

RESUMO

Os primeiros testes de campo com uma colhedora auto-motris, especialmente desenvolvida para a colheita do café, resultado de um projeto desenvolvido por Máquinas Agrícolas Jacto S.A são apresentados.

Testes utilizando-se a produção no ano consecutivo à colheita, mostrou que não houve influência sobre a cultura quando comparada com a colheita manual convencional. Os dados infringidos pela colheita mecânica, avaliados pela quebra de ramos após a passagem da máquina, são comparados à colheita manual, mostrando-se da mesma ordem de grandeza.

A eficiência da colhedora medida nas épocas favoráveis de colheita, mostrou-se em média da ordem de 94%.

Uma breve descrição da cronologia do Projeto e evolução dos Protótipos desde 1973 a 1979 é dada, bem como o funcionamento básico da colhedora. São feitas ainda algumas observações de caráter operacional.

SUMMARY

The first field tests with a self-propelled harvester specially designed for coffee harvester are presented. The machine is the result of a development project by Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

Using the usual manual harvest as a reference and the next year crop yield as an indicator tests shown that no influence in the plantation is expected due to the machine use.

The injury to the plant caused by the mechanical practice, using broken branches as indicator, compared with manual harvest shown no significant difference.

Harvesting efficiency measured during the favourable harvesting period gave values of the order of 94%.

A brief description of the machine functioning and also about the Project evolution from 1973 till 1979 is given. It is also given some information on the machine capability and needs for field use.

INTRODUÇÃO

Histórico: Com a demonstração da viabilidade técnica da colheita mecânica do café pelo Instituto Agrônomo de Campinas, SP, o Departamento de Pesquisa

-
- (*) Eng^o Mecânico, M.Sc e Dr. Eng., Diretor Pesquisa e Desenvolvimento - Máquinas Agrícolas Jacto S.A.
(**) Eng^o Agrônomo, M.Sc e Coordenador de Mecânica Agrícola - Máquinas Agrícolas S.A.
(***) Eng^o Mecânico, Ass. Téc. da Diretoria, Máquinas Agrícolas Jacto S.A.

e Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas Jacto S.A., iniciou um programa de estudos para o projeto de uma colhedora (1973). Inicialmente, foi projetado e construído um Derrichador Contínuo que, acoplado a um trator agrícola convencional, propiciou a determinação das características mecânicas do derrichamento dos frutos de café. Experimentos estes realizados na fazenda Sao Joao do Rio do Peixe, município de Garça, SP (safra 1974). Este derrichador constituiu-se no "Primeiro Derrichador Contínuo" especialmente projetado e construído com a finalidade de colher café. Em 1975 foi projetada e construída uma Colhedora Auto-Motriz acionada por um trator a ela incorporado, denominada K-1. A máquina em forma de portico, dotada de dois derrichadores laterais, trabalhando "a cavaleiro" nas plantas de café, constituiu-se na "Primeira Colhedora de Café" especialmente projetada para aquela finalidade. Foi testada na fazenda Antinha, município de Garça - SP (safra 1976). À máquina foram incorporados dinamômetros, acelerômetros, extensômetros elétricos de resistência (Strain-gage) e captadores de vibrações mecânicas, que possibilitaram a determinação da capacidade de tração necessária à tração da máquina, das solicitações estáticas e dinâmicas sobre os vibradores e estrutura da máquina. Estes dados serviram de base para o projeto de uma nova colhedora, denominada K-2. A nova máquina passou a contar com motor próprio, transmissão hidrostática, pernas com regulagem contínua da altura num pórtico totalmente reprojeto. Os testes foram realizados na fazenda Santa Maria, município de Ocaçu-SP (safra 1977).

Após modificações nos sistemas de recolhimento e transporte dos grãos e no sistema de tração, chegou-se ao Protótipo K-3. Durante os testes (safra de 1978) foram colhidas 45.000 plantas, em condições reais de trabalho. Executados na fazenda Colorado, município de Patrocínio Paulista-SP, e na fazenda Rio Feio, município de Rosália-SP. Para a safra de 1979, foram construídas mais 5 colhedoras-protótipos que se prestarão à realização dos testes funcionais e dos testes de vida, em diferentes condições regionais. Os protótipos da "Colhedora de Café K-3" foram oficialmente apresentadas ao público dia 4 de junho de 1979.

