



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**DESENVOLVIMENTO DE IMPLEMENTOS PARA O TRANSPORTE DA
COLHEITA DA CULTURA DO TABACO (*Nicotiana tabacum*) NO ESTADO DE
KENTUCKY, EUA**

RAFAEL TORRES DO NASCIMENTO

Campina grande - Paraíba

Julho - 2011



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

RAFAEL TORRES DO NASCIMENTO

Desenvolvimento de implementos para o transporte da colheita da cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum*) no estado de Kentucky, E.U.A

Nota: 9,3 (NOVE, TRÊS)

BANCA EXAMINADORA:

José Wallace Barbosa do Nascimento (Prof. UAEA/UFCG) – Orientador

Soand Arruda Rached Farias (Prof. UAEA/UFCG) – Examinador

Carlos Minor Tomiyoshi (Prof. UAEAG/UFCG) – Examinador

07 - Julho - 2011

**DESENVOLVIMENTO DE IMPLEMENTOS PARA O TRANSPORTE DA
COLHEITA DA CULTURA DO TABACO (*Nicotiana tabacum*) NO ESTADO DE
KENTUCKY, EUA**

RAFAEL TORRES DO NASCIMENTO

Estágio supervisionado apresentado ao
Curso de Graduação em Engenharia
Agrícola da Universidade Federal de
Campina Grande, como parte dos
requisitos necessários para a obtenção do
diploma de graduação em Engenharia
Agrícola.

ORIENTADOR: Prof. Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento

Campina grande - Paraíba

Julho - 2011

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo que me dá, por me guiar pelos caminhos da vida e por sempre estar ao meu lado.

Aos meus pais, Vicente e Joana responsáveis por tudo que conquistei, pelo homem que sou, por todos os desafios vencidos, pelo incessante amor, apoio e incentivo.

Aos meus irmãos, Jeanne, Jean e Priscila pela amizade, confiança e apoio.

Aos professores da Universidade obrigado pela dedicação, empenho e meu muito obrigado pelo conhecimento transmitido.

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente foram indispensáveis nessa luta, obrigado pelos conselhos, força e perseverança passada.

Meu muito obrigado aos colegas Joey Jackson e Chance Corum pelo companheirismo e ajuda no trabalho desenvolvido.

Aos professores Dr. Timothy Stombaugh, Dr. Scott Shearer e Dr. John Wilhoit pelo grande apoio neste e outros trabalhos desenvolvidos.

A professora Dra. Soahd Rached por toda ajuda e conselhos dados.

Ao Professor Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento por todo apoio e pela grandiosa oportunidade oferecida.

A Universidade Federal de Campina Grande e a Universidade de Kentucky pela estrutura cedida.

A CAPES e FIPSE pelo patrocínio e incentivo.

Ao Ministério da Educação e Governo Federal pelo Sistema de Ensino Superior gratuito.

A todos vocês, mais uma vez,

Meu Muito Obrigado!!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivo específico	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Aspectos da cultura.....	4
3.2. A produção de Tabaco.....	4
3.3. O plantio.....	4
3.4. Métodos tradicionais de colheita.....	5
3.5. O passado da mecanização.....	6
3.6. Métodos de cura e armazenamento.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. Localização do Projeto.....	14
4.2. Design Propostos	15
4.3. Estruturas de Cura.....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1. Avaliação das Propostas Apresentadas	23
5.2 Avaliação Econômica	25
5.2.1 Estudo do Gasto de Horas de Trabalho no Campo.....	25
5.2.2 Estimativa de Custo do Reboque de Descarga Automática.....	26
6. CONCLUSÕES	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Estacas com tabaco no campo.....	06
Figura 02. Reboque carregado com tabaco.....	06
Figura 03. Armazenamento nos celeiros	06
Figura 04. Colheitadeira para um operador.....	07
Figura 05. Powell Harvester.....	08
Figura 06. Burley Spiker Machine	09
Figura 07. “Big Red”	10
Figura 08. Trilhos cheios de tabaco.....	11
Figura 09. Trilho colheitadeira	11
Figura 10. Localização do estado de Kentucky.....	14
Figura 11. Burley Spiker.....	15
Figura 12. Reboque de dois eixos com trilhos de madeira	15
Figura 13. Carregadeira frontal tipo garfo.....	16
Figura 14. Descarga na estrutura de cura.....	16
Figura 15. Reboque de eixo simples	17
Figura 16. Operação de Descarga.....	17
Figura 17. Vigas de madeira com estacas de tabaco em nova configuração.....	18
Figura 18. Dirigibilidade do reboque ligado ao engate de três pontos do trator.....	19
Figura 19. Reboque de descarga automática com vigas de madeira	19
Figura 20. Trabalhadores movimentando as estacas no celeiro.....	20
Figura 21. Celeiro com várias camadas de tabaco.....	21
Figura 22. Estrutura de cura fixa no campo.....	21
Figura 23. Estrutura portátil de cura (cavaletes).....	22
Figura 24. Largura do reboque de descarga automática.....	24
Figura 25. Opções de largura do reboque.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Economia em horas de trabalho.....	25
Tabela 2. Dados de campo.....	27
Tabela 3. Resultados após os cálculos.....	27
Tabela 5. Custo total do reboque de descarga automática.....	28
Tabela 4. Custo de peças prontas.....	28

RESUMO

A cultura de Tabaco é de grande importância econômica e social tanto para o Brasil como para o mundo, diversas são as regiões as quais dependem desta cultura como única economia do local. Ao longo do tempo a forma de produção de tabaco mudou bastante e por consequência tem crescido consideravelmente, bem como as necessidades da mesma, seja na qualidade e quantidade de fertilizantes, mão-de-obra melhor qualificada, instalações de armazenamento e cura economicamente viáveis, transporte, colheita, etc. A mecanização de parte do processo ou de todo ele poderia permitir aos produtores de tabaco um crescimento econômico sólido visto que aumentaria a eficiência, reduziria a quantidade de trabalho pesado necessária na produção de tabaco Burley minimizando assim a quantidade de trabalhadores e dinamizaria a colheita. Alguns protótipos para esta mecanização foram concebidos, porém aparentemente não atenderam as necessidades de integrar eficientemente todas as operações da colheita, assim um mecanismo mais eficiente na colheita aliado a uma estrutura de cura econômica seria de grande valia. Este relatório de estágio mostra o estudo feito sob a cultura do tabaco avaliando as tentativas de mecanização passadas visando o desenvolvimento de um protótipo que possa estar ligado a uma estrutura de cura que dinamize o processo de colheita, seja eficiente, econômico e atenda as necessidades da cultura e do produtor. Após análise criteriosa de todos os aspectos decidiu-se pelo desenvolvimento de um protótipo de descarga automática aliado as estruturas de cura em campo para viabilizar todo o processo tornando a operação mais rápida, menos cara e ainda minimizando os riscos a integridade física dos trabalhadores em relação ao armazenamento nos celeiros.

