

EQUIPAMENTOS PARA RECOLHA DE FORRAGENS

1996

ÍNDICE

1- Introdução.....	3
2- Principais operações para recolha de forragem	3
3- Equipamentos para corte das forragens	4
3.1- Gadanheiras de barra de corte	4
3.2- Gadanheiras rotativas	6
3.2.1- Gadanheiras rotativas com o eixo de rotação na vertical	7
3.2.1.1- Gadanheiras rotativas de tambores	7
3.2.1.2- Gadanheiras rotativas de discos	7
3.2.2- Gadanheiras rotativas com o eixo de rotação na horizontal	8
4- Equipamentos para condicionamento das forragens	9
4.1- Os condicionadores de rolos.....	9
4.2- Os condicionadores de martelos	10
5- Equipamentos para fenação das forragens	11
5.1- Os viradores rotativos de forragem	12
5.2- Os viradores - juntadores de forragem	12
6- Os equipamentos para recolha de forragens por via seca	14
9.1- Enfardadeiras	14
6.1.1- Enfardadeiras volantes	15
6.1.1.1- Enfardadeiras de baixa pressão.....	15
6.1.1.2- Enfardadeiras de média pressão	15
6.1.1.3- Enfardadeiras de alta pressão	16
6.1.2- Enfardadeiras de grandes fardos redondos	17
6.2- Equipamentos para carregamento dos fardos	18
6.2.1- A rampa de fardos	18
6.2.2- O lançador de fardos	18
6.2.3- O carregador de fardos de plano inclinado	18
6.2.4- A forquilha frontal para fardos	18
6.2.5- Reboques autocarregadores de fardos	19
7- Equipamentos para recolha da forragem por via húmida	20
7.1- O colhedor de facas articuladas de corte simples	20
7.2- O colhedor de facas articuladas de duplo corte	21
7.3- O colhedor de milho forragem	22
7.4- O colhedor - picador - carregador polivalente	22
7.5- Os carregadores de forragem a granel	22
7.6- As enfardadeiras de fardos redondos	23
Bibliografia	24

1- Introdução

As produções vegetais para consumo pelos animais, designadas genericamente por forragens, podem ter vários destinos, nomeadamente o consumo directo, no campo ou nos estábulos, e o armazenamento sob diferentes formas que permitam a conservação durante um período de tempo considerável.

Relativamente à conservação e antes da utilização dos equipamentos motorizados, esta era feita baseando-se exclusivamente nos factores naturais, energia da radiação e do vento, o que implicava a permanência do material vegetal no campo durante períodos mais ou menos longos, com todos os inconvenientes que daí advinham. Com a introdução das máquinas estes períodos foram encurtados o que permitiu minimizar as perdas nutritivas resultantes da acção dos agentes naturais.

Hoje, utilizando uma gama muito variada de equipamentos, a conservação das forragens é obtida basicamente por duas formas, uma por via seca ou física (fenação) e outra por via húmida ou microbiana (ensilagem); a desidratação das forragens tem hoje pouco significado pois os custos energéticos tornam esta operação muito cara.

Considerando a fenação, ou seja, o conjunto de operações destinadas a transformar a forragem verde, com um teor de 80-85 % de humidade num produto seco ($\pm 15\%$ de humidade), existem vários equipamentos que podem ser utilizados desde o corte até à sua distribuição aos animais; o produto resultante destas operações chama-se feno e tem como uma das principais características o seu baixo teor de humidade o que permite a sua conservação durante muito tempo.

Relativamente à ensilagem, cujo objectivo é conservar, a massa vegetal no estado húmido, através da fermentação ou do uso de conservantes, com o mínimo de perdas de matéria seca e valor nutritivo e sem formação de produtos nocivos para os animais, existem igualmente equipamentos que permitem todas as operações desde o corte até à distribuição na manjedoura; o produto resultante desta cadeia chama-se silagem.

A utilização simultânea dos dois processos de conservação apresentados dá origem a uma terceira forma de conservação que se designa por ensilagem com pré - fenação ou feno - silagem, e que consiste em armazenar a forragem num silo depois desta ter estado no campo durante algum tempo para que o teor de humidade baixe para valores compreendidos entre os 50-70%.

Assim, e em conclusão, pode-se dizer que as forragens podem ser utilizadas:

- para consumo imediato, em verde, quer no local (pastoreio) quer no estábulo;
- para armazenamento conservadas sob a forma de feno ou selagem.

2- Principais operações para recolha das forragens

Considerando os diferentes tipos de operações elementares necessárias para a recolha e preparação das forragens tendo em vista a sua conservação tem-se:

- o corte;
- o condicionamento;
- a fenação ou pré - fenação;
- a recolha por via seca.
- a recolha por via húmida.

Os equipamentos utilizados para execução destas operações são muito diversificados realizando os mais simples apenas uma destas operações e os mais complexos várias operações em apenas uma passagem.

3- Equipamentos para corte das forragens

Os equipamentos para corte das forragens, designados por gadanheiras, são caracterizadas por serem máquinas móveis e cortarem a forragem pela base, da forma mais ordenada possível, deixando-a de preferência em cordões.

Considerando a forma como se deslocam estas alfaias podem ser:

- rebocadas, quando têm rodas de sustentação, sobre as quais recai todo o peso da máquina;
- semi-montadas, quando apresentam rodas de sustentação que suportam parte do peso da máquina, recaindo o restante sobre o tractor;
- montadas, quando o seu peso é totalmente suportado pelo tractor;
- automotrizes, quando têm propulsão própria.

Relativamente ao seu funcionamento classificam-se em dois grupos conforme os órgãos que efectuam o corte, ou seja:

- gadanheiras de barra de corte ou alternativas;
- gadanheiras rotativas.

3.1- Gadaneiras de barra de corte

As gadaneiras de barra de corte, em que este é feito por seccionamento, são caracterizadas por o órgão de corte, designado por barra de corte, ser basicamente constituído por uma lâmina de corte (foice), elemento móvel, e um porta lâminas ou pente, elemento fixo, munido de vários dedos. A lâmina é constituída por um conjunto de facas em aço, com uma forma triangular, com o rebordo

afiado e o vértice truncado, fixas numa barrinha em aço, com movimento alternativo; esta barrinha apoia-se no porta lâminas.

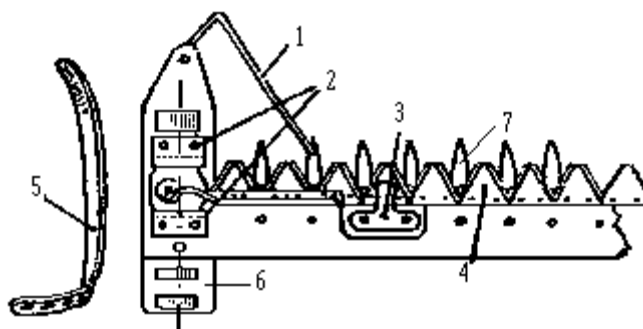


Figura 1- Representação de parte de uma barra de corte
 1- Divisor interior 2- Guias da cabeça da lamina 3- Placa de desgaste 4- Faca 5- Patim 6- Sapata exterior 7- Dedo
 Fonte: Briosa (1984)

Relativamente ao seu funcionamento os dedos do pente separam em pequenos tufo a cultura a colher sendo estes cortados pelo rebordo das facas no seu movimento alternativo contra as contra-placas dos dedos; estas são peças de desgaste, fixas no topo superior dos dedos, sobre as quais deslizam as facas. Para que o corte se efectue sem maceração da forragem é necessário que a foice seja ligeiramente pressionada contra as contra-placas pelo que é necessária a presença de guias reguláveis que permitam limitar o movimento vertical da barrinha.

