

Introdução

1- Formas de instalação das vinhas.

1.1- Vinhas de planície

1.2- Vinhas de encosta

1.2.1- Vinhas instaladas em patamares

1.2.2- Vinhas instaladas "ao alto"

1.2.3- Vinhas tradicionais

2- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas de encosta.

2.1- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas reconvertidas.

2.1.1- Mecanização das vinhas em patamares

2.1.2- Mecanização das vinhas "ao alto"

2.1.3- Comparação das prestações dos tractores de rodas e rastos.

2.2- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas tradicionais.

3- Equipamentos não motorizados

3.1- Charrua vinhateira

3.2- Escarificador

3.3- Enxada mecânica

3.4- Pulverizador de 200 L

4- Conclusões

Referências bibliográficas

Anexos.

A MECANIZAÇÃO DAS VINHAS DE ENCOSTA

Fernando Santos

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Introdução

A mecanização da cultura da vinha depende muito da forma como está instalada pelo que é fundamental conhecer os condicionalismos resultantes das diferentes formas de armação do terreno.

A escolha dos equipamentos, para além dos aspectos relacionados com a forma de instalação, tem de ter em atenção as suas características técnicas, para poder executar, com um bom rendimento em trabalho e em segurança, as operações culturais.

Os dados apresentados neste trabalho resultam de vários estudos efectuados pela UTAD - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, na RDD - Região Demarcada do Douro.

1- Classificação das vinhas conforme a sua instalação.

As vinhas são consideradas de planície quando as zonas em que estão instaladas têm um declive inferior a 10%, e de encosta quando a inclinação é superior.

1.1- Vinhas de planície

As vinhas de planície, que representam mais de 60% da viticultura mundial, apresentam condições de produção semelhantes aos sistemas de policultura pois, à excepção da poda, todas as operações culturais são facilmente mecanizáveis.

1.2- Vinhas de encosta

As vinhas de encosta podem estar instaladas em vertentes que foram sujeitas a grandes alterações do seu perfil natural, como é o caso das vinhas em patamares e em terraços, ou em vertentes cujo perfil sofreu pequenas alterações, como acontece nas vinhas "ao alto" e nas instaladas segundo as curvas de nível.

A instalação das vinhas em **zonas de encosta** apresenta vários problemas técnicos, nomeadamente os relativos à **criação das vias de acesso, escoamento das águas, mecanização**, etc.; apenas este último será abordado nesta comunicação.

1.2.1- Vinhas instaladas em patamares

A armação do terreno em patamares é a forma de instalação mais utilizada nas vinhas da RDD. A sua construção é feita por escavação na encosta, sendo o volume de terra escavado, utilizado para aterrar a metade exterior do patamar; até 30 % de declive é possível, desde que não haja afloramentos rochosos, construir os patamares com charruas de surriba mas, para inclinações superiores, é necessário utilizar tractores de rastos com lâmina frontal.

Os taludes, cujo declive varia entre 100 - 200 %, não devem ter uma altura superior a 3 m para permitir o controlo da vegetação e diminuir a evapotranspiração. Nos primeiros anos os taludes são bastante sensíveis à erosão, pelo que nas zonas mais pluviosas, aqueles valores devem ser reduzidos.

De acordo com a sua dimensão os patamares designam-se por largos quando a sua largura é superior a 3 m, e estreitos quando é inferior. Os patamares largos têm, geralmente, duas linhas e os estreitos uma, com o bardo colocado perto do topo superior do talude. A densidade média destas vinhas é de 3000 - 4000 plantas/ha.

Apresenta-se, no anexo 1, um exemplo obtido com uma tabela que permite, em função de várias características dimensionais dos patamares, determinar a densidade por hectare.

A escolha do comprimento da entrelinha (**1.8 - 2.2 m**) deve ter em consideração a existência ou não de curvas. Em patamares direitos e vinhas bem conduzidas podem utilizar-se comprimentos de **1.8 - 2.0 m**, e nas outras situações **2.0 - 2.2 m**; a presença de curvas faz com que o equipamento montado no tractor interfira com a face interior do bardo, situado na parte exterior da curva.

1.2.2- Vinhas instaladas "ao alto"

As vinhas instaladas "ao alto" caracterizam-se por as linhas estarem implantadas segundo o maior declive e a sua inclinação lateral ser praticamente nula; esta deve ser < 5% pois, caso contrário, interfere com o deslocamento da unidade motriz, especialmente quando está a trabalhar com equipamentos que funcionam à tracção.

O comprimento das entrelinhas, como o tractor se desloca em linha recta, deve ser de **1.8 - 2.0 m**; os valores mais próximos do limite superior são indicados para as situações de declive mais acentuado, em que a instabilidade direccional é maior, nos solos mais irregulares e com maior pedregosidade, etc.

A distância na linha, que é condicionada pela forma de condução, deve ser corrigida em função da inclinação da encosta, para que, na projecção horizontal, se mantenha o seu valor. Apresenta-se, no anexo 2, uma tabela para correcção da distância na linha, em função da inclinação.

O acesso às entrelinhas é efectuado por estradas de cintura, perpendiculares aos bardos, cuja distância deve ter em consideração o declive da encosta; a distância média está, geralmente, compreendida entre os **60 - 80 m**.

