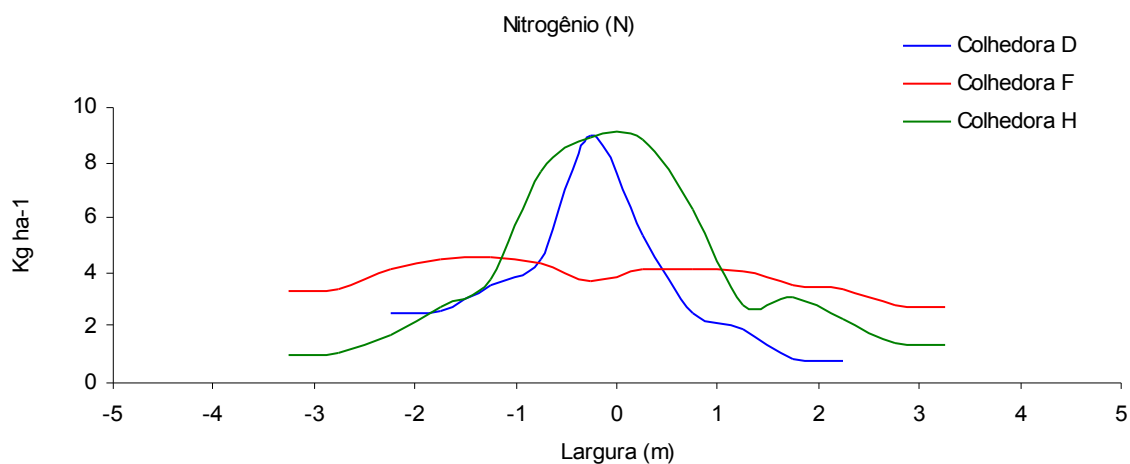


Figura 16. Perfil da distribuição de nitrogênio das colhedoras D; F e H.

No caso da colhedora F, que apresentou a distribuição transversal de palha mais uniforme das colhedoras avaliadas, o perfil de disponibilidade teórica de nutrientes também foi mais uniforme, com menores variações na quantidade de nutrientes dentro da faixa de deposição de palha da colhedora.

A distribuição teórica do potássio (K) também se apresentou irregular, como pode ser visto na Figura 17. De forma semelhante ao nitrogênio, a

distribuição teórica de potássio também apresentou grande variação na quantidade de nutriente no centro e nas extremidades da faixa de deposição das colhedoras D e H, com variações menores na colhedora F.

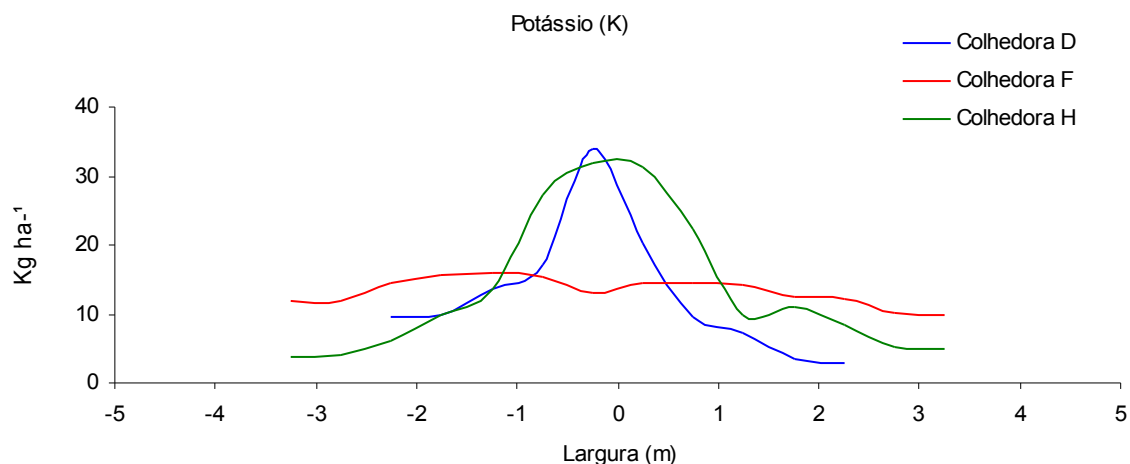


Figura 17. Perfil da distribuição de potássio das colhedoras D; F e H.