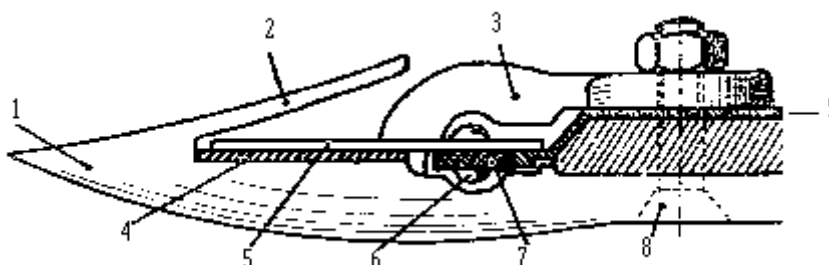


Figura 2- Representação esquemática de um plano transversal da barra de corte
 1- Dedo 2- Lingueta 3- Guia da lâmina 4- Contra-placa 5- Faca 6- Fixação da faca 7- Barrinha 8- Parafuso 9- Placa de desgaste.
 Fonte: CEMAGREF (1984)

Para além das peças mencionadas existem outras nomeadamente as que permitem a ligação ao quadro da máquina e as que permitem o deslizamento no solo. Assim, e em relação às primeiras, estas formam uma articulação que faz com que a barra de corte possa acompanhar as irregularidades do solo e possa girar de forma a ficar perpendicular ao solo, para transporte, ou rodar na horizontal para evitar danificar-se quando colide com um obstáculo. O deslizamento no solo faz-se por umas sapatas que permitem igualmente regular a altura de corte da forragem; estas peças têm na sua base um patim regulável e intermutável, sendo a interior bastante mais larga que a exterior, prolongando-se

esta para trás por uma prancha - alinhadora, que tem um bastão alinhador cuja altura é regulável, terminando em ponta, para separar a forragem já cortada da restante.

As barras de corte podem apresentar diferenças dimensionais o que conduz a diferentes tipos nomeadamente:

- a barra de corte convencional, em que a distância entre dois dedos consecutivos é igual à largura das facas (± 3 "), que se utiliza no corte de forragens com o caule bastante rijo;
- a barra de corte dinamarquesa, em que a distância entre dois dedos é igual a metade da largura das facas ($\pm 1 \frac{1}{2}$ "), que se utiliza com forragens de caules finos e densos;
- a barra de corte intermédia, em que a distância entre dois dedos consecutivos é $\pm 2/3$ da largura das facas, que é utilizada no corte de forragens de prados temporários de densidade média.

Existe um tipo de gadanheira alternativa, designada por gadanheira de barra de corte de dupla foice ou tipo "Busatis" em que não há dedos e em que as duas foices têm movimento alternativo com sentidos opostos; estas deslizam uma sobre a outra sendo o corte feito entre duas facas que se mantêm em contacto devido à presença de guias oscilantes. Estas gadanheiras fazem um maior número de corte por minuto e menos vibração e têm menores riscos de empapamento que as anteriores o que permite trabalhar a uma velocidade mais elevada.

Relativamente ao seu accionamento as gadanheiras recebem movimento da TDF do tractor, sendo a transformação do movimento rotativo em alternativo obtido por um sistema de biela - manivela ou por um excêntrico.

No que respeita à manutenção é necessário ter cuidados especiais com alguns dos elementos da barra de corte nomeadamente:

- as placas de desgaste, para se evitar as oscilações verticais da lâmina;
- manter as facas sempre afiadas;
- manter a tensão das correias;
- lubrificar todas as peças com movimento relativo entre si.

3.2- Gadanhelas rotativas

As gadanhelas rotativas, em que o corte resulta do choque de facas ou martelos com as plantas, são identificadas em relação à posição do seu eixo em:

- gadanhelas rotativas com o eixo de rotação na vertical;
- gadanhelas rotativas com o eixo de rotação na horizontal.

3.2.1- Gadanheiras rotativas com o eixo de rotação na vertical

Dentro deste grupo incluem-se as gadanheiras de tambores e as de discos, sendo a sua distinção, como o nome indica, feita por as primeiras terem como órgãos de corte facas montadas na base de um tambor e as segundas por se encontrarem na periferia de um disco (prato).

O princípio de funcionamento destas gadanheiras baseia-se no seccionamento, por percussão, dos caules das forragens pelas facas articuladas que girando a grande velocidade se dispõem radialmente, podendo, no entanto, retraírem-se (facas escamoteáveis) quando encontram um obstáculo.

3.2.1.1- Gadanheiras rotativas de tambores

Neste tipo de gadanheiras a face inferior do tambor, que não tem movimento rotativo e serve de patim, pode ser regulada fazendo-se variar a distância das facas ao solo e portanto a altura de corte da forragem.

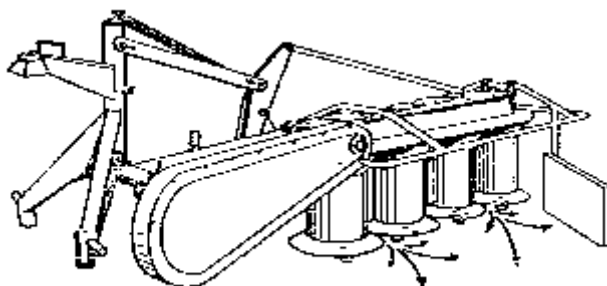


Figura 3- Representação de uma gadanheira de tambores.
Fonte: CEMAGREF (1984)

Nestas alfaias os tambores que giram a grande velocidade são em número par, rodando cada par em sentido oposto para que a forragem cortada passe entre eles formando assim um cordão. As transmissões são geralmente asseguradas por correias trapezoidais.

3.2.1.2- Gadanheiras rotativas de discos

As gadanheiras rotativas de discos apresentam algumas semelhanças com as gadanheiras alternativas sendo, no entanto, a barra de corte oca e com vários carretos no seu interior; estes carretos transmitem o movimento de rotação aos discos situados na parte superior dessa barra.

A regulação da altura de corte faz-se inclinando \pm a barra de corte.

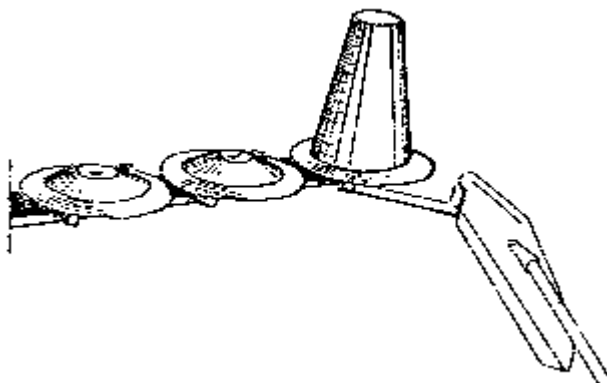


Figura 4- Representação de parte de uma gadeira de discos
 Fonte: Briosá (1984)

Comparando as gadeiras de tambores e de discos, as principais diferenças são:

- as gadeiras de discos tem carretos por baixo dos discos pelo que estes sofrem menos impactos pelas pedras;
- sendo o diâmetro dos discos muito inferior aos dos tambores (± 70 cm), faz com que estes últimos não possam ser utilizados em larguras de trabalho superiores a 3 m;
- sendo os discos mais pequenos, têm maior velocidade de rotação (menor velocidade tangencial), pelo que cortam melhor a forragem, não deixando "franjas" desta no solo. A maior velocidade dos discos pode, no entanto, dificultar a entrada do material nos condicionadores;
- as gadeiras de discos têm maior rendimento em trabalho, pois podem trabalhar a maior velocidade e têm maior largura de trabalho;
- nas gadeiras de tambores, como o accionamento é efectuado pela parte superior daqueles, não se podem utilizar com erva muito alta;
- as gadeiras de tambores têm menores encargos de manutenção, pois têm menos peças móveis.