Esta forma de instalação é a que mais se aproxima das vinhas tradicionais, principalmente no que se refere à densidade de plantação, exposição e insolação; estas vinhas apresentam uma densidade de 5000 - 6000 plantas/ha.



(a)



(b)

Vinha em patamares (a) e "ao alto" (b).

1.2.3- Vinhas tradicionais

As vinhas tradicionais da RDD caracterizam-se por estarem dispostas segundo as curvas de nível, mantendo-se o declive natural da encosta, ou em plataformas (terraços ou geios) de largura variável; estes têm o declive atenuado ou mesmo anulado, pela construção de muros de pedra, sendo a ligação entre os terraços feita, geralmente, por escadas embutidas nos muros.

Nas encostas de menor declive (< 15 - 20 %) a implantação segundo as curvas de nível é a solução mais frequente, enquanto que nas de maior inclinação, predominam os terraços. A densidade de plantação destas vinhas, devido ao reduzido comprimento das entrelinhas (< 1.5 m), é de ± 6000 plantas/ha.



(a)



(b)

Vinha tradicional em terraços (a) e segundo as curvas de nível (b).

Estas vinhas têm vindo a ser reconvertidas, parcial ou totalmente, pois aquando da sua instalação não foi considerada a utilização de unidades de tracção. **A reconversão total de vinhas tradicionais, para vinhas em patamares ou "ao alto", é uma operação que implica a reestruturação profunda das explorações vitícolas e descaracteriza o património arquitectónico e histórico da região, pelo que a reconversão parcial é a solução que se tem vindo a impor.**

Os vinhos provenientes das vinhas tradicionais têm, geralmente, elevados padrões de qualidade e são um factor importante para o desenvolvimento do agroturismo.

2- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas de encosta.

As diferentes características das vinhas reconvertidas (modernas), e das vinhas tradicionais (antigas), pressupõe a utilização de equipamentos de tracção adaptados a estas situações; a mecanização das vinhas tradicionais implica, no entanto, a sua adaptação para permitir a transitabilidade dos equipamentos.

Nos pontos seguintes apresentam-se os equipamentos utilizados em vários trabalhos executados na RDD.

2.1- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas reconvertidas.

Os tractores utilizados, um de quatro rodas motrizes iguais e outro de rastos, têm as seguintes características principais:

	Tractor de rodas	Tractor de rastos
Potência nominal	31 kW @ 3000 rpm	41.7 kW@2300 rpm
Massa (s/ pesos)	950 kg	2339 - 2444 kg
Massa (c/pesos)	1144 kg	2463 - 2568 kg (1)
Comprimento	2.9 m	2.6 - 2.9 m (2)
Largura	1.215 - 1.555 m	1.15 - 1.17 m (1)
Pneus / Rastos	8.25 - 16	28 - 20 cm (1)
Raio de viragem	3.0 m	2.6 - 2.9 m (2)

(1) Conforme as características dimensionais do rasto; (2) Sem ou com pesos frontais

Nos estudos efectuados com o tractor de rodas avaliou-se, em diferentes situações, o **seu comportamento com dois tipos de pneus; as situações incluíram diferentes formas de implantação da vinha, comprimento das entrelinhas, pedregosidade, humidade do solo e seu estado (mobilização e compactação).**

Os estudos efectuados com o tractor de rastos tiveram como principal objectivo analisar o seu comportamento com **rastos de diferentes larguras e comprimentos**, e com a **utilização ou não de pesos frontais**.

2.1.1- Mecanização das vinhas em patamares

A mecanização das vinhas em patamares não oferece dificuldades de maior para a escolha das unidades de tracção; **no acesso às entrelinhas, especialmente quando se trabalha com equipamentos descentrados, é importante ter em consideração a estabilidade do conjunto.**

Considerando que o comprimento da entrelinha (patamares de dois bardos) ou a distância da linha ao talude (patamares de 1 bardo) varia de **1.8 - 2.2 m**, o tractor (rodas ou rastos) terá de ter uma largura de **1.0 - 1.2 m**, pois é necessário uma folga lateral mínima de **± 40 cm**.

Os resultados obtidos nos ensaios efectuados com o tractor de rodas permitiram concluir que:

- para um valor máximo de 30 % de escorregamento, a força de tracção (FT) varia de 293-572 daN. Esta amplitude resulta, fundamentalmente, da variação da taxa de cobertura pedregosa (0 a 100 %), da humidade do solo (0 a 17 %) e da pressão dos pneus (120 e 100 kPa). O aumento da taxa de cobertura pedregosa e humidade conduzem a uma diminuição da FT, e a diminuição da pressão a um aumento desta força;
- a influência da pedregosidade, faz-se sentir em todos os níveis de escorregamento, a humidade sobretudo nas situações de baixo escorregamento e a diminuição da pressão é menos importante nos valores mais altos de escorregamento.