1. INTRODUÇÃO

A cultura de Tabaco é de grande importância econômica e social tanto para o Brasil como para o mundo, diversas são as regiões as quais dependem desta cultura como única economia do local.

O nome comum TABACO se deve às plantas do gênero *Nicotina L.* (Solanaceae), em particular a *Nicotiana tabacum*, das quais é extraída a substância chamada nicotina. Uma das hipóteses mais prováveis sobre sua origem é que a planta tenha surgido nos vales orientais dos Andes Bolivianos, difundindo-se pelo território brasileiro através das migrações indígenas sobretudo Tupi-Guarani. Os povos indígenas da América do Sul utilizavam o tabaco para fins medicinais (tratamento de feridas, problemas estomacais, dores de cabeça, etc) e em cerimônias religiosas, ele só foi levado para a Europa no século XVI onde era mascado ou aspirado na forma de rapé. O hábito de fumar o tabaco para fins não medicinais originou-se na Espanha com a criação do que seria o primeiro charuto e daí em diante foi levado para outros continentes e somente por volta de 1840 se viu relatos sobre o uso do cigarro (SINDITABACO, acessado em 20/04/2011).

Ao longo do tempo a forma de produção de tabaco mudou bastante e por consequência tem crescido consideravelmente, bem como as necessidades da mesma, seja na qualidade e quantidade de fertilizantes, mão-de-obra melhor qualificada, instalações de armazenamento e cura economicamente viáveis, transporte, colheita, etc.

O cultivo do Tabaco exige elevado uso de mão de obra como é um trabalho intenso e em algumas etapas muito perigoso a saúde e integridade física dos trabalhadores. Pesquisas mostram que no passado foram usados alguns tipos de máquinas e equipamentos que ainda não supriam as necessidades desta cultura pois possuíam baixa eficiência e ainda exigiam muito do trabalho manual.

Durante o processo produtivo, como em diversas culturas, o tabaco possui um pico de colheita muito curto. Especificamente o valor do tabaco tipo Burley cai a cada dia que ele é colhido depois da época mais favorável. Estimasse que se colheita não ocorrer entre o vigésimo primeiro e trigésimo dia após o “topping” acarreta uma perda de 5% (cinco por cento) do valor em comparação a data de colheita ideal, portanto o produtor precisa fazer a colheita na época ideal e o mais rápido possível para aumentar o lucro (MIYAKE et al. 1979).

A necessidade de desenvolver um equipamento que faça a colheita mecanizada do tabaco existe há vários anos, segundo Nutt et al. (1990) estimasse que o método convencional

de colheita e armazenamento do tabaco requer cerca de 60 horas de trabalho por acre um valor bastante elevado para os padrões atuais.

Devido a queda na produção do tabaco em Kentucky, Chambers et al. (1990) enumerou sete variáveis que poderiam ter causado esta sub - produção; baixo preço de mercado, baixa oferta de mão de obra, elevado preço no arrendamento de terras, pequenas ofertas de quotas, oportunidades fora da fazenda e espaço nos celeiros. Foi solicitado que especialistas locais os colocassem em ordem de forma a apontar o principal causador e verificou-se que a limitada oferta de mão de obra é o grande problema uma vez que esta cultura exige grande demanda tanto na colheita quanto no armazenamento.

A mecanização de parte do processo ou de todo ele poderia permitir aos produtores de tabaco um crescimento econômico sólido visto que aumentaria a eficiência, reduziria a quantidade de trabalho pesado necessária na produção de tabaco Burley minimizando assim a quantidade de trabalhadores e dinamizaria a colheita. Alguns protótipos para esta mecanização foram concebidos mas nenhum foi projetado para integrar eficientemente todas as operações da colheita, assim um mecanismo mais eficiente na colheita aliado a uma estrutura de cura econômica seria de grande valia.

Neste trabalho será abordado aspectos da colheita e armazenamento tanto a parte manual quanto a mecanizada de forma que estes atendam as necessidade da mecanização desta cultura, promovendo um menor custo na produção do tabaco e eliminem parte do árduo trabalho manual feito por trabalhadores. As características do equipamento e soluções aqui encontradas são voltadas para a produção de tabaco Burley nas fazendas do estado de Kentucky - USA.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver soluções para a colheita e armazenamento da cultura do tabaco (*Nicotiana tabacum*), cultivar Burley, visando à minimização dos custos e uma melhor qualidade nas condições de trabalho da mão-de-obra através da mecanização do processo.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar o processo de colheita avaliando o método tradicional (manual) e os antigos protótipos de máquinas usados na colheita procurando mecanizar o sistema da maneira mais viável possível.
- Buscar soluções que aperfeiçoem o armazenamento e cura do tabaco aliando a mecanização, minimizando o desgaste dos trabalhadores e o risco de acidentes.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos da Cultura

Devido o tabaco ter origem nas regiões tropicais ela se adapta melhor em regiões temperadas com principal área geográfica de produção entre 45 graus de latitude norte e 30 graus de latitude sul, com temperatura ótima de cultivo no intervalo de 18 a 28 graus célsius. Em regiões de clima seco as folhas possuem um menor tamanho e maior teor de nicotina, a cultura necessita da áreas com precipitação entre 1000 e 1200 mm ano bem distribuídas.

O tabaco cresce normalmente como planta anual, podendo perseverar por mais de um ciclo devido aos seus brotos auxiliares, possui aspecto de erva arbustiva com sistema radicular com 80% das raízes localizadas nos primeiros 0,30 m de profundidade podendo atingir até 0,50 m, possui caule moderadamente lignificado com base mais lenhosa e a parte superior mais herbácea, as folhas são simples, alternadas, lanceoladas, as flores são hermafroditas, Notas de UAEM (2008). O espaçamento é de 1,15 - 1,20 m entre linhas e de 0,35 – 0,40 m entre plantas (ULT, 2010).

3.2 A produção de Tatabaco

A indústria de tabaco é de grande importância para a economia de diversas regiões e países. Segundo o Departamento de Agricultura dos EUA (2009), na safra 2009/2010 os maiores produtores foram: China, Brasil, Índia e EUA (SindiFumo, acessado em 24/04/2011). Em 2008 a produção de tabaco em Kentucky foi responsável por mais de 380 milhões de dólares em receitas (BAEK 2008).

3.3 Plantio

O primeiro estágio na produção de tabaco é a produção de mudas, o método tradicional exige que um trabalhador faça a seleção manual das mudas para depois fazer o transplântio no campo este sistema apresentava desvantagem devido à alta taxa de mortalidade devido a quebra do sistema radicular bem como mudas não uniformes, atualmente quase todos os produtores de tabaco mudaram para a produção pelo método conhecido como “float bed system” este por sua vez tem promovido uma maior uniformidade

na produção das mudas bem como menor mortalidade durante o processo de transplântio. Ainda durante o processo de produção de mudas e transplântio, está sendo testado na cultura de tabaco o transplântio sendo feito de forma direta para tentar diminuir o custo com fertilizantes, combustível e mão de obra na preparação do solo como tem sido observados e outras culturas (PIERCE 2010).