Em conclusão pode-se afirmar que:

- as gadeiras de discos são mais indicadas para solos com pouca pedra, quando é necessário um bom condicionamento e uma alto rendimento em trabalho;
- as gadeiras de tambores são indicadas para as situações em que se deseja dispor de uma máquina simples e fazer o corte muito junto ao solo.

Comparando as gadeiras rotativas com as alternativas a principal vantagem das rotativas prende-se com a possibilidade de se utilizarem velocidades de avanço bastante superiores (10-15 km/h) sem empaparem; o principal inconveniente é o seu preço mais elevado e serem mais exigentes em termos de potência.

3.2.2- Gadanheiras rotativas com o eixo de rotação na horizontal

As gadanheiras rotativas com o eixo de rotação na horizontal podem ser utilizadas no corte da forragem com vista à produção de feno ou, com ligeiras adaptações, no corte e apanha para um atrelado, para dar de imediato aos animais ou para ensilar; quando utilizadas na ensilagem são designadas por colhedores de facas articuladas de corte simples.

Este equipamento é constituído basicamente por rotor horizontal, colocado perpendicularmente ao sentido de avanço, e que tem na sua periferia facas articuladas; estas são dispostas regularmente e segundo uma geratriz por forma a que a cadência dos cortes se faça de uma forma regular. Quando estas gadanheiras são utilizadas apenas para corte, ficando a forragem no solo, as facas articuladas têm a forma de um L, designando-se então por martelos, mas quando funcionam como colhedores as facas têm uma forma de colher para poderem originar um fluxo de ar com uma velocidade e débito suficiente para projectar a forragem para o reboque; o primeiro tipo de facas tornam o equipamento menos exigente em termos de potência embora a corrente de ar seja significativamente reduzida.

O rotor destas gadanheiras apresenta-se coberto com um protecção (capot), tem na sua parte dianteira uma contra-faca cuja posição é regulável de forma a fazer variar a sua distância às facas, o que condiciona o comprimento dos troços de forragem provocando inclusivamente uma dilaceração dos mesmos. A velocidade de rotação do rotor pode variar normalmente entre as 850 e as 2000 rpm, sendo os regimes mais baixos utilizados para fazer um corte e condicionamento e os mais altos quando este equipamento é utilizado como colhedor para se fazer ensilagem directa.

A transmissão do movimento a estas alfaías é feito através da tomada de força do tractor mediante a utilização de veios de transmissão e correias trapezoidais; o veio telescópico que recebe o movimento da TDF apresenta um dispositivo de segurança, designado por limitador de roda livre, o que evita que o tractor seja empurrado pela máquina.

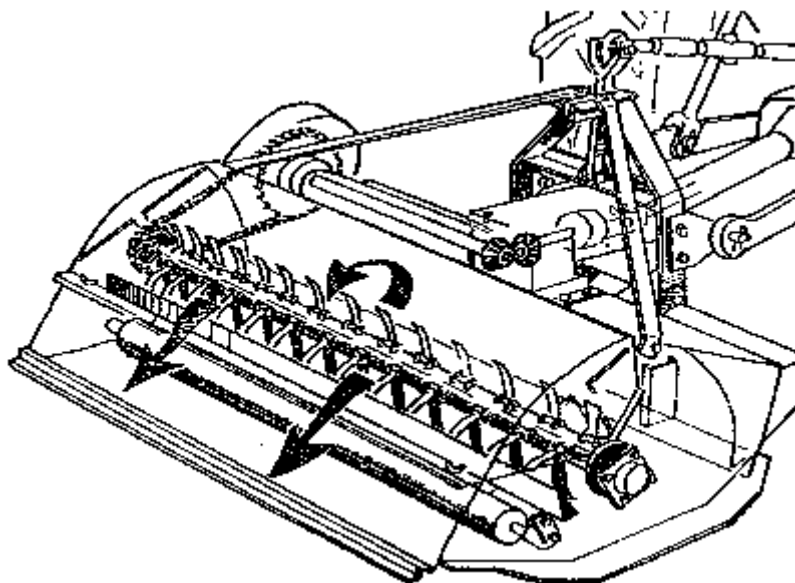


Figura 5- Gadanheira rotativa com o eixo de rotação na horizontal
Fonte: CEMAGREF (1984)

4- Equipamentos para condicionamento de forragens

Os equipamentos para condicionamento de forragens são máquinas móveis que permitem lacerar ou esmagar as plantas depois de cortadas a fim de acelerar a dissecação natural, por forma a reduzir o tempo de fenação. Estes equipamentos, que podem também fazer o corte das forragens, designando-se então por gadanheiras condicionadoras, permitem assim aproximar o tempo de secagem das diferentes partes das plantas, o que é particularmente importante no caso das leguminosas em que os caules, que são mais espessos que o resto da planta, só secam ao fim de vários dias; as folhas, que secam rapidamente, quando permanecem no campo vários dias tornam-se frágeis acabando por se desprenderem, o que diminui a qualidade do produto

No que respeita à acção dos condicionadores sobre a forragem esta é assim mecânica, e especialmente sobre as partes mais grossas das plantas, e é efectuada por rolos ou facas (martelos).

4.1- Os condicionadores de rolos

Os condicionadores de rolos, que esmagam os caules, são constituídos por dois rolos lisos ou canelados, apertados um contra o outro por meio de molas; são especialmente indicados para leguminosas e gramíneas com caules grossos e funcionam normalmente em conjunto com as gadanheiras de barra de corte.

Os rolos destes equipamentos podem ser lisos, canelados ou mistos, designando-se assim os condicionadores por:

- condicionadores de rolos lisos;
- condicionadores de rolos canelados;
- condicionadores de rolos mistos.

Relativamente aos condicionadores de rolos lisos, que provocam o esmagamento dos caules anteriormente cortados, tinham inicialmente os rolos em metal mas, devido às perdas acentuadas dos sucos celulares e folhas, têm sido abandonados, sendo substituídos por rolos revestidos de borracha.

Actualmente o rolo inferior, que gira a uma velocidade elevada, tem um diâmetro inferior e serve de recolhedor ("pick-up"), e o superior, de grande diâmetro tem um regime mais baixo. Devido à elasticidade da borracha e diferença da velocidade tangencial dos rolos os caules são esmagados em todo o seu comprimento.

Nos condicionadores de rolos canelados o rolo inferior, de menor dimensão, acciona o superior que tem um regime mais baixo; a existência dos dentes na periferia destes rolos provoca a dobragem dos caules em harmónio.