Os resultados obtidos nos ensaios efectuados com o tractor de rastos permitiram concluir que:

- em solos mobilizados o aumento da pedregosidade em superfície, conduz a uma redução da capacidade de tracção, sendo, com os rastos estreitos, a perda menor à medida que aumenta o escorregamento;
- em solos não mobilizados e compactados, devido à sua baixa deformação vertical, mesmo em situações de pouca pedregosidade, verifica-se uma diminuição da força de tracção, devido à superfície de apoio ser bastante irregular;
- em solos mobilizados e com uma cobertura pedregosa superior a 20%, os rastos estreitos permitem desenvolver maior força de tracção que os rastos largos;
- os rastos estreitos e curtos têm melhor desempenho em solos com pouca pedra, especialmente se não estiver mobilizado;
- com baixa cobertura pedregosa e solos mobilizados, o aumento do comprimento do rasto largo melhora a capacidade de tracção;
- **com rastos curtos e largos o desempenho é menos interessante**, embora em situações de deslizamento elevado se aproxime das outras versões.

2.1.2- Mecanização das vinhas "ao alto"

A mecanização das vinhas "ao alto" apresenta como principal dificuldade a elevada capacidade de tracção necessária pois, para além da potência para o accionamento dos equipamentos, é necessário vencer a resistência da encosta.

Os ensaios efectuados com o tractor de rodas permitiram concluir que:

- para um declive de $\pm 30\%$, o factor que mais condiciona a força de tracção é a pressão dos pneus. Fazendo variar esta de 120 para 100 kPa, aquela força, para 30 % de escorregamento, variou de 121 a 206 daN e, para 45 %, de 205 a 233 daN;
- a utilização de pneus 10.0 / 75 - 15 permitiu aumentar a FT de 25 - 30 % e diminuir o escorregamento. Sem desenvolver FT o escorregamento nas encostas com 28 % de declive foi de $\pm 30\%$ com pneus estreitos e de $\pm 10\%$ com pneus largos;
- a utilização de pneus mais largos, embora permitisse um acréscimo da força de tracção e diminuição do escorregamento, aumenta bastante o raio de viragem e diminui o desaforo às plantas, pelo que a sua utilização se revelou pouco interessante.

Do exposto pode afirmar-se que, para os tractores de rodas, os pneus de maior dimensão, em termos de tracção, são a melhor opção, devendo-se, no entanto, ter em consideração a mobilidade nas entrelinhas e a manobrabilidade nas cabeceiras.

Os ensaios efectuados com o tractor de rastos permitiram concluir que:

- o rasto que tem melhor comportamento, especialmente em solos com pouca pedregosidade, é o rasto largo e comprido;
- até declives de 40% e com uma cobertura pedregosa elevada, a versão larga e curta teve melhores prestações que a comprida e larga;
- para declives inferiores a 30-35% e em solos com muita pedra em superfície, a melhor solução é a versão estreita e comprida. Para inclinações elevadas (> 50%) a melhor alternativa é o rasto largo e comprido;
- o rasto estreito e curto tem fraco desempenho nestas situações.

Do exposto pode afirmar-se que, para as vinhas ao alto, a utilização de rastos estreitos e compridos é a melhor opção para os solos que tenham muita pedra, sendo os rastos mais largos e compridos mais indicados para solos sem pedra à superfície.

Considerando as prestações do tractor de rodas nas vinhas em patamares e "ao alto" verifica-se que, nas primeiras, não há praticamente limitações à sua utilização, mas nas vinhas "ao alto", mesmo maximizando a sua prestação, apenas as operações pouco exigentes em tracção podem ser executadas até inclinações consideradas aceitáveis (30 - 35 %).

Relativamente às prestações do tractor de rastos em vinhas em patamares e "ao alto", verifica-se que nos patamares não há interesse em proceder a alterações para se aumentar a sua capacidade de tracção, o mesmo não acontecendo com a vinha "ao alto" onde as alterações dos rastos e distribuição de massas, permite trabalhar até declives mais acentuados.

2.1.3- Comparação das prestações dos tractores de rodas e rastos.

Comparando os ensaios de tracção efectuados com os tractores de rodas e rastos, verificou-se que nos de rodas os pneus de maior dimensão conduzem sempre a um aumento da força de tracção, enquanto nos tractores de rastos, a melhoria da capacidade de tracção se obteve com os rastos mais largos quando a pedregosidade é pequena e, com os rastos mais estreitos, nas situações de maior cobertura pedregosa. Relativamente ao tractor de rodas, a justificação deve-se ao aumento significativo da massa e superfície de contacto obtida com os pneus mais largos. Para o tractor de rastos, o aumento da capacidade de tracção deve-se, na primeira situação, à maior superfície de contacto e massa dos rastos largos e, na segunda, ao maior enterramento dos rastos estreitos.

Em ensaios realizados em patamares sem cobertura pedregosa e com 30% de escorregamento, obtiveram-se coeficientes de tracção (CT) de 0.45 - 0.50 para os tractores de rodas e 0.50 - 0.60 para os de rastos; considerando a massa do tractor de rodas (1150 kg) é possível obter uma força de tracção à barra de 520 - 575 daN e, para o de rastos (2000 kg) de 1000-1200 daN.