Durante a fase de crescimento o tabaco Burley requer um atento acompanhamento para manter a sanidade das plantas este processo envolve o uso de pesticidas para o tratamento de doenças e eliminar insetos. Além da aplicação de pesticidas se faz necessário executar a remoção das flores para maximizar a produção e incentivar o amadurecimento das folhas este processo é chamado "topping". O "topping" é feito para melhorar o desenvolvimento da raiz, dar uma coloração mais escura a folha, aumentar o tamanho e peso das folhas aumentando assim o rendimento por hectare de acordo com AlpineLink (acessado em 24/04/2011). A melhor época para fazer este processo é quando 10-25% das plantas tem uma flor aberta, aproximadamente quatro semanas após o "topping" quando as plantas atingem a maturidade completa é feita a colheita (PIERCE 2010).

3.4 Métodos Tradicionais de Colheita

O método tradicional de colheita é muito trabalhoso e intenso. Uma vez no ponto de colheita as plantas são cortadas com uma faca específica a nível do solo em seguida enfiadas em uma estaca que leva de maneira geral seis plantas, tais estacas são deixadas no campo por dois ou três dias para permitir uma murcha no campo Figura 1. Em seguida estas estacas com plantas murchas são carregadas em um reboque Figura 2 até um galpão onde são armazenadas em camadas para secar Figura 3, estas camadas podem atingir alturas da ordem de 12 metros. Baseados em estudos de Nutt et Al. (1990) este processo exige por acre (0.4 hectare): vinte e seis horas de trabalho para o corte manual, carregamento e transporte oito horas e vinte e seis horas no armazenamento nos celeiros. Este método tem sido praticado por muitos anos, mas a exigência de muitos trabalhadores envolvidos nas diversas etapas desde o corte até o depósito na instalação de armazenamento aliado a escassez de mão-de-obra e aumento salarial tem motivado a pesquisas sobre alternativas na colheita e instalações de armazenamento.



Figura 1. Estacas com tabaco no campo.



Figura 2. Reboque carregado com tabaco.



Figura 3. Armazenamento nos celeiros.

3.5 O Passado da Mecanização

Várias foram as tentativas de mecanizar a colheita desta cultura, diversos sistemas partindo de simples carroças de transporte até ceifadeiras totalmente mecanizadas foram testadas e avaliadas, todos eles foram criados tentando diminuir a exigência dos trabalhadores, pois a oferta deste é limitada. Embora muitas dessas máquinas tenham conseguido diminuir o uso da mão de obra os agricultores acreditaram que o tempo/custo da economia não valia a pena em relação ao investimento inicial. Análises e estudos sobre alguns destes protótipos foram feitos para tentar incorporar novas ideias em um sistema que seja mais eficiente.

Em meados de 1980 engenheiros da Universidade de Kentucky projetaram uma colheitadeira que posteriormente foi fabricada pela Four Star, INC. em Tennessee, era um sistema onde um operador trabalhava sentado fazendo a colheita do tabaco. A máquina corta as plantas em linha rente ao solo e em seguida a insere numa estaca de madeira tal como acontece na colheita manual, após a estaca estar com a quantidade adequada de plantas o

operador poderia facilmente liberar ela no campo sem necessitar sair do assento. Vários modelos deste sistema foram adotados mas o modelo final foi projetado para atender quatro critérios bem especificados; Em primeiro a máquina segue uma direção única liberando as mãos do operador, em seguida o operador deverá permanecer sentado confortavelmente para facilitar a operação, a máquina deve ser o mais simples possível do ponto de vista mecânico na tentativa de minimizar o custo da mesma e em último a estaca deverá permanecer em pé no campo semelhante ao corte manual.

De acordo com Duncan et al. (2005) o sistema foi desenvolvido para reduzir o esforço físico necessário para a colheita de tabaco porém ele aumentou o custo da colheita entre 25-30% quando comparado ao método convencional de corte. O dispositivo pode ser visto abaixo na Figura 4.



Figura 4. Colheitadeira de um operador.

No final dos anos 80 foi projetada colheitadeira tipo rebocável, este sistema foi projetado para se ter uma economia de aproximadamente 63% do trabalho manual quando comparado aos métodos de colheita manual. Este sistema foi desenvolvido por Casada et al. (1986,1987) e utilizava fios para ligar quadros de plantas que eram entalhados por seus caules. Após testes de campo verificou-se que quatro aspectos do design original necessitavam melhorias; Redução no congestionamento durante o transporte das plantas, minimizar a perda de folhas, melhora na uniformidade de transporte e fazer com que o fluido

hidráulico tivesse um fluxo diferente do imprimido pela velocidade do equipamento no solo uma vez que este era fornecido pelo trator que movimentava o reboque.

Um segundo modelo foi construído para atender estas modificações implicadas, o congestionamento de plantas foi reduzido utilizando correntes que seguravam as plantas verticalmente durante o caminho feito entre o corte até o local de amarração este dispositivo também reduziu a perda das folhas. Um novo sistema hidráulico totalmente independente permitiu uma uniformidade de fluxo do fluido hidráulico não ligado a velocidade do trator. Foi utilizado um trator com carregadeira frontal para fazer a descarga das plantas e colocar um novo quando vazio mostrando-se mais eficaz na transferência das plantas.

A produção comercial deste modelo foi feita no início da década de 90 pela Powell Manufacturing Co. onde ela ficou conhecida como Powell Harvester. Esta máquina utilizava uma ceifadora semi-montada que fazia um cote de 45 graus nos caules das plantas e depois conduzia as plantas para direita onde os trabalhadores amaravam e penduravam com arames as plantas nos quadros. Após preenchidos os quadros eram movidos com um trator com carregadeira frontal.

A principal vantagem deste sistema foi a capacidade de colher e pendurar o tabaco simultaneamente, ela também foi pioneira a utilizar um sistema de cura diferente a dos celeiros adotando uma cura em altura única e feita no campo. Esta máquina é mostrada na Figura 5 (WALTON et al. 1993).



Figura 5. Powell Harvester.

Seguindo com o processo de mecanização outra máquina foi desenvolvida pela Universidade de Kentucky em meados de 1990, esta por sua vez era baseada no conceito de lança flutuante e tinha por objetivo o mais simples possível, a Burley Spiker Machine. Neste sistema um operador iria na frente agarrando as plantas e orientando o corte e a fixação da mesma em transportador de corrente horizontal que automaticamente inseria as plantas numa estaca, um segundo trabalhador ficava na parte posterior donde retirava a estaca e a fincava no solo. Este sistema foi projetado para colher de 200-240 estacas por hora, mesmo com a variação de plantas e do terreno verificou-se que o sistema possuía grande durabilidade e bom desempenho, o modelo por ser visto na Figura 6 (DUNCAN et al. 2005).



Figura 6. Burley Spiker Machine.