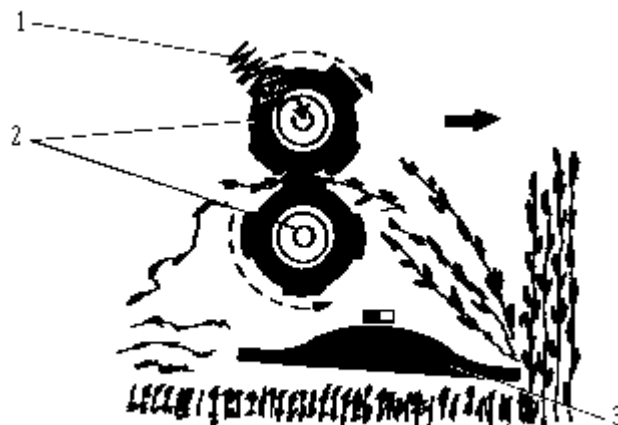


Figura 6- Princípio de funcionamento e efeito sobre a forragem de uma gadanheira - condicionadora com rolos canelados.

1- Mola 2- Rolos canelados 3- Disco de corte

Fonte: CEMAGREF (1984)

Os condicionadores mistos têm características de funcionamento intermédias dos anteriormente referidos, podendo apresentar, por exemplo, dois rolos canelados e dois lisos, um rolo metálico canelado e um liso, revestido de borracha, etc. Para além destes sistemas de condicionamento existem outros como, por exemplo, os de dedos rígidos, dedos articulados, dedos e pente, etc.

4.2- Os condicionadores de martelos

Os condicionadores de martelos têm uma acção bastante mais enérgica que o grupo anterior sendo utilizados em prados naturais à base de gramíneas com caules finos difíceis de esmagar, pois em leguminosas provocam perdas mecânicas importantes; a sua utilização na luzerna provoca uma queda acentuada das folhas

Estes equipamentos são semelhantes aos colhedores de facas articuladas mas em que o veio funciona a uma velocidade mais elevada para que provoque quer o corte quer a laceração dos caules; devido a esta dupla acção estes equipamentos são geralmente designados por gadanheiras condicionadoras de martelos.

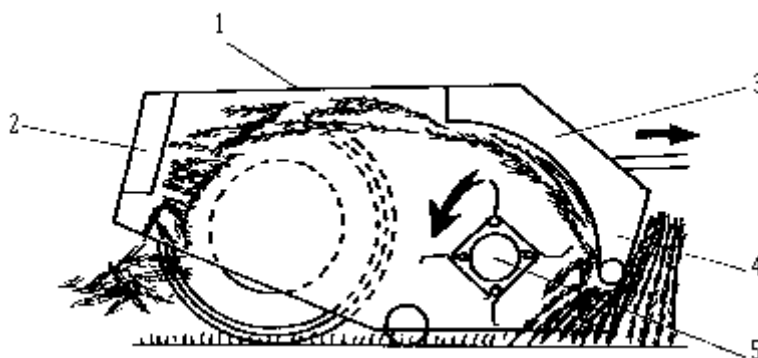


Figura 7- Esquema de funcionamento de uma gadeira condicionadora de martelos.
 1- Defletores laterais 2- Defletor traseiro 3- Cárter 4- Protecção frontal 5- Rotor com martelos
 Fonte: CEMAGREF (1984)

Os sistemas de condicionamento apresentados são utilizados frequentemente com os diferentes tipos de gadeiras dando assim origem a equipamentos genericamente designados por gadeiras condicionadoras; para além das gadeiras de barra de corte e rotativas com sistemas de condicionamento existem máquinas automotrizes ou semi-montadas, equipadas com rolos de grande comprimento e com um moinho, para transporte da forragem cortada até ao dispositivo condicionador, que permitem uma elevada capacidade de trabalho.

5- Equipamentos para fenação das forragens

As forragens utilizadas para produção de fenos são cortadas e deixadas no campo para que o seu teor de humidade baixe para níveis que permitam o seu armazenamento em condições normais; o corte pode ser seguido do seu condicionamento por forma a acelerar-se o processo de secagem.

A fenação é o conjunto de operações que permite que a forragem deixada no terreno perda de humidade mais rapidamente.

Relativamente aos equipamentos utilizados para fenação destacam-se os viradores ou volta - fenos e os viradores - juntadores, residindo a sua principal diferença no facto dos primeiros apenas permitirem virar e arejar a forragem e os segundos, para além destas operações, permitirem fazer o encordoamento; nestes últimos equipamentos a fenação propriamente dita é menos eficiente que a efectuada pelos viradores, podendo as diferentes operações ser efectuadas em apenas uma ou duas passagens consecutivas. A disposição da forragem em cordões permite protegê-la da humidade nocturna e facilitar as operações mecânicas posteriores, nomeadamente o seu recorte, enfardagem ou carregamento.

5.1- Os viradores rotativos de forragem

Os dois tipos de viradores rotativos de forragem mais frequentes são:

- os viradores rotativos de tambor;
- os viradores rotativos de forquilhas.

O virador rotativo de tambor é constituído por três ou quatro pentes fixos, dispostos radialmente num eixo horizontal perpendicular à direcção de avanço, e é accionado pela TDF do tractor.

O sentido de rotação destes pentes pode ser igual ou contrário ao das rodas sendo este último mais indicado para uma fenação mais enérgica, pois os cordões ficam mais arejados; para evitar a projecção da forragem existem protecções superiores e laterais.

O virador rotativo de forquilhas, que tem o mesmo tipo de funcionamento que as forquilhas manuais, apresenta um ou mais pares de tambores, tendo cada tambor de cada par, movimento de rotação de sentido contrário. Cada tambor apresenta quatro ou seis braços tendo cada um deles uma forquilha na extremidade dirigida obliquamente para o solo.

Cada tambor é suportado por uma roda que permite à máquina acompanhar as irregularidades do terreno pois os vários tambores são independentes, encontrando-se, no entanto, ligados por um veio telescópico de transmissão.

Este virador tem um bom desempenho quando a forragem está seca mas tem dificuldade em encordoar fenos húmidos.

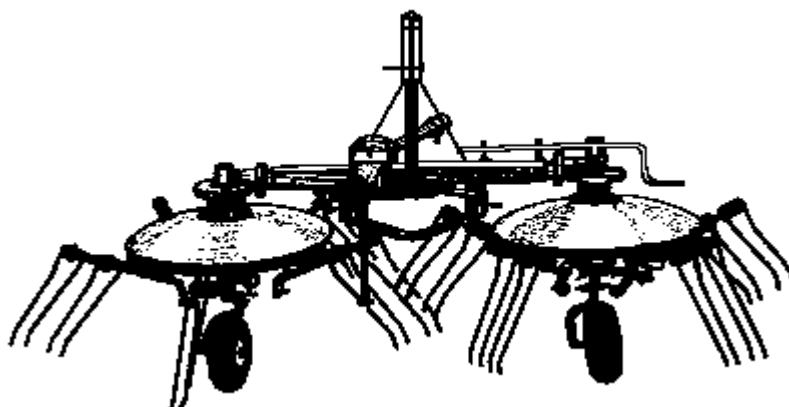


Figura 8- Virador rotativo de forquilhas.
Fonte: CEMAGREF (1976)

5.2- Os viradores - juntadores de forragem

Relativamente aos viradores - juntadores existem vários tipos dos quais se destacam:

- o virador - juntador de tambor e dentes reguláveis;
- o virador juntador de correntes;
- o virador - juntador de discos.

O virador - juntador de tambor de dentes reguláveis é constituído por quatro pentes cujos dentes, graças a um sistema de biela-manivela ligado a um excêntrico, estão permanentemente dirigidos para o solo, sendo possível, no entanto, variar a inclinação dos dentes para a frente ou para trás; conforme o sentido de rotação do conjunto espalha-se ou encordoa-se a forragem.

Estes equipamentos são bastante polivalentes, produzem cordões uniformes, mas podem originar perdas acentuadas das folhas das leguminosas.