Neste artigo apresentamos resumidamente os primeiros resultados experimentais de campo obtidos com a Colhedora. Dados estes extraídos de diversas pesquisas realizadas no período de 1976 a 1978. A Colhedora, aqui descrita sucintamente, é o principal resultado dos programas realizados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Colhedora de Café: É uma máquina automotriz em forma de pórtico que opera "a cavaleiro" nas linhas de plantas. Hastes vibratórias atuam em ambos os lados das plantas (600 a 2000 c/min). Os grãos derrichados são coletados por um conjunto de lâminas retráteis que fecham os espaços sob a saia do cafeeiro. Transportadores internos, horizontais e verticais, transportam os frutos colhidos até o sistema de limpeza, onde as impurezas são separadas por ventilação. Os frutos colhidos e limpos são ensacados e retirados por operadores auxiliares. O processo da colheita é contínuo e relativamente rápido (0,5 a 1,5 km/h) sobre terrenos bem preparados (declividade de até 10% são possíveis). A máquina, pelas suas dimensões, permite colher plantas de até 2,50 m.

Tipo de Lavoura: Os ensaios foram realizados em cafezais das variedades Mundo Novo (Jafa e Ocaçu) e Bourbon Amarelo (Patrocínio Paulista). As idades variam de 5 a 7 anos e a altura, de 1,8 a 2,3 metros. Os espaçamentos nos locais de testes variaram entre 3,5 a 4,0 metros entre linhas e 1,5 a 2,0m entre plantas. A disposição das plantas na cova foi sempre "em linha" e o número de plantas por cova de 2 a 3. Os ramos primários com inserções até 40cm de altura do solo foram retirados.

Métodos: São apresentados para cada caso junto aos resultados experimentais.

RESULTADOS E ANÁLISE

a) Efeito da Colheita Mecânica avaliado pela produção:

Os Quadros números 1, 2, 3 e 4 mostram os resultados obtidos em Jafa (em 1978). Parcelas uniformes de 20 covas foram demarcadas nas áreas que foram colhidas mecânicamente e manualmente, um ano após estas operações terem sido feitas. Quatorze parcelas para cada um dos dois tratamentos foram colhidas e analisadas. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os dois processos nas amostragens: produção dos frutos (Quadro 1), peso por litro de frutos (Quadro 2) e ciclo de desenvolvimento dos frutos (Quadros 3 e 4).

QUADRO 1 - Produção das Plantas de Café - um ano após a colheita mecânica, Jafa 1978. Produção colhida das plantas e do solo (kg, 20 covas).

(kg)	COLHEITA MECÂNICA		COLHEITA MANUAL	
14 Parcelas por Trata- mento	91,67	87,77	94,24	62,94
	72,17	47,47	92,60	91,60
	49,52	52,02	52,09	61,19
	83,48	66,33	60,86	43,21
	63,38	82,98	61,64	59,09
	78,43	60,38	63,79	63,54
	65,32	78,77	71,56	56,00
Σx	979,68		933,33	
\bar{x}	69,98		66,67	
S_x^2	3,86		4,15	
C.V.	22%			
S_D	5,67			
"t"	0,59 (26 G.L) Não significativo			

QUADRO 2 - Peso dos Frutos de Café (g) por litro colhido em Jafa, 1978.

(g/l)	COLHEITA MECÂNICA				COLHEITA MANUAL			
	530,	535,	550,	540,	540,	560,	545,	560,
	540,	525,	540,	535,	570,	540,	550,	540,
	550,	535,	535,	535,	535,	525,	520,	510,
	530,	520,	535,	530,	510,	505,	505,	500,
	530,	515,	540,	545,	510,	510,	505,	505,
Σx	10.695				10.548			
\bar{x}	534.75				527.25			
S_x^2	2,02				5,08			
C.V.	3%				5,32			
S_D	1,41 (38 G.L)				Não significativo			
"t"	Não significativo				Não significativo			

QUADRO 3 - Produção (kg) de Café Recolhida somente do chão (20 covas). Jafa 1978
Indicação da Evolução da Maturação