Mais recentemente os esforços para desenvolver a mecanização da colheita de tabaco tem caminhado no sentido de produzir uma máquina de modo que faça a colheita totalmente mecanizada sem necessitar de trabalho manual adicional. Estes sistema utiliza maquina com quadros com calhas feitas de metal com um corte em forma de sulco onde as plantas são conduzidas entalhadas. Após o carregamento completo do quando um braço move o quadro para o solo ou pode ser feito o transporte direto numa carregadeira acoplada na parte frontal de um trator. Este sistema tem como objetivo o aumento significativo da velocidade da colheita.

Um sistema totalmente mecanizado foi feito pela Universidade de Kentucky, esta máquina ficou conhecida como “Big Red”, a Figura 7 mostra esta máquina. Após testes em campo modificações foram feitas até chegar ao modelo o qual foi fabricado pela GCH International. Neste modelo as plantas são cortadas rente ao solo e transportadas transportada por uma cadeia de pinças com inclinação de 45 graus. As plantas são invertidas onde lâminas cortam a base das plantas entalhando-as. Assim as plantas são em quadros de cura portáteis com espaçamento de 1 (Um) pé quadrado (aproximadamente 930 centímetros quadrados) . Cada quadro pode armazenar cerca de 448 plantas, após todos os quadro cheios um mecanismo move eles da colheitadeira para o solo, a colheitadeira suporta até cinco quadros simultaneamente com produtividade de 0,55 acre/hora equivalente a 0,221 hectare/hora, (WELLS ET AL. 2010). Embora a máquina possua um rápido ritmo de operação e grande eficiência o custo da mesma desde aquisição até a manutenção ficou inviável para os agricultores.



Figura 7. “Big Red”

Após várias tentativas uma nova proposta foi feita de modo que tentava minimizar os altos custos das quadros de cura. O novo dispositivo se baseava nos conceitos anteriores porem desta vez era rebocado por um trator, a trilha colheitadeira. Ao invés de usar quadros de cura usa trilhos individuais uns dos outros e dispensa a parada para descarregar a cada dez trilhos

cheios ela os libera deslizando para o sem necessitar que a máquina pare, na Figura 8 podem ser visto estes trilhos cheios de tabaco.



Figura 8. Trilhos cheios de tabaco.

Estes trilhos são coletados em seguida por um trato com uma carregadeira frontal específica e colocados em estruturas de cura feitas em madeira, a trilha colheitadeira pode ser vista na Figura 9.



Figura 9. Trilho colheitadeira.

Embora tenham sido desenvolvidos diversos métodos e colheitadeiras, a maioria dos produtores apresentam uma certa resistência a adotar estes modelos preferindo os métodos tradicionais. Estas máquinas são consideravelmente caras ficando inacessível e economicamente inviável para o pequeno e médio produtor de tabaco outro fato que acarretou

a rejeição é a necessidade de estruturas de cura diferente das que existem hoje nas fazendas produzindo mais um gasto com aquisição destas novas estruturas de cura.

3.6 Métodos de Cura e Armazenamento

A cura de tabaco Burley ocorre tradicionalmente em celeiros com varias camadas de cura. Existe um interesse geral por parte dos produtores em estruturas de cura de menor custo que possa ser aliada a mecanização. De acordo com Issaacs e Mundy (1990) uma estrutura de cura com uma só camada aliado a diferentes materiais de cobertura é mais barato e eficiente que do que os celeiros de cura convencional. Foram realizados dois experimentos onde foram avaliados aspectos relacionados com as estruturas de camada única em campo e cura feita em celeiros. Verificou-se que o tabaco curando nestas estruturas de única camada feita no campo era tão bom quando o curado em varias camadas nos celeiros (WALTON et al. 1988).

Uma das primeiras variações para um novo estilo de cura foi um sistema portátil de quadros escorados introduzido por Walton et al. (1983), por apresentar uma série de problemas poucos produtores se interessaram pelo sistema, mesmo assim melhorias foram feitas para minimizar o custo dos quadros, o armazenamento dos quadros vazios, e a necessidade de espaço no celeiro (no inicio só era possível empilhar duas linhas de quadros). Algumas modificações foram feitas neste sistema e o sistema de quadros escorados passou a ser empilhado com carregadeira frontal passando assim a poder ser armazenados em 3 linhas, após o uso da carregadeira frontal do trator foi possível aumentar a velocidade o carregamento e o empilhamento destes quadros reduzindo assim em 68% do trabalho necessário em comparação ao método tradicional.

Posteriormente outro método foi introduzido por Walton et al. (1993) que projetou uma estrutura de cura compatível com a colheitadeira POWELL, neste novo modelo o quadro anterior só possui duas pernas de forma que um é inclinado apoiado-se no anterior previamente escorado quando o último quadro era colocado a estrutura era coberta com plástico impermeável para proteção dos agentes climáticos. Dois aspectos necessitam de atenção, o primeiro é o fato de poder aumentar ou diminuir a cobertura lateral de forma que pode controlar a velocidade da secagem de acordo com a necessidade. Verificou-se que quando utilizado a cobertura fechada em ambos os lados produziu um tabaco de grande qualidade as mas o segundo ponto observado foi que em anos muito chuvoso e de elevada

humidade houve um certo prejuízo na qualidade da produção que se encontrava no centro desde estilo de armazenagem.

Os sistemas de colheita totalmente mecanizadas também incorporam novas estruturas de cura. A máquina da GCH fixa as plantas diretamente no quadro que uma vez descarregado é movido por um trator onde é colocado no devido local e em seguida coberto. A trilha colheitadeira exige que o produtor produza seus próprios quadros geralmente feitos de madeira e não são portáteis. Depois de descarregar os trilhos do quadro eles são levados para o local adequado com a carregadeira específica e em seguida cobertos para proteção dos agentes climáticos.

Os experimentos e testes têm demonstrado que as estruturas de cura que possuem camada única são eficazes para a cura do tabaco burley, estes novo modelos reduzem a exigência do número de horas de trabalhos para acondicionar o tabaco. Diversos produtores observaram que estas estruturas portáteis são menos caras do que a construção dos celeiros convencionais utilizados no passado, muitos dos novos designs de mecanização incorporam estas estruturas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi desenvolvido durante um programa de intercâmbio entre a Universidade Federal de Campina Grande a Universidade de Kentucky. A equipe de alunos de graduação foi composta por Rafael Torres (Engenharia Agrícola), Joey Jackson (Eng. De Biossistemas) e Chance Corum (Eng. Biossistemas).

4.1 Localização do Projeto

Este projeto foi voltado para os produtores de tabaco das fazendas do estado de Kentucky o qual está localizado na região sudeste dos Estados Unidos, Figura 10. Possui clima temperado com verões quentes e invernos relativamente frios, a temperatura não varia muito nas diversas partes do estado. A temperatura média no estado durante o inverno é de -2 graus célsius e no verão de 28 graus célsius, a taxa de precipitação média anual é de 1170 mm e de 300 mm de neve (WIKIPÉDIA, ACESSADO EM 25/04/2011).