O cálcio foi o nutriente presente em maior quantidade na palha da soja e, conseqüentemente, foi o que apresentou as maiores variações no perfil de distribuição (Figura 18). A variação na colhedora D foi de 216,9 Kg ha⁻¹ no centro da faixa de distribuição a 19,3 Kg ha⁻¹ no lado direito. A colhedora H também apresentou elevada concentração no centro da faixa de distribuição, com quantidades chegando a 210,8 Kg ha⁻¹ e nas extremidades, quantidades muito inferiores, em torno de 24,6 Kg ha⁻¹. Na colhedora F, a variação foi menor, com valores de 65,5 Kg ha⁻¹ a 108,0 Kg ha⁻¹, evidenciando a importância do mecanismo distribuidor de palhiço presente nesta colhedora.

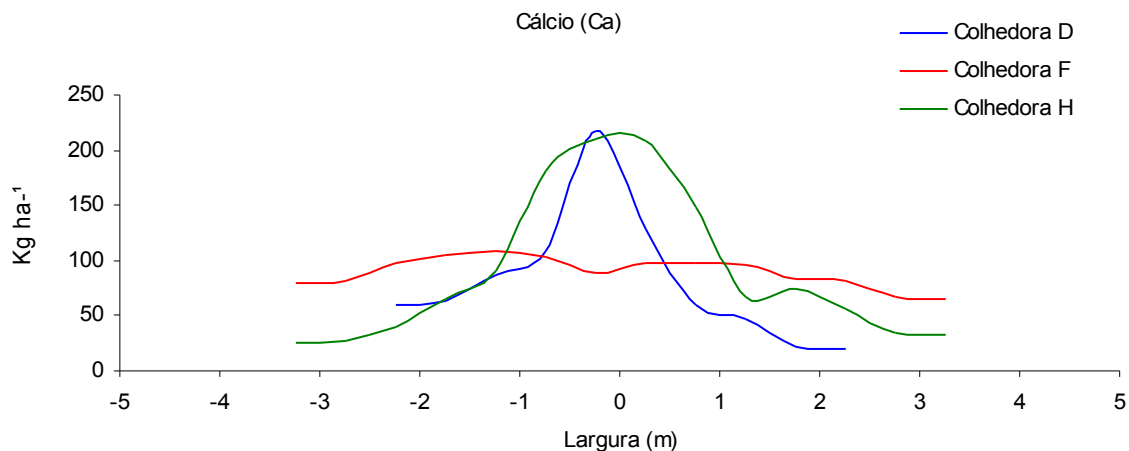


Figura 18. Perfil da distribuição de cálcio das colhedoras D; F e H

Os nutrientes como o fósforo (P), ferro (Fe) e manganês (Mn), presentes em menor quantidade na palha, também apresentaram uma distribuição desuniforme, como pode ser visto na Figura 19. Isso demonstra que mesmo para os nutrientes com baixa concentração na palha, a distribuição irregular dessa pode causar faixas de fertilidades diferentes, concordando com SMITH (1996), ALBERTA (1999), GRESPAN (2005) e ORLANDO et al. (2005 b) que relatam esses problemas, quando a distribuição de palha da colhedora não é uniforme.