(kg)	COLHEITA MECÂNICA	COLHEITA MANUAL
1	8,88	7,14
2	11,00	8,15
3	5,57	4,64
4	5,42	7,36
5	8,17	6,36
6	6,98	6,65
7	5,31	7,94
Σx	51,34	48,23
\bar{x}	7,33	6,89
$S_{\bar{x}}$	0,81	0,45
C.V	24%	
S_D	0,93	
"t"	0,48 (12 G.L)	
	Não significativo	

QUADRO 4 - Peso (g) e Número de Frutos em Fases de Maturidade, expressos em % (Arc sen) obtido em um litro. Resultados totais de 20 amostras - Jafa 1978

	Colheita Mecânica						Colheita Manual					
	Peso %			Número %			Peso %			Número %		
	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco	cereja	verde	seco
Σx n=20	1026,9	623,1	411,2	888,0	622,9	580,6	1040,6	645,3	402,7	870,2	639,4	595,8
\bar{x}	51,35	31,15	20,55	44,39	31,14	29,03	52,03	32,26	20,13	43,50	31,82	29,79
(%)	(61)	(27)	(12)	(50)	(27)	(23)	(62)	(28)	(10)	(47)	(28)	(25)
análise estatística para cerejas (peso)												
$S_{\bar{x}}$	0,59						1,33					
CV							9 %					
S_D							1,46					
"t"							0,47 (48 GL)					
	Não significância que pode ser estendida às outras médias											

O mesmo efeito da colheita mecânica, não apresentando diferença significativa na produção quando comparado à da colheita manual, também foi constatado em Ocaucu (1978), Quadro 5.

Durante a colheita de 1977 o café foi colhido pelos dois processos. Na área colhida mecânica (incluindo variações de colheita que ocorreram a cada dia para o ajuste da máquina), foram marcadas 12 parcelas com 10 covas cada ano. O mesmo procedimento foi feito para a área colhida manualmente. Em 1978 todas as parcelas foram colhidas a mão e a produção de cada parcela pesada separadamente.

QUADRO 5 - Produção das Plantas de Café um ano após a colheita mecânica - Ocaucu 1978 (kg, 10 covas)

(kg)	COLHEITA MECÂNICA - 1977		COLHEITA MANUAL - 1977	
12 Parcelas cada Tratamento	45,3	53,3	36,0	60,9
	14,7	62,9	30,1	49,6
	37,5	38,6	45,1	21,0
	37,9	31,2	58,8	22,1
	22,2	46,1	53,9	41,7
	23,6	43,8	39,7	40,2
	Σx	457,1		499,1
\bar{x}	38,1		41,6	
CV		33%		
F		2,43		
	$F_{0,05} = 4,30$	Não significativo		

b) Danos sobre a Planta:

A análise dos danos imediatos causados à planta, logo após a colheita mecânica foram comparados com os provocados pela colheita manual, Patrocínio Paulista-SP (1978). Um bloco de 1479 covas foi selecionado. Vinte linhas de plantas de café foram selecionadas e entre elas alocou-se, aleatoriamente, 10 linhas para a colheita mecânica e 10 linhas para a manual.

O plantio era de 4m x 2m, 2 plantas por cova (40cm entre as plantas). A altura média das plantas foi 2,30m e diâmetro da saia 2,1m (medidos sobre vinte plantas). Uma planta por parcela (linha) foi analisada: 9 ramos primários foram marcados por planta, 3 em cada posição alta, média e baixa, e cada um dos 3 nas posições anterior, posterior e lateral na linha. O número de ramos secundários nestes 9 primários foram contados, antes e depois de cada colheita.

O Quadro 6 mostra os resultados na perda de ramos ou ramos quebrados. E não houve diferença significativa entre os processos mecânico e manual. O efeito sobre a produção será medido durante a colheita de 1979. Estes dados são aqui mostrados como uma indicação da ordem de grandeza dos danos que não foram medidos nos trabalhos de Jafa e Ocaucu, onde se comparou as produções um ano após a colheita.

QUADRO 6 - Efeito da colheita mecânica em ramos perdidos (perdido ou quebrados), para amostra de 9 ramos primários por planta - Patrocínio Paulista 1978.