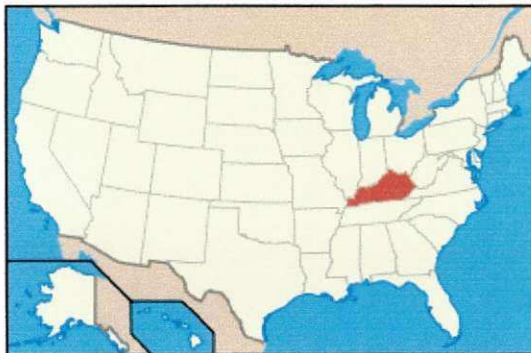


Figura 10. Localização do estado do Kentucky.

O estado do Kentucky possui cerca de 60% da sua área constituída de fazendas que empregam cerca de 141 mil pessoas. Segundo o senso agropecuário feito em 2002 o estado possuía aproximadamente 87 mil fazendas onde mais de 29 mil estavam cultivando tabaco, (NASS-USDA, acessado em 20/05/2011). A indústria agropecuária do estado tem como principais produtos o Criação de Equinos, bovinos e a produção de tabaco, possui o maior rebanho de equinos do país e devido à aptidão a criação de cavalos de corrida possui um dos melhores rebanhos do mundo.

4.2 Design Propostos

Na procura de uma solução para mecanização da colheita desta cultura objetivou-se fazer um dispositivo que transportasse o maior número de plantas por vez e no menor tempo possível. Com este conceito em mente foram abordadas as opções já existentes tentando aliar a novos métodos.

Uma das opções estudadas foi a utilização da “Burley Spiker” Figura 11 fazer a colheita propriamente dita, uma vez que esta promove grande agilidade no corte e indexação do tabaco nas estacas, feita com um trabalhador a frente da mesma guiando e organizando as plantas para o corte em seguida o segundo trabalhador localizado na parte posterior passar a estaca de tabaco a um terceiro trabalhador que estaria em um reboque de eixo duplo Figura 12 ao lado que auxiliaria no transporte de grande quantidade de plantas de uma só vez.



Figura 11. “Burley Spiker”

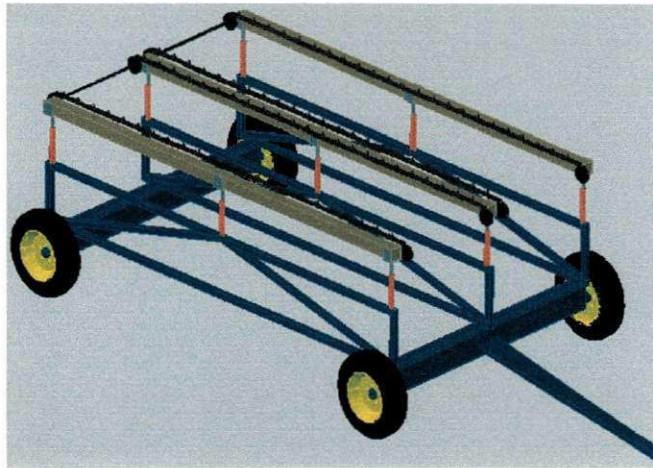


Figura 12. Reboque de dois eixos com trilhos de madeira.

O reboque de transporte carregaria duas fileiras de tabaco suportadas por 3 vigas de madeira com bitola de 4x4 (em polegadas) e comprimento de 14 pés. Este dimensionamento foi adotado por ser o mesmo utilizado nos celeiros em métodos tradicionais diminuindo o custo e facilitando a transição para o novo modelo este reboque teria dois eixos para conferir estabilidade e segurança. Para fazer o descarregamento destas vigas com tabaco usaria um segundo trator. Uma vez carregado, um trator com uso de uma carregadeira frontal tipo garfo (semelhante a uma empilhadeira) Figura 13 levantaria a massa de tabaco através das 3 vigas de madeira e as transportaria até a estrutura de cura Figura 14.

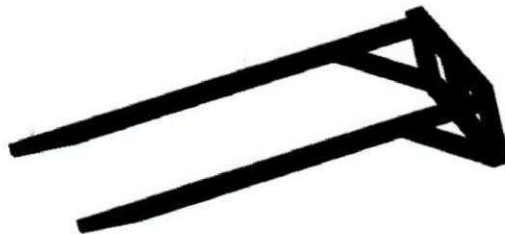


Figura 13. Carreadeira frontal tipo garfo.



Figura14. Descarga na estrutura de cura.

A segunda opção foi fazer o corte e carregamento manual excluindo-se a necessidade de aquisição da colheitadeira, bem como algumas pequenas alterações no reboque para prender as vigas de madeira bem como a utilização de apenas um eixo Figura 15.



Figura 15. Reboque de eixo simples.

Este segundo sistema possui a vantagem da grande simplicidade de construção e operação onde cada reboque carrega 50 estacas de tabaco, a Figura 16 mostra o reboque em operação de descarga.



Figura 16. Operação de descarga.

Antes de se decidir por um reboque de eixo único ou de dois eixos vários aspectos foram considerados os fatores principais para determinar se o reboque usaria um ou dois eixos são os custo de construção dos mesmo em cada situação e também a dirigibilidade do reboque em campo pois quanto menor a dirigibilidade do mesmo maior será o espaçamento das estruturas de cura em campo e isso implica em perda de espaço agricultável.

Uma terceira e última proposta foi estudada. A concepção de um reboque que carregaria 100 estacas de tabaco por vez, este reboque suportaria 5 vigas de madeira onde as estacas de tabaco ficam penduradas Figura 17. Um acre de tabaco produz em média 1200 estacas de tabaco, o que representaria 12 viagens deste reboque por acre.

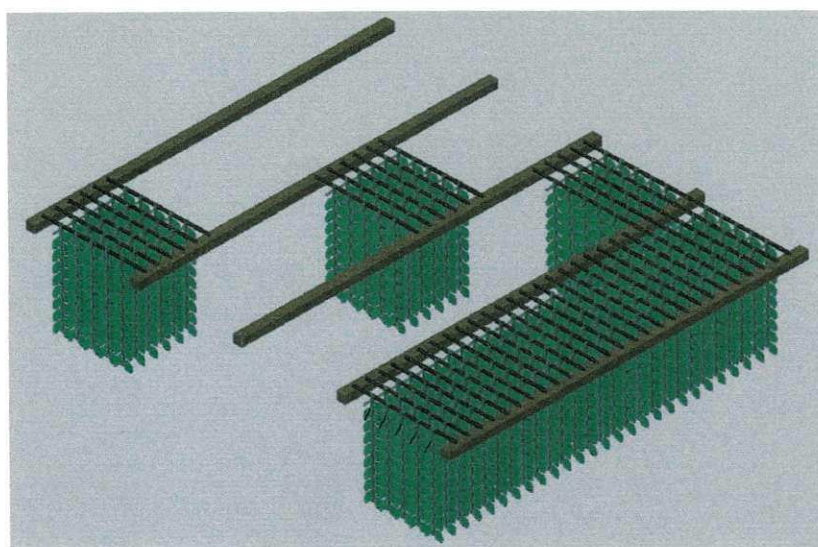


Figura 17. Vigas de madeira com as estacas de tabaco nova configuração.