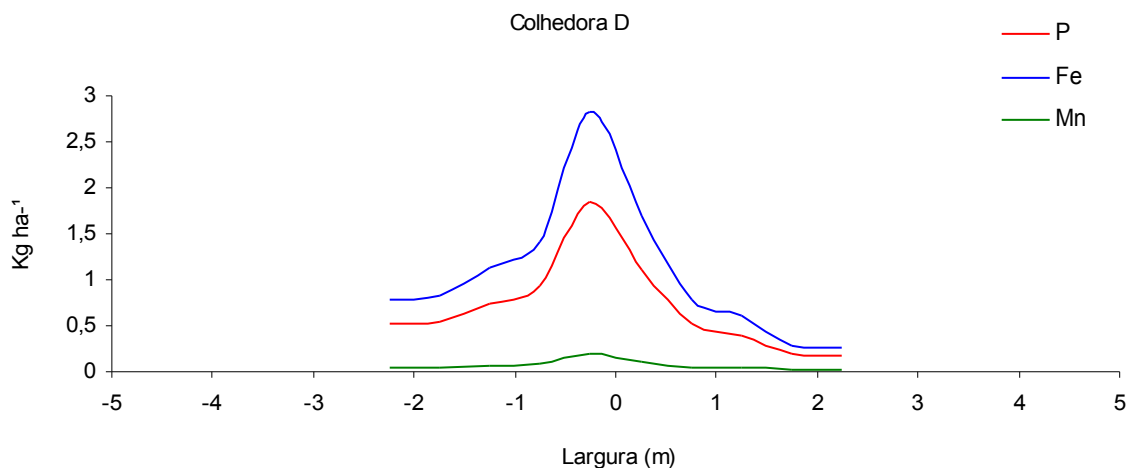


Figura 19. Perfil da distribuição de fósforo (P), ferro (Fe) e manganês (Mn) da colhedora D.

Os resultados da distribuição de nutrientes das colhedoras (Figuras 16, 17, 18 e 19), obtidos a partir da análise química dos resíduos (Tabela 5) demonstram que, além dos problemas físicos do acúmulo de palha, como interferência no processo de semeadura, efeito guarda-chuva na aplicação de produtos fitossanitários, interferência da radiação solar etc., também se deve dar atenção à decomposição dos resíduos e a disponibilidade dos nutrientes liberados para o solo.

5 CONCLUSÃO

A distribuição transversal de palha das colhedoras avaliadas foi desuniforme, independente do mecanismo de trilha e da largura da plataforma de corte.

A colhedora equipada com distribuidor de palhiço apresentou a distribuição mais próxima do limite considerado aceitável.

Com exceção da colhedora equipada com distribuidor de palhiço, as colhedoras apresentaram acúmulo de palha no centro da linha de deslocamento, mais especificamente na largura compreendida pelas peneiras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURE, FOOD AND RURAL DEVELOPMENT. **Residue Management for Successful Direct Seeding**. <http://www1.agric.gov.ab.ca/>. Acessado em 11/09/2005

ALBERTA, M. E. **Equipment Issues in Crop Residue Management for Direct Seeding**. Revised November 1999. <http://www1.agric.gov.ab.ca/> . Acessado em 05/12/2005.

ALMEIDA, F.S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p. Circular, 53.

ALVARENGA, R. C; CRUZ, J. C NOVOTNY, E. H, **Manejo de Solos: Plantas de cobertura de solo**. Embrapa Milho e Sorgo. 2004. <http://www.paginarural.com.br/artigos>. Acessado em 22/08/2005.

ANSI / ASAE (1998) S396.2 MAR98. **Combine Capacity and Performance test procedure**. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

ARAÚJO, G. A.; CASÃO, R. J.; SIQUEIRA, R; **Mecanização do Plantio Direto Problemas e Soluções**. Informe da Pesquisa. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR). Circular Nº 137. Janeiro de 2001. Impresso pelo IAPAR.

BANDEIRANTES - INDÚSTRIA E COMERCIO DE MÁQUINAS LTDA. **Espalhador de Palha**. Circular técnico. Passo Fundo – RS.

CAMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A. **Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja proveniente de plantas dessecadas com o herbicida carfentrazone-ethyl**. Revista Brasileira de Herbicidas, v.2, n.1, 2001. p. 37-42.