Nas vinhas "ao alto" a inclinação é, sem dúvida, o factor limitante, podendo os tractores de rodas progredir até declives de 30 - 35 % e os de rastos até 45 - 50%; estes valores dependem da pedregosidade, estado do solo, etc.

Comparando os dois tipos de tractores, a opção para os patamares deverá, sempre que possível, ser para os tractores de rodas, escolhendo-se os de rastos quando existirem problemas de limitação de força de tracção, estabilidade, espaço de viragem ou compactação do solo. Para as vinhas "ao alto" o tractor de rastos é, normalmente, a solução indicada, pois os tractores de rodas, para declives superiores a 18 - 20 %, já não desenvolvem força de tracção suficiente para trabalhar, por exemplo, com um escarificador de 5 dentes, a mais que 7 - 8 cm de profundidade.

A constante evolução dos tractores de rodas tem permitido melhorar as suas prestações, pelo que a sua escolha deve ser sempre tida em consideração; a aplicação da reversibilidade ao posto de condução é uma característica de grande importância, pois melhora significativamente a capacidade de tracção e o conforto do operador. Os tractores de rastos, devido às limitações de circulação, custo de aquisição e manutenção, etc., têm vindo, sempre que as condições o permitem, a ser preteridos, em favor dos de rodas.

2.2- Unidades de tracção utilizadas nas vinhas tradicionais.

As unidades de tracção mais utilizadas nas vinhas tradicionais são unidades multifuncionais de pequena dimensão; estas podem dispor de transmissões hidrostáticas, para a sua translação e accionamento das alfaias, e a condução ser efectuada por uma alavanca tipo "joystick".

No âmbito dos projectos PAMAF, a UTAD e o CEVD fizeram um estudo aprofundado da mecanização das vinhas tradicionais, que pode ser consultado em:

<http://www.utad.pt/~fsantos/investig>.

3- Equipamentos não motorizados

O conhecimento das características, prestações e exigências de accionamento dos equipamentos não motorizados são aspectos fundamentais para a sua escolha; a opção da unidade de tracção é efectuada tendo em consideração os equipamentos mais exigentes em força de tracção ou em binário à TDF.

3.1- Charrua vinhateira

Em ensaios efectuados em patamares para determinação da força de tracção, em solos com teores de humidade de $\pm 20\%$, cobertura pedregosa de $\pm 10\%$ e uma cobertura herbácea de 15-20%, obtiveram-se os seguintes valores, de força de tracção, em kN, em função da profundidade de trabalho (10, 15 e 20 cm):

Referência	Profundidade de trabalho (cm)		
	10	15	20
4 corpos simples+ferro extirpador	8.17	14.23	22.39
4 ferros simples + corpo duplo	6.14	14.53	22.95
corpo simples	1.54	2.74	4.32
corpo duplo	1.98	3.58	5.66
ferro extirpador	2.02	3.28	5.11

Fonte: Bianchi (1987)

Sendo praticamente impossível utilizar a charrua vinhateira, para efectuar trabalho de escava à volta da cepa, é necessário que zona da enxertia seja colocada fora da terra, pois, caso contrário, ter-se-á de fazer a escava manual.

3.2- Escarificador

Em ensaios efectuados com um escarificador de cinco dentes articulados, molas duplas e ferros de escarificação, com uma largura de $\pm 6 - 7$ cm, ou de extirpação, com ± 25 cm, em condições semelhantes às utilizadas para as lavouras, obtiveram-se os seguintes valores de força de tracção, em kN, em função da profundidade de trabalho (5, 10, 15 e 20 cm):

Referência	Profundidade de trabalho, em cm			
	5	10	15	20
5 dentes de escarificação	2.93	4.73	7.32	10.70
5 dentes de extirpação	3.21	6.70	10.74	
1 dente de escarificação	0.59	0.95	1.46	2.14
1 dente de extirpação	0.64	1.34	2.15	
escarificação, por m de largura	2.17	3.50	5.42	7.92
extirpação, por m de largura	2.38	4.96	7.96	

Fonte: Bianchi (1987)

Considerando separadamente a influência da pedregosidade, humidade e tipo de peças activas na força de tracção, concluiu-se que pedregosidade é o factor que mais influencia essa força, seguindo-se-lhe a humidade e as peças activas; os ferros de extirpação são mais exigentes em força de tracção que os de escarificação.

A utilização do tractor vinhateiro de rodas em patamares, permitiu trabalhar em todas as situações ensaiadas, mas, nas vinhas "ao alto", com 18 - 20 % de declive, a profundidade máxima de trabalho foi sempre inferior a 10 cm.

3.3- Enxada mecânica

A mobilização com a enxada mecânica é uma prática que tem vindo a ser muito difundida, pois o accionamento de equipamentos à TDF é menos exigente que os que funcionam à tracção.

A utilização da enxada mecânica, em solos com grande cobertura pedregosa, deve ser feita a uma rotação da cambota relativamente baixa, pois, caso contrário, as enxadas partem-se; regimes altos provocam igualmente a excessiva pulverização do solo, maior penosidade na condução e a rápida deterioração da unidade de tracção, devido à trepidação.

Bianchi (1987) considerou aceitável, para as vinhas do Douro, regimes de 70 - 100 rpm.