O ponto chave desta terceira opção é a possibilidade da redução de 26 horas de trabalho gastas na descarga/armazenagem no celeiro uma vez que este reboque faria uma descarga automática da massa de tabaco. Nesta opção pensou-se em adotar um reboque de duplo eixo más após análise verificou-se que seria inviável devido ao custo de dois eixos bem como a necessidade de maior espaçamento da estrutura de cura no campo. Para solucionar este problema foi decido que o reboque seria atrelado ao dispositivo de engate de três pontos da parte traseira do trator conferindo maior dirigibilidade para este Figura 18.

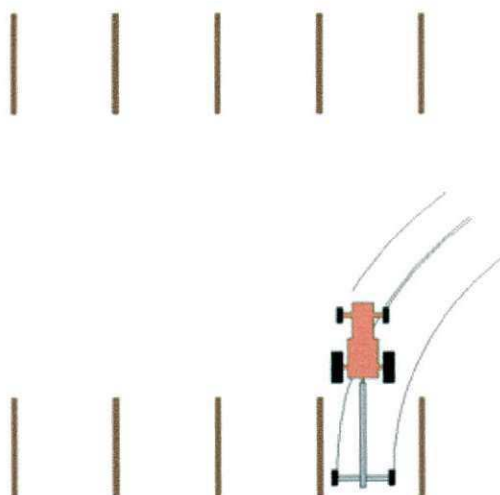


Figura 18. Dirigibilidade do reboque ligado no engate de três pontos do trator.

Para automatizar a descarga de tabaco nas estruturas de cura, o acoplamento ao engate de três pontos do trator é de fundamental importância. Além de oferecer maior estabilidade e dirigibilidade para o reboque ele também é usado para suprir a força necessária para levantar a parte dianteira do reboque e na parte traseira um cilindro hidráulico ficaria responsável em fornecer este apoio de forma que o reboque seja erguido e baixado de forma estável e segura. Outra modificação necessária foi a colocação das vigas de madeira no sentido perpendicular ao comprimento do reboque para que se possa fazer a descarga minimizando o espaço entre as estruturas aumentando a capacidade de armazenamento, o novo dispositivo pode ser visto abaixo Figura 19.

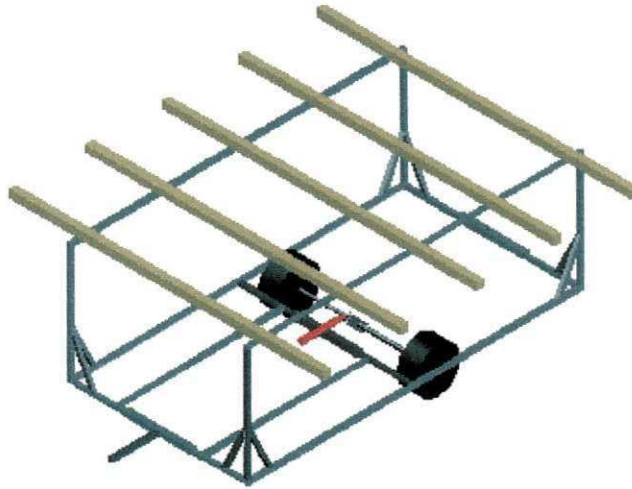


Figura 19. Reboque de descarga automática com vigas de madeira.

O reboque acima mostrado pode ser facilmente construído pois sua estrutura é bem simples, composto por um eixo duas rodas um cilindro hidráulico, barras de aço, parafusos e porcas. Este matérias não diferem muito dos necessários a construção dos reboques que já existem nas fazendas, e podem ser construídos lá mesmo na propriedade.

4.3 Estruturas de Cura

Este é um fator determinante na escolha de um dos sistemas propostos acima, uma vez que a escolha da estrutura de cura influencia diretamente de como o sistema deve atuar para fazer a descarga de tabaco. A estrutura escolhida deve ser compatível ao sistema mecanizado e também tem que ser economicamente viável.

O método tradicional de cura é o armazenamento em celeiros construídos em locais pré-determinados. Estima-se que estas estruturas possuam uma vida útil de 20 anos. A maioria deles é construído em madeira, mas pode-se encontrar alguns em alvenaria e outros mesclando as duas situações junto com o uso de aço. Estes celeiros são galpões com vigas de madeira formando uma espécie de rede onde as estacas de tabaco são colocadas para a cura, cada celeiro possui uma quantidade de camadas desta “rede” de acordo com o volume de produção a ser armazenado.

Nos celeiros as estacas são deixadas no piso e os trabalhadores dão início a colocação das estacas na “rede” de madeira, um trabalhador passando cada estaca para o que está imediatamente acima dele, Figura 20.



Figura 20. Trabalhadores movimentando as estacas no celeiro.

Assim, quanto mais camadas o celeiro possui mais trabalhadores são necessários bem como maior o risco de acidentes uma vez que eles ficam suspensos a alturas variando de 2 até 12 metros em média, como pode ser visto na Figura 21 o armazenamento se mostra lento, com elevado custo devido ao número de trabalhadores, perigoso devido às alturas atingidas e de complicada mecanização.



Figura 21. Celeiro com varias camadas de tabaco.

Outra opção para o armazenamento de tabaco durante a cura é o armazenamento feito em campo. Este por sua vez compreende vigas e pilares de madeira, material já existente na propriedade, onde o tabaco repousaria e seria coberto por lonas plásticas. Esta estrutura teria uma durabilidade menor quando comparadas as estrutura dos celeiros (10 anos), porém apresentam menor custo, já são muito usadas atualmente e possuem dois pilares aterrados ao

solo e uma viga presa com pregos e/ou parafusos Figura 22. Com esta configuração fica mais viável um processo de mecanização.



Figura 22. Estrutura de cura fixa no campo.

Observando as estruturas de cura fixa em campo, pensou-se em fazer uma estrutura portátil de cura, ela ficaria no campo como a anterior mas teria a capacidade de ser movida de acordo com a necessidade do produtor. Assim produziram os cavaletes de cura Figura 23, estes cavaletes estão aptos a receber a carga das estacas de tabaco com a possibilidade de serem movidos na propriedade de acordo com a necessidade do produtor ou até mesmo para serem guardados quando não usados e também são de fácil fabricação podendo ser construídos na propriedade.



Figura 23. Estrutura portátil de cura (cavaletes).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação das Propostas Apresentadas

Após análise criteriosa das três opções de transporte e cura observou-se que se faz necessário apontar alguns problemas

Da primeira proposta enumeramos alguns problemas:

- A dificuldade na operação, para que o reboque fosse movido em paralelo a colheitadeira e na mesma velocidade para que o terceiro trabalhador pudesse acondicionar as estacas de tabaco seria necessária grande sincronização dos condutores;
- A velocidade do sistema como um todo é relativamente lenta desde a ceifa/indexação nas estacas/acondicionamento no reboque até a descarga do mesmo nas estruturas de cura;
- Por último, a quantidade de operadores aliados ao custo do equipamento não apresenta este modelo viável para os produtores.