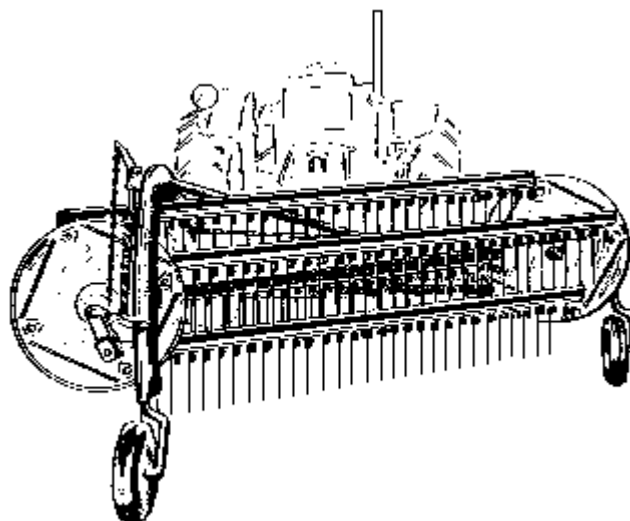


Figura 9-Virador-juntador de dentes reguláveis.
Fonte: CEMAGREF (1984)

O virador juntador de correntes utiliza-se geralmente na cadeia de ensilagem com pré - fenação para espalhar os cordões pouco secos ou no encordoamento do feno seco, utilizando-se, para o efeito, um deflector lateral. À semelhança do anterior é bastante polivalente mas conduz a perdas importantes de folhas nas leguminosas.

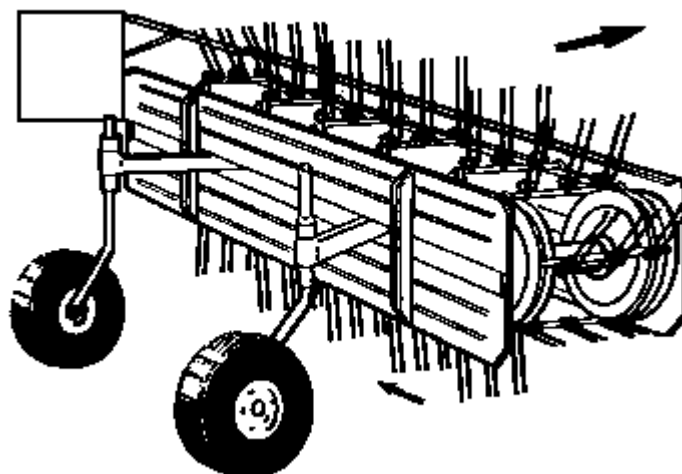


Figura 10- Virador - juntador de correntes
Fonte: CEMAGREF (1984)

O virador - juntador de discos é formado por uma série de discos, vulgarmente designados por girassóis, que têm na sua periferia dentes flexíveis.

Os discos dispõem-se obliquamente em relação à direcção de avanço estando ligeiramente deslocados uns em relação aos outros e giram livremente uns em relação aos outros.

A posição destes discos muda-se com facilidade o que permite utilizar este equipamento para espalhar, virar e juntar a forragem. A rotação dos discos faz-se por atrito com o solo sendo a sua velocidade de rotação proporcional à velocidade de deslocamento do tractor.

Sendo máquinas muito simples e baratas são muito utilizadas embora o trabalho efectuado em grandes massas de forragem espessas e densas seja deficiente.

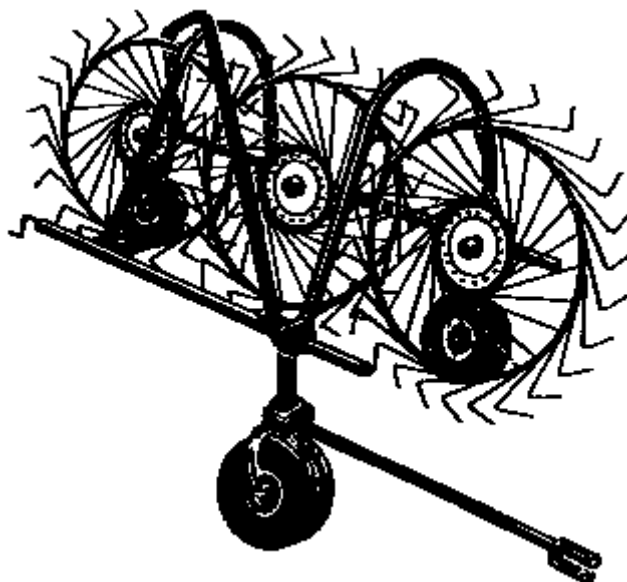


Figura 11- Virador - juntador tipo girassol
Fonte: CEMAGREF (1984)

6- Os equipamentos para recolha de forragens por via seca

Os equipamentos geralmente utilizados para recolha de forragens por via seca são os seguintes:

- as enfardadeiras;
- os carregadores de fardos;

6.1- As enfardadeiras

As enfardadeiras são máquinas que permitem apanhar a forragem no campo, depois de encordoada, produzindo fardos mais ou menos compactos, de forma paralelepípedica ou cilíndrica que são atados com fio ou arame.

Relativamente aos diferentes tipos de enfardadeiras os principais são:

- enfardadeiras volantes;
- enfardadeiras de grandes fardos redondos.

6.1.1- Enfardadeiras volantes

As enfardadeiras volantes, também designadas por enfardadeiras de fardos paralelepípedicos, são equipamentos de concepção muito antiga, em que o cordão a enfardar é recolhido por um tambor recolhedor (pick-up) sendo depois comprimido num canal, denominado por canal ou câmara de compressão, por um êmbolo com movimento alternativo. Estes fardos, mais ou menos comprimidos, são atados por um sistema de atamento, para não se desfazerem, e depositados no solo para posterior apanha; no fim do canal de compressão pode estar montado um lançador de fardos o que permite a sua projecção para um veículo de transporte.

Considerando a massa específica dos fardos as enfardadeiras volantes podem ser:

- de baixa pressão;
- média pressão;
- alta pressão.

6.1.1.1- Enfardadeiras de baixa pressão

As enfardadeiras de baixa pressão, também designadas de baixa densidade, são caracterizadas por terem um êmbolo oscilante, de trajectória curvilínea, e fazerem fardos com uma massa específica inferior a 100 kg/m^3 e com um peso médio unitário compreendido entre os 5 e 15 kg.

Este tipo de enfardadeira é bastante comum nas regiões húmidas em que os fardos têm teores de humidade bastante altos (30-35%) pelo que é necessário um certo arejamento para se poderem conservar.

6.1.1.2- Enfardadeiras de média pressão

Nas enfardadeiras de média pressão, também designadas de média densidade, o êmbolo tem já uma forma paralelepípedica e o movimento é rectilíneo alternativo, com uma cadência compreendida entre os 65 e os 110 golpes por minuto.

Os fardos de média densidade têm uma massa específica compreendida entre os 100 e 175 kg/m^3 , um peso unitário médio de 15 a 35 kg e podem ser atados com fio ou arame.