A potência necessária, em kW, por metro de largura, para profundidades compreendidas entre 10 - 20 cm e comprimentos de fatia de corte entre 12 - 25 cm, foram sempre inferiores a 5 kW / m; a potência para accionamento da enxada mecânica, em vazio, foi 0.77 kW.

Ensaio efectuados em vinhas "ao alto" para determinação da potência, em kW, necessária para deslocar o conjunto, em diferentes declives (30, 40 e 50%) e profundidades de trabalho (10, 15 e 20 cm), conduziram aos seguintes resultados:

Declive	Prof.(cm)	Velocidade de avanço, em km / h			
		0.72	1.44	2.16	2.88
30	10	2.5	5.0	7.5	10.0
	15	2.0	4.1	6.1	8.1
	20	1.8	3.6	5.4	7.2
40	10	3.1	6.3	9.4	12.6
	15	2.7	5.3	8.0	10.6
	20	2.4	4.8	7.2	9.6
50	10	4.6	9.3	13.9	18.5
	15	3.5	7.0	10.5	14.0
	20	3.2	6.3	9.5	12.6

Fonte: Bianchi (1987).

Conforme se pode constatar os valores de potência exigidos são bastante baixos pelo que a limitação à sua utilização se prende, geralmente, com a capacidade de elevação ou estabilidade longitudinal da unidade motriz, pois as enxadas mecânicas têm uma massa bastante elevada (> 300 kg).

Ensaio efectuados com o tractor de rodas permitiram concluir que o binário de accionamento depende, principalmente, do regime e profundidade de trabalho da enxada. Para o regime mais baixo

(77 rpm) e uma profundidade de 15 - 16 cm o binário variou de 100 - 120 Nm e, para o regime mais alto (116 rpm), à mesma profundidade, de 180 - 200 Nm; os regimes da enxada mecânica foram obtidos às 1500 rpm do motor.

Nas vinhas ao alto a impulsão resultante do movimento rotativo das enxadas, é fundamental para a sua utilização no sentido ascendente; ensaios efectuados por Bianchi (1987) permitiram determinar valores de impulsão de ± 2.5 kN, trabalhando a 20 cm de profundidade.

Em ensaios efectuados nas vinhas "ao alto", utilizando o tractor vinhateiro de rodas, conseguiu progredir-se até declives de 45 %; para os restantes equipamentos o declive máximo foi inferior a 35 %.

3.4- Pulverizador de 200 L

Ensaio semelhantes aos efectuados com a enxada mecânica, mas com um pulverizador de jacto transportado de 200 l, conduziram, para as pressões de funcionamento geralmente utilizadas (< 5 bar), a valores de binário de accionamento inferiores a 100 Nm. À semelhança do equipamento anterior é a massa dos pulverizadores o principal factor limitante à sua utilização nas vinhas "ao alto"; nestas vinhas, com os tractores de rodas, a transferência de massa para o trem traseiro melhora a capacidade de tracção, pelo que a utilização de rodas de suporte nos pulverizadores é desaconselhável.

Considerando a utilização dos equipamentos referidos com o tractor de rastros, os declives máximos de utilização, em tracção directa, nas vinhas "ao alto", com um escorregamento máximo de 20%, são os seguintes:

	Profundidade (cm)	Condições de tracção	
		Ct mínimo	Ct máximo
Charrua vinhateira	10	25 - 30	35 - 40
Escarificador com ferros de escarificação	5	35 - 40	40 - 45
	10	30 - 35	35 - 40
	15	20 - 25	25 - 30
Escarificador com ferros de extirpação	5	35 - 40	40 - 45
	10	20 - 25	25 - 30
	10	40 - 45	45 - 50
Enxada mecânica	15	45 - 50	> 50
	20	> 50	> 50
	200 l	40 - 45	50 -
Pulverizadores	300 l	40 - 45	45 - 50

Fonte: Bianchi (1987)

A variação do coeficiente de tracção (Ct) entre um valor mínimo e máximo, resulta das diferentes características dimensionais do rasto e massa do lastro; o coeficiente de tracção é a relação entre a força de tracção e a massa do tractor.

4- Conclusões

Como conclusão pode afirmar-se que a escolha das unidades de tracção para as vinhas de encosta deve ter em consideração a sua forma de instalação e características, e os equipamentos com que se vai trabalhar, para não pôr em causa o rendimento em trabalho e a segurança de utilização.

Os patamares não são, só por si, um factor limitativo na escolha da unidade de tracção, embora o acesso, quando existem valas a céu aberto, para escoamento das águas pluviais, possa dificultar a entrada dos tractores de rodas.

Nas vinhas "ao alto" a inclinação é o factor decisivo na escolha da unidade de tracção, podendo considerar-se como inclinação máxima, para progressão dos tractores de rodas, os 30 - 35% e, para os de rastos, os 45 - 50 %; estes valores dependem das características das unidades, da vinha e dos equipamentos com que se vai trabalhar.

Nas vinhas tradicionais é fundamental efectuar alterações que permitam a circulação dos equipamentos em boas condições de segurança e rendimento em trabalho.