O segundo conceito apresentou-se bastante viável porém, por possuir um eixo único necessita de grande espaço entre as estruturas de cura, na operação de descarga verificou-se a necessidade de grande atenção com a velocidade imprimida pelo trator uma vez que as estacas ficam fixadas as vigas de madeira devido ao proprio peso da massa de tabaco, um descuido com a velocidade dos movimentos pode acarretar a derrubada de estacas no solo, bem como mostra-se necessário um segundo trator para efetuar a descaga, fato que não dinamiza o processo.

A terceira alternativa, reboque de descarga automática, apresentou ser a de maior viabilidade, o fato dele possuir um único eixo mas estar acoplado ao engate de três pontos do trator assegurou boa estabilidade e dirigibilidade minimizando o espaço para manobra no campo aumentando a quantidade de estruturas de cura numa mesma área. Alguns aspectos negativos devem ser levados em consideração. Este sistema exige que sejam feita algumas modificações nas estruturas de cura para que se possa fazer a descarga automática. Além deste inconveniente ele necessita de um tratorista experiente para que não haja queda de estacas de tabaco durante o trajeto e duante a operação de descarga. O protótipo do reboque

de descarga automática possui 15 pés de comprimento (aproximadamente 4,5 metros) Figura 24.

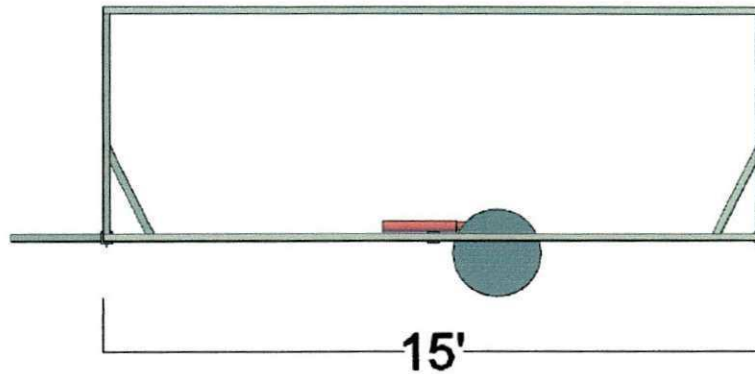


Figura 24. Largura do reboque de descarga automática.

Quanto a largura do protótipo esta pode variar de 8 a 10 pés (2,4 – 3,0 metros) de forma que possa ser alterado usando parafusos e tubos vazados de acordo com cada situação no campo, proporcionando um protótipo adaptável a diferentes espaçamentos das estruturas de cura em campo Figura 25.

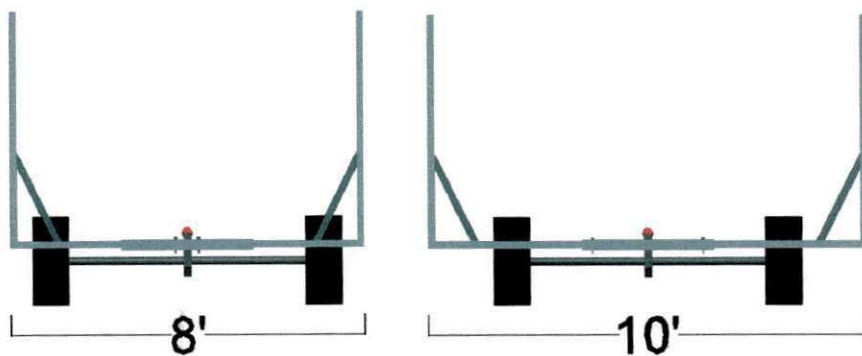


Figura 25. Opções de largura do reboque.

De acordo com os fatos expostos acima a primeira opção de se utilizar a colheitadeira de estaca flutuante “Burley Spiker” junto do reboque de eixo duplo foi descartada pois apresentava ter um custo muito elevado pois o sistema como um todo é composto pela colheitadeira, más um reboque de elevado custo de fabricação e não dispensava

significativamente o uso de mão de obra, além do fato de possuir dois eixos este reboque exige maior espaço em campo para fazer a manobra.

5.2 Avaliação Econômica

Para decidir entre a segunda e terceira opção foi feito um estudo econômico mostrando a economia do reboque de descarga automática em relação ao reboque de eixo único comparado ao método de armazenamento em celeiro.

5.2.1 Estudo do Gasto de Horas de Trabalho no Campo

Velocidade do trator (Carregado)	3,22 Km/h	3220	m/h
Velocidade do trator (Vazio)	6,44 mph	6440	m/h
Tempo de Descarga	10 min		
Armazenamento do Celeiro	26 Hrs/acre		
Armazenamento no Campo	10 Hrs/acre		
Cobertura das estruturas no Campo	4 Hrs/acre		
Estacas/Acre	1200		
Estacas/Carga	100		
Cargas/Acre	12		

Tabela 2. Dados de campo.

- O tempo total de viagem é calculado usando o tempo com o reboque carregado + tempo gasto na viagem com ele vazio + o tempo de descarga (10 min neste caso).
- O cálculo do trabalho por acre é feito multiplicando a quantidade de cargas por acre vezes o tempo necessário em cada viagem.
- A economia do celeiro é calculada subtraindo das 26 hrs/acre, padrão do tempo gasto com a cobertura no campo e do trabalho por acre.
- O valor da economia na estrutura de campo é obtido subtraindo da estimativa que já existe de 10 hrs/acre o valor do trabalho por acre.

Distância (ft)	Viagem Carregado (hrs)	Viagem Vazio (hrs)	Tempo total da viagem (hrs)	Trabalho (hrs/acre)	Economia/Celeiro (hrs)	Economia Estrutura de Campo (hrs)
91,5	0.03	0.01	0.21	2.51	19.5	7.5

Tabela 3. Resultados após os cálculos.

5.2.2 Estimativa de Custo do Reboque de Descarga Automática

As estimativas dos materiais necessários para construção do reboque de descarga automática podem ser vistos abaixo.

Item	Quantidade	Custo Estimado
Rodas	2	\$300,00
Cilindo Hidráulico	1	\$200,00
Rolamentos Parafusos,etc	-	\$100,00
Custo Total		\$600,00

Tabela 4. Custo das peças prontas.

Item	Custo Estimado
Material (Aço)	\$ 5 400,00
Peças prontas	\$ 600,00
Mão-de-Obra	\$ 6 000,00
Custo Total Reboque	\$ 12 000,00

Tabela 5. Custo total do reboque automático.