A constituição genérica destas enfardadeiras é a seguinte:

- um tambor - recolhedor, disposto lateralmente em relação à câmara de compressão, com 6 a 8 tubos transversais sobre os quais estão articulados dentes de aço muito flexível, que tem como função apanhar o cordão de feno. A acção deste elemento é complementada por um calca-fenos, que ajuda a progressão da forragem, mantendo-a em contacto com os dentes;
- um sistema de alimentação para deslocar e introduzir a forragem no interior da câmara de compressão. Este sistema pode ser constituído por forquilhas e/ou parafuso sem-fim devendo o seu movimento estar sincronizado com o êmbolo por forma a este abrir a janela lateral da

câmara de compressão na altura em que os elementos do sistema de alimentação introduzem o feno na câmara. A forragem introduzida na câmara é separada da que fica na mesa de alimentação devido ao corte efectuado por uma faca existente na face lateral do êmbolo e de uma contra-faca fixa, localizada na aresta lateral vertical da janela;

- uma câmara de compressão, onde se desloca o êmbolo no seu movimento alternativo, que tem uma secção rectangular e em que a posição da parede superior pode ser alterada por forma a aumentar o atrito da progressão da forragem e consequentemente a densidade do fardo. Esta câmara e o êmbolo têm duas ranhuras para passagem das agulhas para transportam o fio ou arame à parte superior do fardo onde se dão os nós;

- o sistema de atar permite fazer o atamento dos fardos, estando o seu funcionamento dependente do movimento de um carroto que roda à medida que a forragem se desloca para a saída do canal de compressão. Este carroto faz assim disparar periodicamente, para um comprimento do fardo previamente estabelecido, o comando da agulha e do atador.

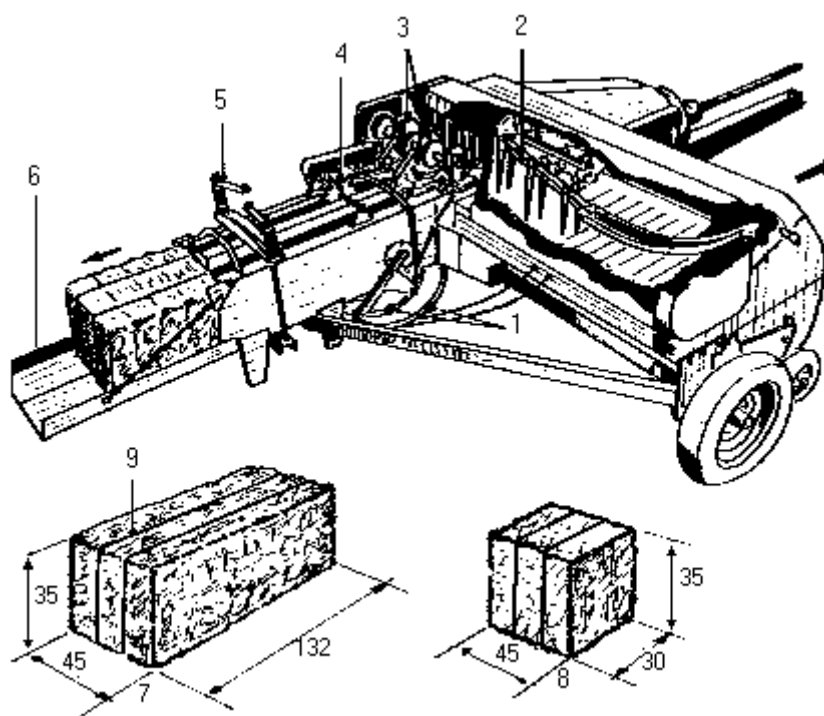


Figura 12- Esquema de uma enfardadeira de média (alta) densidade.

1- Agulhas 2- Sistema de alimentação 3- Atadores 4- Regulação do comprimento dos fardos 5- Regulação da compressão 6- Rampa de carregamento de inclinação variável 7- Dimensões máximas de um fardo de alta pressão 8- Dimensões mínimas de um fardo de alta pressão 9- Fio ou arame.

Fonte: CEMAGREF (1976)

6.1.1.3- Enfardadeiras de alta pressão

As enfardadeiras de alta pressão, também designadas de alta densidade, têm uma concepção e construção semelhante às enfardadeiras de média pressão, mas devido à massa específica dos fardos ser mais elevada, 175 a 250 kg/m³, os fardos têm de ser atados com arame; estes fardos têm um peso superior a 35 kg.

A principal vantagem destas enfardadeiras é permitir obter fardos que ocupam relativamente pouco espaço e serem mais resistentes ao manuseamento.

6.1.2- Enfardadeiras de grandes fardos redondos

Estas enfardadeiras são equipamentos relativamente recentes que condicionam a forragem em fardos cilíndricos de média pressão, com um comprimento de 1.2 a 1.8 m e um diâmetro de 1.6 a 1.8 m, o que faz variar o peso dos fardos de feno entre os 400 e os 700 kg, e os de palha entre os 250 e os 450 kg.

Relativamente ao seu funcionamento o tambor - recolhedor apanha a forragem do solo introduzindo-a na câmara de compressão dando-se assim início ao seu enrolamento o que conduz à formação do fardo. O enrolamento do cordão resulta do movimento de rotação de correias planas ou tubos, fixos entre duas correntes laterais, em volta da forragem.

Quando o fardo atinge o diâmetro fixado pelo operador faz-se o seu atamento abrindo-se a parte posterior e o fardo é expulso.

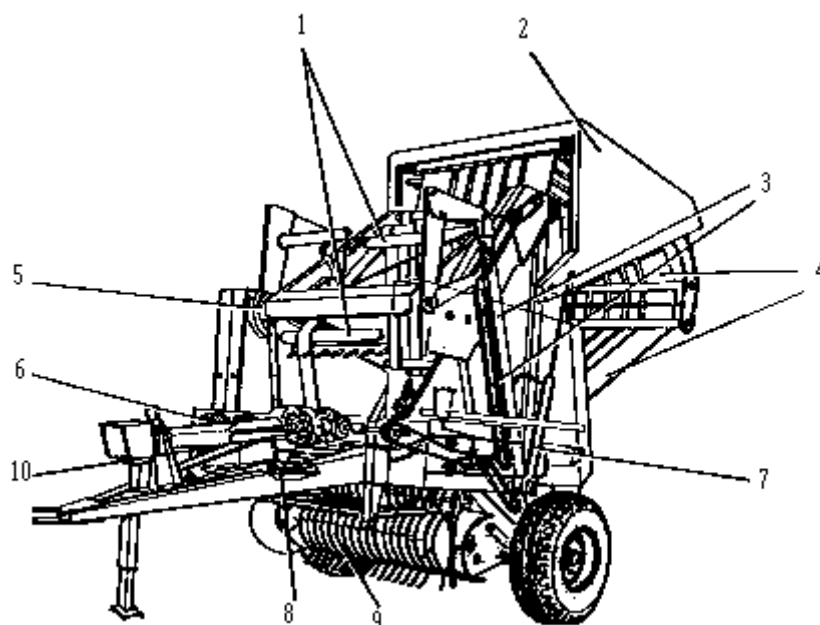


Figura 13- Representação geral de uma enfardadeira de fardos cilindros

1- Rolos 2- Tampa traseira 3- Molas para manter as correias tensas 4- Correias em borracha 5- Indicador do diâmetro dos fardos 6- Caixa para colocação dos rolos de fio 7- Êmbolos para abertura da porta traseira 8- Sistema de atamento 9- Pick-up 10- Veio de transmissão.

Fonte: CEMAGREF (1984)

As principais vantagens destas enfardadeiras, relativamente às volantes, relacionam-se com a economia de fio (50 a 80 %) e à facilidade de manuseamento dos fardos no campo o que permite economia de mão-de-obra. O principal inconveniente prende-se com a dificuldade de arrumação para transporte.