Referências bibliográficas

- Bianchi-de-Aguiar, F. (1987). *Comportamento à tracção do tractor de rasto nos novos sistemas de cultura da vinha da Região Demarcada do Douro*. Tese de doutoramento. Vila Real. UTAD. 133 pp.
- Bianchi-de-Aguiar, F. (1988). *Mecanização da cultura da vinha na Região Demarcada do Douro*. *Vida Rural* **21**: 30 - 36 pp.
- Bianchi-de-Aguiar, F.; Santos, F.; Abreu, N.; Rebelo, V.; Dias, J., Portela, J. (1988). *Viticultura e Restruturação Fundiária na RFA*. Relatório de uma visita de estudo. Vila Real. UTAD. 120 pp.
- Bianchi-de-Aguiar, F. ; Santos, F. (1990). *Mecanização das vinhas de encosta na Região Demarcada do Douro*. Relatório final. Vila Real. UTAD. 46 pp.
- Santos, F. (1996). *Mecanização da cultura da vinha*. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 76, UTAD. 40 pp.
- Santos, F. (1996). *A mecanização da vinha na Região Demarcada do Douro*. Vila Real. UTAD. 20 pp.
- Santos, F.; (1996). *Conforto e segurança na utilização dos equipamentos agrícolas*. Série Didáctica - Ciências Aplicadas nº 79, UTAD. 18 pp.
- Santos, F. (1997). *Contribuição para a mecanização das vinhas tradicionais da Região Demarcada do Douro*. *Vida Rural - Especial Maquinaria*. Fevereiro: 26-30.
- Azevedo, J.; Monteiro, A.; Santos, F. (1997). *Folha de cálculo para determinação da densidade de plantação nas vinhas em patamares*. Vila Real. UTAD.
- Azevedo, J.; Monteiro, A.; Santos, F. (1997). *Folha de cálculo para correcção da distância na linha das vinhas ao "ao alto"* . Vila Real. UTAD. Azevedo, J.; Monteiro, A.; Santos, F.(1998). *Introdução de novos equipamentos na cultura da vinha*. Lamego. Minerva. 22 pp.
- Azevedo, J.; Monteiro, A.; Santos, F.(1998). *Mécanisation des vignes en pente dans la Région Demarqué du Douro*. XXIII Congrès Mondial de la Vigne et du Vin. Lisbonne. Portugal. pp I 131 - I 135.
- Azevedo, J; Monteiro, A; Santos, F.. (1999). *Utilização de equipamentos de despona na cultura da vinha (poster)*. 1^{as} Jornadas Vitivinícolas do Douro. S. João da Pesqueira.
- Azevedo, J; Monteiro, A; Santos, F.. (2000). *Mecanização das vinhas tradicionais da Região Demarcada do Douro*. Relatório Final - PAMAF nº 6121. Vila Real. UTAD. 106 pp.

Anexo 1- Número de plantas em patamares de diferentes dimensões, inclinação da encosta, distância na linha e comprimento da entrelinha, etc..