Admitindo que a hora de trabalho (HT) custe 10 dólares e que a economia (EH) quando comparado ao celeiro é de 19,5 horas encontraremos a seguinte economia por acre (EA) por ano:

$$EA = HT \times EH = 10 \times 19,5 = 195 \text{ dólares/Acre} \times \text{Ano}$$

Usamos o valor de (EA) para uma produção de 20 acres (P20) (aproximadamente 8 hectares) de tabaco a economia resulta em:

$$P20 = EA \times 20 \text{ Acres} = 3 900 \text{ dólares /Ano}$$

Tomando o valor do custo do reboque (CR) *Tabela 4 e 5*, dividido pela economia para 20 acres (P20) vamos encontrar o seguinte tempo de retorno do investimento (TRI):

$$\text{TRI} = \text{CR} / \text{P20} = 12\ 000 / 3\ 900 = 3,08 \text{ anos.}$$

O resultado pode ser visto na tabela 1 abaixo:

	Reboque de eixo único	Reboque Automático
	10 min recarregar	10 min recarregar
	50 estacas/carga	100 estacas/carga
Distância até a estrutura de cura (m)	91,5	91,5
Ida e Volta (hrs)	0,21	0,21
Trabalho hrs/acre	5,02	2,5
Economia de trabalho em relação ao celeiro	17	19,5
Economia de trabalho em relação estrutura no campo	5	7,5

Tabela 1. Economia em horas de trabalho

As estruturas de cura no campo possuem características bem específicas mas ao verificar o processo da colheita e armazenamento de tabaco como um todo fica claro que a estrutura em de cura usando celeiros torna o trabalho mais lento, caro e perigoso que o uso das estruturas de campo. Ainda levando em consideração a maior durabilidade do celeiro, pelo fato da montagem da estrutura de campo possuir um menor valor de construção mesmo que se tenha que reconstruir ainda continua sendo viável.

6. CONCLUSÕES

Após estudo feito verificou-se que embora no passado tenha sido desenvolvido máquinas de grande qualidade e eficiência estas se mostraram inadequadas para uso na cultura do tabaco pois apresentam relação custo/benefício insatisfatórios.

Nos modelos propostos fora observado que a primeira opção possuía uma série de empecilhos como uso de muitos trabalhadores e equipamentos (colheitadeira + trator/reboque + trator descarga) e o trator/reboque possuía pouca dirigibilidade. O reboque de eixo único mostrou-se bem mais viável que a proposta anterior, mas quando comparado com o reboque de descarga automática foi superado pela economia proporcionada pelo último.

O conceito do reboque de descarga automática apresentou economia considerável quando comparado com os outros métodos bem como possui tempo de retorno relativamente curto, aproximadamente 3 anos quando analisado para uma fazenda com produção de 20 acres, este conceito parece ser o mais adequado a estrutura de cura no campo, porém necessita de um maior detalhamento do sistema de acoplamento ao trator e de elevação do reboque, e uma análise criteriosa das dimensões das barras a serem utilizadas na sua construção.

A estrutura de cura no campo mostrou-se mais susceptível a mecanização que o celeiro, além de proporcionar uma maior rapidez apresenta menor risco a integridade física dos trabalhadores pois neste caso os mesmos necessitam estar a uma altura irrelevante acima do nível do solo para o acondicionamento das estacas. Embora o modelo fixo tenha apresentado - se mais viável, ele ainda necessita de estudos mais aprofundados comparando-o com os cavaletes de cura uma vez que estes últimos podem ser movidos para o mais próximo possível da área onde será realizada a colheita.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASADA, J.H, M.J. BRADER, M.E. FIEDELDEY, L.D. SWETNAM and L.R. WALTON. **Harvesting, Handling and Curing notched Burley Plants on Wires.** *Transactions of the ASAE* 29(1): p 267-270, 275. 1986.

CASADA, J.H., M.J. BRADER, L.R. WALTON, L.D. SWETNAM and M.E. FIEDELDEY. **Mechanical Harvesting System for Burley Tobacco.** *Applied Engineering in Agriculture* v3, n. 1, p 95-98. 1987.

CHAMBERS, O.D., W.M. SNELL and P.J. NUTT. **Survey Results on Policy Proposals to Address the Underproduction of Burley Quota.** University of Kentucky Agricultural Economics Extension Report, 1990.

DUNCAN, G., L.R. WALTON., L.G. WELLS. "An Overview of Harvesting, Handling, and Curing Methods." *BURLEY HARVEST MECHANIZATION AND CURING PROGRESS AND OPTIONS*, p 1-13, 2005.

ISSAACS, S. and S.D. MUNDY. **An Economic Evaluation of One-tier Curing Structures for Burley Tobacco.** Research Report p 90-16, The University of Tennessee Agricultural Experiment Station, Knoxville, 1990.

KENTUCKY ANNUAL STATISTICAL BULLETIN
<http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Kentucky/Publications/Annual_Statistical_Bulletin/B2009/Pg028.pdf>, acessado em 15/05/2011.

MIYAKE, Y., L.G. WELLS, G.A. DUNCAN, and J. RANKIN. **Determination of Strategy for Harvesting Burley Tobacco,** ASAE 22 (2) p 251 – 259. 1979.

NOTAS DE AULA, **Sistema de Produção: Culturas Especiais - Universidade Autônoma do Estado do México - 2008** < <http://pdf.rincondelvago.com/cultivo-de-tabaco.html> >, acessado em 03/06/2011.

NUTT, P.J., W.M SNELL, G.A. DUNCAN, J. SMILEY, G. PALMER and D.M. SHUFFETT. **Burley Tobacco: 1990 Production, Costs and Returns Guide**. Publication ID-81. University of Kentucky Extension, Lexington, 1990.

PIERCE, BOB, **Class Notes University of Kentucky**, 22/01/2010.

Portal Alpine Link <<http://www.alpinelink.com.au/tobaccoproduction/topping.shtml>>, acessado em 28/04/2011.

NASS-USDA, National Agricultural Statistics Service – United States Department of Agriculture <<http://www.nass.usda.gov>>, acessado em 20/05/2011.

SINDITABACO, Sindicato Interestadual da Indústria do Tabaco, <<http://www.sindifumo.com.br>>, acessado em 20/04/2011.

Tabaco Burley: Adubação – Transplante - Tratos Culturais – Colheita, Universal Leaf Tabacos, Folder Burley, 2010

WALTON, L.R., J.H. CASADA, M.J. BADER and L.D. SWETNAM. **Varietal Effects on Notched Burley Tobacco System Performance**. *Applied Engineering in Agriculture* 4(1): p 81-83, 1988.

WALTON, L.R., J.H. CASADA, and L.D. SWETNAM. **A New Portable Frame for Handling Burley Tobacco**. ASAE Paper No. 83-3050, ASAE, St. Joseph, MI49085. 1983.

WALTON, L.R., J.H. CASADA, L.D. SWETNAM and G.A. DUNCAN. **A Field Curing Structure and Mechanical Housing System for Burley Tobacco**. *Applied Engineering in Agriculture* 9(1): p 73-77, 1993.

WELLS, L.G., T.D. SMITH, G.D. DAY V, M. HARPRING. Projeto: "**On-Farm Performance of Mechanical Burley Tobacco Harvesting System**"., p 1-12, 2010.

Wikipédia, <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Kentucky>>, acessado em 25/04/2011.