6.2- Equipamentos para carregamento dos fardos

Dos equipamentos utilizados no carregamento de fardos os mais comuns são:

- os que permitem o carregamento directamente das enfardadeiras volantes, como, por exemplo, a rampa e o lançador de fardos;
- os que recolhem os fardos deixados no campo, quer individualmente (carregadores de fardos de plano inclinado) quer após agrupamento (forquilha frontal);
- os que apanham, carregam, transportam e descarregam os fardos, que se designam por reboques autocarregadores.

6.2.1- A rampa de fardos

Esta solução para carregar os fardos baseia-se na colocação de uma rampa, logo a seguir à câmara de compressão, com um comprimento e inclinação que permita a deposição dos fardos no reboque que vem imediatamente a seguir; a progressão dos fardos faz-se porque os fardos que se vão formando empurram os que se encontram a seguir.

Os principais inconvenientes desta solução são a necessidade de se arrumar os fardos que vão caindo no reboque e de ser preciso um tractor bastante potente, pois além do enfardamento é necessário fazer deslocar os fardos na rampa e puxar o reboque.

6.2.2- O lançador de fardos

É uma solução semelhante à anterior só que em vez da rampa utiliza-se um lançador que projecta os fardos para o reboque.

6.2.3- O carregador de fardos de plano inclinado

Este equipamento permite o carregamento individual dos fardos devendo estes estar dispostos segundo o maior comprimento relativamente ao deslocamento do carregador.

6.2.4- A forquilha frontal para fardos

É uma forquilha especial que é montada num carregador frontal e que permite carregar para um reboque um conjunto de fardos previamente agrupados; este conjunto deve ter uma forma paralelepípedica.

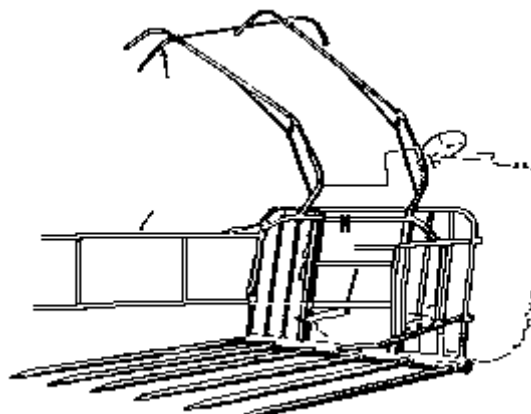


Figura 14- Representação de uma forquilha montada no sistema tripolar do tractor
Fonte: CEMAGREF (1984)

6.2.5- Reboques auto-carregadores de fardos

Estes equipamentos são reboques especificamente concebidos para apanhar fardos depositados no solo que têm um sistema de arrumação dos fardos na caixa do reboque e permitem igualmente o seu descarregamento; para facilitar a apanha dos fardos estes devem-se encontrar alinhados pois caso contrário é necessário percorrer um trajecto mais ou menos sinuoso de forma a que o sistema de recolha apanhe o fardo segundo o seu maior comprimento.

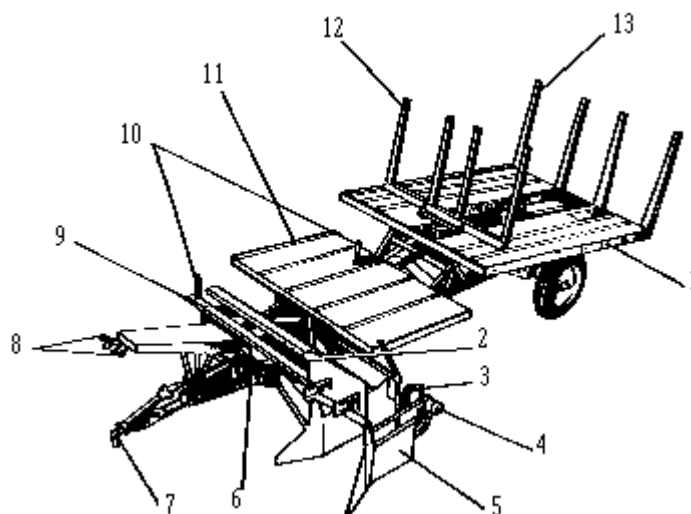


Figura 15- Representação de um reboque autocarregador e autodescarregador de fardos.

1- Caixa de transporte 2- Cadeia de transporte 3- Cadeia de elevação 4- Motor hidráulico 5- Sistema de apanha de fardos 6- Bomba hidráulica 7- Tomada de força 8- Comandos dos êmbolos e motor hidráulico 9- Suporte para colocação ordenada dos fardos 10- Dedos para comando hidráulico dos êmbolos de basculamento 11- Caixa de carga 12- Suportes móveis 13- Suportes fixos.
Fonte: CEMAGREF (1984)

7- Equipamentos para recolha de forragem por via húmida

Os equipamentos para recolha de forragem por via húmida são equipamentos móveis, rebocados, semi-montados, montados ou automotrizes utilizados para colher a forragem ainda em pé, dividindo-a em pequenos troços e carregando-a para um transporte, ou recolhê-la já previamente cortada e disposta em cordão.

Considerando estes dois tipos de trabalho estes equipamentos devem apresentar um elemento de recolha (pick-up) e um sistema de corte que pode ser uma barra de corte ou uma gadanheira rotativa, ou apenas os dispositivos de recolha caso a forragem já esteja cortada. A classificação destes grupo de equipamentos é feita em função dos dispositivos de corte, podendo este ser acompanhado de um recorte, que se destina a dividir em pequenos troços a forragem já cortada, e dos dispositivos de apanha.

Deste grupo de máquinas as mais frequentes são as seguintes:

- o colhedor de facas articuladas de corte simples;
- o colhedor de facas articuladas de duplo corte;
- o colhedor de milho forragem;
- o colhedor-picador-carregador polivalente;

7.1- O colhedor de facas articuladas de corte simples

O colhedor de facas articuladas de corte simples é uma máquina semi-montada com um rotor horizontal colocado perpendicularmente à direcção de avanço; o rotor, que gira a uma velocidade elevada e em sentido contrário ao das rodas do tractor, tem na sua periferia quatro conjuntos de facas articuladas em forma de colher, que cortam laceram e expulsam a forragem para um veículo de transporte. O trajecto da forragem depois de cortada é efectuada através de um tubo de descarga orientável que tem na sua extremidade um deflector igualmente orientável, que permite uma distribuição uniforme no veículo de transporte.

Relativamente ao corte este é efectuado por impacto do gume das facas nos caules das plantas e o laceramento pelo impacto da forragem na contra-faca. O comprimento dos troços é função do regime do rotor, velocidade de deslocamento do tractor e distância das facas à contra-faca; os seus valores estão normalmente compreendidos entre os 5 e 15 cm.