Inclinação α		Largura do patamar (m) =>						Inclinação do talude (%) =>					
		Nº de bardos no patamar =>						Área da cultura (ha) =>					
		Dim. dos taludes			Pr	Dist. linhas		NÚMERO DE PLANTAS					
% graus	d (cm)	t (cm)	h (cm)	X (cm)	Di (m)	Dh (m)	Distância na linha (m)						
							0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	1.70	8403	7352	6535	5882	5347	4901
1	0.57	1.91	0.85	1.71	1.70	1.71	1.71	8361	7316	6503	5852	5320	4877
2	1.15	3.84	1.72	3.43	3.40	1.72	1.72	8319	7279	6470	5823	5294	4852
3	1.72	5.79	2.59	5.18	5.10	1.73	1.73	8277	7242	6437	5794	5267	4828
4	2.29	7.76	3.47	6.94	6.79	1.74	1.73	8235	7205	6405	5764	5240	4803
5	2.86	9.75	4.36	8.72	8.49	1.75	1.74	8193	7169	6372	5735	5213	4779
6	3.43	11.76	5.26	10.52	10.18	1.76	1.75	8151	7132	6339	5705	5187	4754
7	4.00	13.79	6.17	12.33	11.87	1.77	1.76	8109	7095	6307	5676	5160	4730
8	4.57	15.84	7.08	14.17	13.56	1.78	1.77	8067	7058	6274	5647	5133	4705
9	5.14	17.91	8.01	16.02	15.24	1.79	1.78	8025	7022	6241	5617	5106	4681
10	5.71	20.01	8.95	17.89	16.92	1.80	1.79	7983	6985	6209	5588	5080	4656
11	6.28	22.12	9.89	19.79	18.59	1.81	1.80	7941	6948	6176	5558	5053	4632
12	6.84	24.26	10.85	21.70	20.25	1.82	1.81	7899	6911	6143	5529	5026	4607
13	7.41	26.43	11.82	23.64	21.92	1.83	1.82	7857	6875	6111	5500	5000	4583
14	7.97	28.61	12.80	25.59	23.57	1.85	1.83	7815	6838	6078	5470	4973	4558
15	8.53	30.82	13.78	27.57	25.22	1.86	1.84	7773	6801	6045	5441	4946	4534
16	9.09	33.05	14.78	29.57	26.86	1.87	1.85	7731	6764	6013	5411	4919	4509
17	9.65	35.31	15.79	31.58	28.49	1.88	1.86	7689	6727	5980	5382	4893	4485
18	10.20	37.60	16.81	33.63	30.12	1.90	1.87	7647	6691	5947	5352	4866	4460
19	10.76	39.90	17.85	35.69	31.73	1.91	1.88	7605	6654	5915	5323	4839	4436
20	11.31	42.24	18.89	37.78	33.34	1.93	1.89	7563	6617	5882	5294	4812	4411
21	11.86	44.60	19.94	39.89	34.94	1.94	1.90	7521	6580	5849	5264	4786	4387
22	12.41	46.98	21.01	42.02	36.53	1.96	1.91	7478	6544	5816	5235	4759	4362
23	12.95	49.40	22.09	44.18	38.11	1.97	1.92	7436	6507	5784	5205	4732	4338
24	13.50	51.84	23.18	46.36	39.67	1.99	1.93	7394	6470	5751	5176	4705	4313
25	14.04	54.30	24.29	48.57	41.23	2.00	1.94	7352	6433	5718	5147	4679	4289
26	14.57	56.80	25.40	50.80	42.78	2.02	1.95	7310	6397	5686	5117	4652	4264
27	15.11	59.33	26.53	53.06	44.31	2.04	1.97	7268	6360	5653	5088	4625	4240
28	15.64	61.88	27.67	55.35	45.84	2.05	1.98	7226	6323	5620	5058	4598	4215
29	16.17	64.47	28.83	57.66	47.35	2.07	1.99	7184	6286	5588	5029	4572	4191
30	16.70	67.08	30.00	60.00	48.85	2.09	2.00	7142	6250	5555	5000	4545	4166
31	17.22	69.73	31.18	62.37	50.34	2.11	2.01	7100	6213	5522	4970	4518	4142
32	17.74	72.41	32.38	64.76	51.81	2.12	2.02	7058	6176	5490	4941	4491	4117
33	18.26	75.12	33.59	67.19	53.27	2.14	2.04	7016	6139	5457	4911	4465	4093
34	18.78	77.86	34.82	69.64	54.72	2.16	2.05	6974	6102	5424	4882	4438	4068
35	19.29	80.63	36.06	72.12	56.16	2.18	2.06	6932	6066	5392	4852	4411	4044
36	19.80	83.44	37.32	74.63	57.58	2.20	2.07	6890	6029	5359	4823	4385	4019
37	20.30	86.29	38.59	77.18	58.99	2.22	2.09	6848	5992	5326	4794	4358	3995
38	20.81	89.17	39.88	79.75	60.39	2.25	2.10	6806	5955	5294	4764	4331	3970
39	21.31	92.08	41.18	82.36	61.77	2.27	2.11	6764	5919	5261	4735	4304	3946
40	21.80	95.03	42.50	85.00	63.14	2.29	2.12	6722	5882	5228	4705	4278	3921
41	22.29	98.02	43.84	87.67	64.49	2.31	2.14	6680	5845	5196	4676	4251	3897
42	22.78	101.05	45.19	90.38	65.83	2.33	2.15	6638	5808	5163	4647	4224	3872
43	23.27	104.11	46.56	93.12	67.15	2.36	2.17	6596	5772	5130	4617	4197	3848

(cont)