CTIC **Conservation Tecnology Information Center** - Conservation for Agriculture's Future. <http://www.ctic.purdue.edu/Core4/CT/Checklist/Page4.html>. Acessado em 08/04/2005

DECHEN, S. C. F. ; MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; VIEIRA, S. R. **Manejo de solos tropicais no Brasil**. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 2004. Santa Maria – RS. Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. CD Room.

DERAL/SEAB – **Soja**. Curitiba: Departamento de Economia Rural/Secretaria Estadual da Agricultura e Abastecimento do Paraná. 2000.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja – CNPSo (Londrina – PR). **Cultura da soja**. www.cnpso.embrapa.br. Acessado em 15/10/2004.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja**. Região Central do Brasil 2004. Sistema de Produção, N°1 -2004. www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/manejo.htm. Acessado em 10/02/2006.

GADANHA C. D, MOLIN J. P, COELHO J. L. D, YAHN C. H, TOMIMORI S. M. A. W. **Máquinas e Implementos Agrícolas do Brasil**. Pág. 153-155 - São Paulo-SP 1991

GASSEN, D. N.; GASSEN F.R. **Plantio Direto o Caminho do Futuro**. Passo Fundo - RS, 1996. 207 p.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Universidade de S. Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1982, 430p.

GRESPLAN, E. D.. **Influência da distribuição de fitomassa de uma colhedora autopropelida sobre a cultura do trigo**. Trabalho apresentado à Universidade Estadual do Oeste do Paraná para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. UNIOESTE; Marechal Cândido Rondon – PR. 2005. 28p.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 262 p.

LEVIEN, R.; BAUTLER, J. F.; TREIN, C. R.; CONTE, O.. **Grau de fragmentação e forma de distribuição de resíduos pela colhedora na colheita de soja**. In: XV REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA. 2004. Santa Maria – RS. Anais... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. CD Room.

MUZILLI, O. **Plantio Direto no Paraná**. IAPAR, Londrina – PR. 1981. 244p

OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C.; OLIVEIRA, A.. **Effect of corn plant residue and mixture of atrazine plus metolachlor on the weeds control in no-till corn system**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Jan. 2001, vol.36, nº.1, p.37-41.

ORLANDO, A. F.; FEY, E.; PEDRON, T.; LIMA, E.; PRIMO, L.; **Uniformidade de distribuição dos resíduos da cultura do trigo em colhedoras autopropelidas** In: III Jornada Científica da Unioeste – Paraná Junho. 2005. Cd. Room. Pdf 321. a.

ORLANDO, A.F.; FEY, E.; PRIMO, L.; FURLAN, F.; DALLABRIDA, W.R.; **Uniformidade da distribuição de restos culturais da soja em colhedoras autopropelidas**. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Canoas -RS. Julho de 2005. Cd Room. b.

PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais**: Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos / Frederico Pimentel-Gomes e Carlos Henrique Garcia. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

REM. Rem Enterprises Inc. **Pneumatic Chaff Spreader**. remsales@rem.sk.ca. Acessado em 23/08/2005.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Aspectos agropecuários Brasileiros**. www.pr.gov.br/seab. Acessado em 23/11/2004.

SMITH, J. A. **Extension Machinery Systems Engineer**. Distribution of Crop Residue, A Requirement for Conservation Tillage. Electronic version September 1996. <http://ianrpubs.unl.edu/fieldcrops/g782.htm>. Acessado em 15/09/2005.

TORRES. E.; SARAIVA, O. F, LONI, D. A, PIRES, M. S. **Manejo dos Resíduos das Colheita Condicionado por Sistemas de Preparo do Solo**. Resultados de pesquisa da Embrapa Soja – EMBRAPA 1999. Pág. 103-124. Londrina –PR

VESETH. R.; ENGLE. C.; VOMOCIL. J.; McDOLE. R.. **Uniform Combine Residue Distribution for Successful No-Till and Minimum Tillage Systems**. Crop management series no-till and minimum tillage farming. http://pnwsteep.wsu.edu/tillagehandbook/chapter_3/03/1997.htm. Acessado em 18/08/2005.