Parcela nº	Nº DE RAMOS								% RAMOS RETIDOS				
	MANUAL				Parcela nº	MECÂNICA				Após Colheita			
	antes		depois			antes		depois		MANUAL		MECÂNICA	
	V*	S*	V*	S*		V*	S*	V*	S*	VERDE	SECO	VERDE	SECO
2	84	12	81	11	1	48	2	46	2	96,4	91,7	95,8	100,0
3	80	28	53	25	4	59	13	51	11	66,3	89,3	86,4	84,6
6	47	11	47	11	5	39	9	33	4	100,0	100,0	84,6	44,4
8	65	9	63	8	7	55	23	50	22	96,9	88,9	90,9	95,7
12	73	5	68	5	9	63	22	47	17	93,2	100,0	74,6	77,3
14	81	8	72	7	10	76	7	67	7	88,9	87,5	88,2	100,0
15	55	9	54	3	11	86	9	80	9	98,2	33,3	93,0	100,0
18	53	9	49	9	13	75	14	70	11	92,5	100,0	93,3	78,6
19	79	3	78	3	16	53	3	49	3	98,7	100,0	92,5	100,0
20	81	6	69	4	17	59	2	58	2	85,2	66,7	98,3	100,0
\bar{x}	69,8	10,0	63,4	8,6	\bar{x}	61,3	10,4	55,1	8,8	91,6	85,7	89,8	88,1

(*) V = ramos verdes; S = ramos secos

Nenhuma diferença significativa existiu entre os tratamentos

c) Eficiência de Colheita:

No experimento anteriormente descrito, item 6, 20 plantas (covas) de cada parcela submetida à colheita mecânica tiveram suas produções analisadas. Procedeu-se à pesagem dos frutos: ensacados pela máquina, remanescentes no solo e nas plantas, Quadro 7. A produção remanescente no solo foi relativamente alta, cerca de 23%, resultado do mal funcionamento das lâminas recolhedoras utilizadas naquela ocasião, que foram posteriormente substituídos. A eficiência dos derriçadores foi de 94%, resultado este já bastante razoável. O estágio de maturação do café na ocasião era: 5 a 10% verdes, 20 a 30% maduros (cerejas) e o restante cafés "passas" e secos.

QUADRO 7 - Análise da Eficiência da Colheita Mecânica, expressa em % do total colhido em peso (kg)

PARCELA N°	MÁQUINA (Ensacado)	CHÃO (Sobras)	PLANTA (Sobras)
1	72,3	21,3	6,5
4	73,3	20,0	6,8
5	69,0	22,7	8,3
7	73,2	19,7	7,2
9	72,6	22,5	4,9
10	73,2	22,0	4,9
11	73,2	22,0	4,9
13	74,9	18,7	6,4
16	62,9	30,4	6,7
17	66,0	28,6	5,4
\bar{x}	71,1	22,8	6,2

d) Observações Operacionais:

A Colhedora em condições normais de trabalho, cobre de 2 a 3 ha por dia. Necessita de 1 operador e 2 auxiliares. Podendo-se prever que a máquina atenda de 100 a 150 hectares. A adequação da lavoura se faz necessária devendo-se observar:

1. Plantio em nível
2. O alinhamento das covas deve ser preciso
3. Nas covas as mudas devem seguir o alinhamento das covas
4. Evitar grande número de plantas por cova
5. Plantios em renque são desejáveis
6. Evitar o excesso de troncos por planta
7. O planejamento do plantio deve prever espaço para manobra da máquina nos carregadores.

REFERENCIAS

- ANON, *Máquinas para colher café*. Informativo IBC/GERCA (Rio de Janeiro), vol.3, Nº 5, 1973. pag. 1-2.
- FRIDLEY, R.B.; YOUNG, C., Computer analysis of fruit detachment during tree shaking. *Transactions of the ASAE*, Vol. 18, Nº 3 pag. 409-415, 1975.
- NOGUEIRA, V.S., Estudos de colheita de café com derriçadeiras vibratórias portáteis. *3º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras*, pag. 239-242, 1975.
- REFFEYE, Ph. de, Modélisation et simulation de la verse du cafeier à l'aide de la théorie de la résistance des matériaux *Café Cacao The (Paris)*. Vol. XX, Nº 4, pag. 251-272, 1976.
- YOUNG, C.; WANG, J.K., Response of coffee laterals to circular base motion. *Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers*, nº 68-122, pag. 26. 1968.