44	23.75	107.22	47.95	95.90	68.47	2.38	2.18	6554	5735	5098	4588	4171	3823
45	24.23	110.36	49.35	98.71	69.76	2.41	2.19	6512	5698	5065	4558	4144	3799
46	24.70	113.55	50.78	101.56	71.04	2.43	2.21	6470	5661	5032	4529	4117	3774
47	25.17	116.77	52.22	104.44	72.31	2.46	2.22	6428	5625	5000	4500	4090	3750
48	25.64	120.04	53.68	107.37	73.56	2.48	2.24	6386	5588	4967	4470	4064	3725
49	26.10	123.35	55.17	110.33	74.80	2.51	2.25	6344	5551	4934	4441	4037	3700
50	26.57	126.71	56.67	113.33	76.03	2.53	2.27	6302	5514	4901	4411	4010	3676
51	27.02	130.11	58.19	116.38	77.24	2.56	2.28	6260	5477	4869	4382	3983	3651
52	27.47	133.56	59.73	119.46	78.43	2.59	2.30	6218	5441	4836	4352	3957	3627
53	27.92	137.05	61.29	122.59	79.61	2.62	2.31	6176	5404	4803	4323	3930	3602
54	28.37	140.60	62.88	125.75	80.78	2.65	2.33	6134	5367	4771	4294	3903	3578
55	28.81	144.19	64.48	128.97	81.93	2.68	2.34	6092	5330	4738	4264	3877	3553
56	29.25	147.83	66.11	132.22	83.06	2.71	2.36	6050	5294	4705	4235	3850	3529
57	29.68	151.52	67.76	135.52	84.18	2.74	2.38	6008	5257	4673	4205	3823	3504
58	30.11	155.27	69.44	138.87	85.29	2.77	2.39	5966	5220	4640	4176	3796	3480
59	30.54	159.06	71.13	142.27	86.39	2.80	2.41	5924	5183	4607	4147	3770	3455
60	30.96	162.91	72.86	145.71	87.46	2.83	2.43	5882	5147	4575	4117	3743	3431
61	31.38	166.82	74.60	149.21	88.53	2.87	2.45	5840	5110	4542	4088	3716	3406
62	31.80	170.78	76.38	152.75	89.58	2.90	2.46	5798	5073	4509	4058	3689	3382
63	32.21	174.81	78.17	156.35	90.62	2.93	2.48	5756	5036	4477	4029	3663	3357
64	32.62	178.89	80.00	160.00	91.64	2.97	2.50	5714	5000	4444	4000	3636	3333
65	33.02	183.03	81.85	163.70	92.65	3.00	2.52	5672	4963	4411	3970	3609	3308
66	33.42	187.23	83.73	167.46	93.64	3.04	2.54	5630	4926	4379	3941	3582	3284
67	33.82	191.49	85.64	171.28	94.63	3.08	2.56	5588	4889	4346	3911	3556	3259
68	34.22	195.83	87.58	175.15	95.59	3.11	2.58	5546	4852	4313	3882	3529	3235
69	34.61	200.22	89.54	179.08	96.55	3.15	2.60	5504	4816	4281	3852	3502	3210
70	34.99	204.69	91.54	183.08	97.49	3.19	2.62	5462	4779	4248	3823	3475	3186
71	35.37	209.22	93.57	187.13	98.42	3.23	2.64	5420	4742	4215	3794	3449	3161
72	35.75	213.82	95.62	191.25	99.33	3.27	2.66	5378	4705	4183	3764	3422	3137
73	36.13	218.50	97.72	195.43	100.23	3.31	2.68	5336	4669	4150	3735	3395	3112
74	36.50	223.25	99.84	199.68	101.12	3.36	2.70	5294	4632	4117	3705	3368	3088
75	36.87	228.08	102.00	204.00	102.00	3.40	2.72	5252	4595	4084	3676	3342	3063
76	37.23	232.98	104.19	208.39	102.86	3.44	2.74	5210	4558	4052	3647	3315	3039
77	37.60	237.97	106.42	212.85	103.72	3.49	2.76	5168	4522	4019	3617	3288	3014
78	37.95	243.03	108.69	217.38	104.56	3.53	2.79	5126	4485	3986	3588	3262	2990
79	38.31	248.18	110.99	221.98	105.38	3.58	2.81	5084	4448	3954	3558	3235	2965
80	38.66	253.42	113.33	226.67	106.20	3.63	2.83	5042	4411	3921	3529	3208	2941
81	39.01	258.74	115.71	231.43	107.00	3.68	2.86	5000	4375	3888	3500	3181	2916
82	39.35	264.16	118.13	236.27	107.79	3.73	2.88	4958	4338	3856	3470	3155	2892
83	39.69	269.67	120.60	241.20	108.57	3.78	2.91	4915	4301	3823	3441	3128	2867
84	40.03	275.27	123.10	246.21	109.34	3.83	2.93	4873	4264	3790	3411	3101	2843
85	40.36	280.97	125.65	251.30	110.10	3.88	2.96	4831	4227	3758	3382	3074	2818
86	40.70	286.77	128.24	256.49	110.85	3.93	2.98	4789	4191	3725	3352	3048	2794
87	41.02	292.67	130.88	261.77	111.58	3.99	3.01	4747	4154	3692	3323	3021	2769
88	41.35	298.67	133.57	267.14	112.31	4.04	3.04	4705	4117	3660	3294	2994	2745
89	41.67	304.79	136.31	272.61	113.02	4.10	3.06	4663	4080	3627	3264	2967	2720
90	41.99	311.02	139.09	278.18	113.72	4.16	3.09	4621	4044	3594	3235	2941	2696
91	42.30	317.36	141.93	283.85	114.42	4.22	3.12	4579	4007	3562	3205	2914	2671
92	42.61	323.82	144.81	289.63	115.10	4.28	3.15	4537	3970	3529	3176	2887	2647
93	42.92	330.39	147.76	295.51	115.77	4.34	3.18	4495	3933	3496	3147	2860	2622
94	43.23	337.10	150.75	301.51	116.44	4.40	3.21	4453	3897	3464	3117	2834	2598
95	43.53	343.93	153.81	307.62	117.09	4.47	3.24	4411	3860	3431	3088	2807	2573
96	43.83	350.89	156.92	313.85	117.73	4.53	3.27	4369	3823	3398	3058	2780	2549
97	44.13	357.99	160.10	320.19	118.36	4.60	3.30	4327	3786	3366	3029	2754	2524
98	44.42	365.22	163.33	326.67	118.99	4.67	3.33	4285	3750	3333	3000	2727	2500
99	44.71	372.60	166.63	333.27	119.60	4.74	3.37	4243	3713	3300	2970	2700	2475
100	45.00	380.13	170.00	340.00	120.21	4.81	3.40	4201	3676	3267	2941	2673	2450