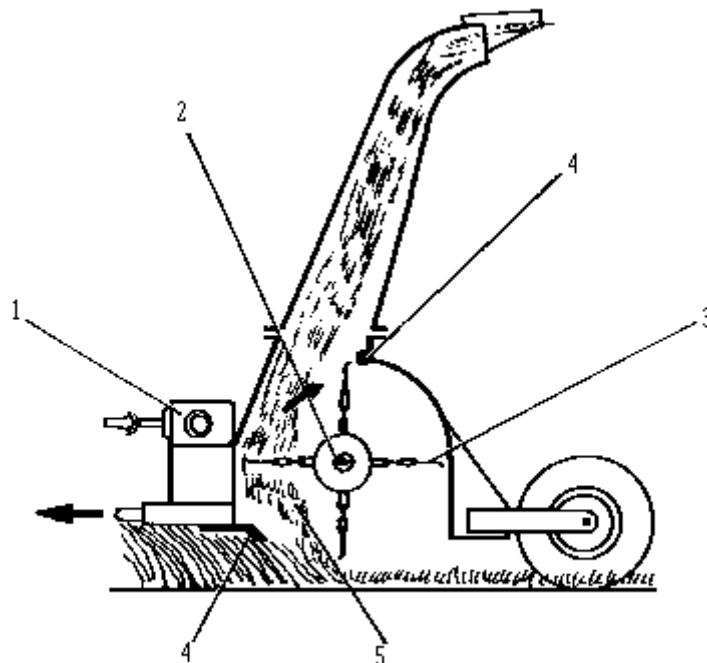


Figura 16- Representação do corte da forragem com um colhedor de facas articuladas de corte simples

1- Par cônico que recebe o movimento da TDF 2- Rotor 3- Faca 4- Contra-faca 5- Efeito de sucção
Fonte: Briosa (1984)

7.2- O colhedor de facas articuladas de duplo corte

O colhedor de facas articuladas de duplo corte é uma máquina que apresenta algumas semelhanças com a anterior mas em que o corte e recorte são feitos por órgãos distintos; com este duplo corte o comprimento dos troços de forragem está compreendido entre os 5 e 8 cm.

Assim, a sua constituição é basicamente a seguinte:

- um elemento de colheita, que é um rotor em que as facas são substituídas por martelos flutuantes, em forma de L, orientados segundo a espessura da barra de aço de que são feitas. Esta disposição dos martelos faz com que seja necessária menos potência para a rotação do veio e que o débito da corrente de ar seja menor reduzindo assim os riscos de aspiração de terra;
- um dispositivo de alimentação, normalmente um sem-fim, para transporte da forragem cortada para o dispositivo de recorte;
- um dispositivo de recorte com facas radiais que, passando junto de uma contra-faca, faz o recorte da forragem e cria uma corrente de ar para, através do tubo de descarga, fazer a sua projecção para o transporte.

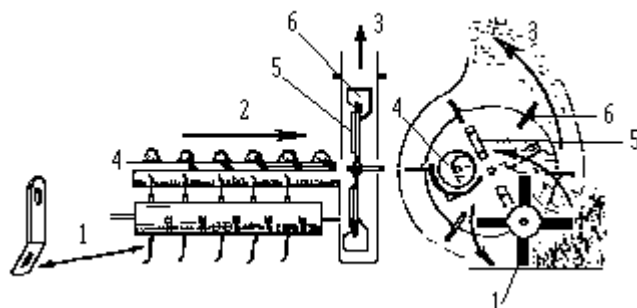


Figura 17- Colhedor de facas articuladas de duplo corte.

1- Martelo 2- Sentido de deslocamento da forragem pelo sem-fim 3- Saída da forragem pelo tubo de descarga 4- Sem-fim 5- Faca para recorte 6- Pás para formarem a corrente de ar
Fonte: CEMAGREF (1976)

7.3- O colhedor de milho forragem

O colhedor de milho forragem, que é um equipamento específico para a cultura do milho, é constituído por um ou mais bicos, tendo cada um uma faca ou disco que secciona a base do caule, sendo depois a planta conduzida para um dispositivo de corte que a divide em pequenos troços; este elemento é geralmente um tambor que tem montado na sua periferia facas que ao passarem junto de uma contra-faca fazem o corte e recorte do milho.

7.4- O colhedor-picador-carregador polivalente

O colhedor-picador-carregador é uma máquina polivalente onde é possível montar-se uma barra de corte, um tambor recolhedor ou um bico para milho forragem.

7.5- Os carregadores de forragem a granel

Os carregadores de forragem a granel são normalmente semi-reboques autocarregadores, ou seja, um reboque que tem montado na sua parte dianteira um sistema de recolha de forragem (pick-up) que passando sobre os cordões de forragem a apanha e a conduz para um elevador que a empurra para o interior da caixa do reboque; o transporte da forragem para a parte posterior é normalmente assegurada por um fundo móvel que pode servir, por inversão do seu movimento, para a descarga; este equipamento também pode ser utilizado na apanha de feno para dar directamente aos animais. Relativamente ao accionamento dos diferentes órgãos este é efectuado a partir da TDF do tractor.

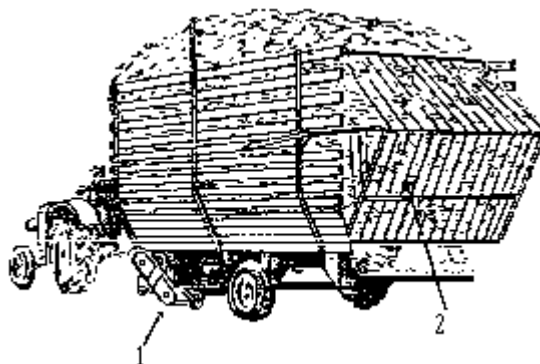


Figura 18- Reboque autocarregador.
1- Sistema de apanha (pick-up) 2- Porta traseira rebatível.
Fonte: CEMAGREF (1984)

Estes equipamentos podem ainda dispor de dispositivos de corte para, depois de recolhida e antes de ser transportada para o interior do reboque, fazer o recorte da forragem em troços curtos de ± 10 cm. A caixa do reboque é completamente fechada com fios ou rede podendo a sua capacidade variar entre os 15 e os 25 m³.

Para além dos reboques autocarregadores existem outros equipamentos para recolha de forragem a granel, como, por exemplo, os carregadores de plano inclinado com forquilhas, mas que têm vindo a ser abandonados.

7.6- As enfardadeiras de fardos redondos

Os equipamentos anteriormente apresentados para conservação da forragem por via húmida são bastante exigentes em mão de obra pelo se começou a enfardar a matéria em verde procedendo-se assim à sua conservação por via microbiana (ensilagem).

As enfardadeiras utilizadas nesta operação foram essencialmente as de grandes fardos redondos, semelhantes às já utilizadas para o feno, mas, devido à necessidade de se obter uma densidade mínima (± 190 kg de m.s./m³), os seus elementos foram reforçados. Assim, e relativamente às enfardadeiras em que a câmara de compressão é variável, as correias tiveram de ser reforçadas, as dos topos têm também de ser mais largas, as molas exercerem maior pressão, o sistema de regulação do volume da câmara de formação inicial ser função da humidade do produto etc. Para as enfardadeiras em que a câmara de compressão é constante esta foi reforçada, os rolos da base da câmara munidos de dedos para apanha da forragem, etc.

Relativamente aos fardos estes devem ter uma densidade bastante grande por forma a manter as condições ideais às fermentações (a forragem nos topos deve estar muito comprimida), sendo o seu carregamento efectuado geralmente por uma forquilha frontal.

Bibliografia

B.P. (1976). Conservation du fourrage. **115**: 1-24. Paris.B.P.

B.P. (1979). Conservation et ensilage du fourrage. **128**:1-24. Paris. B.P.

B.P. (1981). Les presses enroleuses. **135**:1-24. Paris. B.P.

Briosa, F. (1984). Glossário ilustrado de mecanização agrícola. Lisboa. Galucho.

CEMAGREF (1984). Les materiels de recolte des fourrages. Antony. CEMAGREF.

CNEEMA (1976). Lexique méthodique illustré du machinisme agricole. Antony. CNEEMA.

John Deere (1983). Fundamentals of machine operation. Hay and Forage Harvesting. 2nd ed., Illinois.
Deere & Company.