

SUMMARY

The pruning of trees as a practice to produce knot-free wood is the focus of this essay, which is supported by evidence from research studies in forests of the United State. Technical, biological, phytosanitary, and economic aspects are considered. It was concluded that pruning is the best means to produce knot-free wood in species that keep dead branches for a long time. We also found that the number of trees per acre that can be pruned is a function of the final number at harvest, and that chosen trees to be pruned should be dominant or codominant with high growth rate. We recommend that no more than 25% to 30% of the green crown be removed, in order to avoid losses in diameter and height growth or the sprouting of epicormic branches. There is a decrease in disease incidence when pruning is applied in stands. Finally, it was confirmed that pruning can be profitable when there is a clear definition of the purpose which the wood will serve, and when the following aspects are considered: rate an time of growth, diameter, and height of the tree crown.

1. INTRODUÇÃO

A remoção de ramos vivos ou mortos da parte mais inferior do tronco de árvores jovens é uma prática silvicultural denominada poda florestal ou desrama. A consequência desta prática é a formação prematura de madeira livre de nós. O incremento na quantidade de madeira livre de nós através da poda aumenta a qualidade e valor da madeira. Assim, o principal objetivo da poda florestal é produzir madeira mais valiosa.

Os benefícios da poda não se restringem apenas às árvores podadas: talhões podados apresentam muitas vantagens sobre os não podados. Acesso, doenças, incêndios e estética, são alguns fatores que podem ser melhor manejados em talhões podados.

Com o objetivo de evitar numerosas operações de desbaste, adotou-se, mais recentemente, o uso de espaçamentos mais amplos. Árvores que crescem em tais espaçamentos produzem muitos ramos vigorosos, que permanecem vivos por longo tempo. Um estudo, feito em *Pinus resinosa*, mostra este acentuado efeito do espaçamento sobre o diâmetro dos ramos (Laidly & Barse, 1979).

Os ramos vigorosos produzidos, devido a amplos espaçamentos, permanecem vivos por longo período até que o

dossel se feche e os mate por falta de luz. Porém, até mesmo os pequenos ramos mortos permanecem no tronco por vários anos. Em *Pinus strobus*, por exemplo, eles são mantidos na árvore, em média por vinte anos (Wright et al, 1980). Em casos como este a prática da poda é particularmente aplicável (Williston, 1973), e alguns pesquisadores florestais, como Ralston e Lemmien (1956), são de opinião que a poda deve ser uma parte tão importante no manejo de uma floresta como é em pomares.

O objetivo desse trabalho é fazer lembrar à engenheiros florestais e à todos que trabalham com produção de madeira a importância da poda de árvores e talhões, bem como apresentar algumas considerações sobre aspectos econômicos de poda florestal.

2. IMPORTÂNCIA DA PODA FLORESTAL

É agradável apreciar uma floresta com árvores altas e retas, copas pequenas, e troncos livres de galhos mortos. Já vimos muitos plantios com boa forma e boa taxa de crescimento, mas pobre desrama natural. Na Floresta Kellog, no sudoeste de Michigan, por exemplo, há muitos plantios de coníferas que mostram quase nenhuma desrama natural. O pior caso nesse local é o de um talhão

* Professor Assistente do Departamento de Silvicultura e Manejo, da Universidade Federal do Paraná, Engenheiro Florestal, M.Sc., CREA — 7496 — D/7ª Região.

misto de *P. resinosa* e *P. strobus*, com 40 anos de idade. As árvores de *P. strobus* são retas, com aproximadamente 20 metros de altura e bom diâmetro, mas a maioria apresentando galhos mortos desde a base até uma altura de 13 m.

A pobre desrama natural não é característica apenas de *P. strobus*. Em *P. resinosa*, uma das espécies florestais mais importantes em Michigan, observou-se a retenção de galhos mortos até mesmo em espaçamentos compactos (Stiell, 1980, Laidy e Barse, 1979). Arend (1955) observou galhos mortos persistindo até a base de *P. resinosa* em espaçamentos compactos e ultrapassando 40 anos de idade. Em *P. strobus*, certificou-se retenção de galhos mortos, nos primeiros 6 metros do tronco por uma média de 27, anos num estudo feito por Paul (1938): o período máximo de tempo em que ocorreu persistência de galhos foi de 73 anos, num talhão de 86 anos. Observou-se que, mesmo em espaçamentos muito fechados, árvores de *P. strobus* com 40 anos de idade retêm quase todos seus galhos mortos.

Qual será o aspecto de uma tábua cortada dessas árvores? Certamente terá orifícios em cada nó morto, além de nós causados por galhos vivos. A maneira de evitar esses tipos de defeitos, na maioria das espécies, independentemente de espaçamento, é a poda de galhos vivos ou mortos em idade jovem, de modo que madeira livre de nós seja produzida.

A produção de madeira mais valiosa e perfeita não é o único resultado da poda florestal: árvores que são podadas de acordo com as técnicas corretas, normalmente, são menos susceptíveis à doenças que causam apodrecimento da madeira. Árvores com pobre desrama natural e com galhos de ângulo agudo oferecem livre entrada para doenças. Água, com todo tipo de substâncias, enche o espaço entre os galhos mortos e tronco. Fungos encontram um excelente ambiente para seu desenvolvimento, apodrecendo a madeira e causando manchas indesejáveis. *Phellinus pini* (Red Rot) pode penetrar no tronco de *P. strobus* através de galhos mortos causando perda substancial de valor (Foster, 1957). *Cronartium ribicola* (Blister Rust)

pode se espalhar vagarosamente entre os galhos e atingir o tronco (Cook, 1951). Talhões de *Pinus lambertiana* podem ser melhorados através da poda de galhos com cancrios de *Cronartium ribicola* (Hayes e Stein, 1957). O cancro *Tympanis* de *P. resinosa* geralmente se difunde devido a galhos mortos persistentes (Boyce, 1938).

Assim, em casos como os citados, e considerando-se os efeitos negativos em características de galhos de amplo espaçamento, a prática da poda florestal pode ser usada para reduzir e evitar perdas devidas à doenças apodrecedoras.

3. RAMOS EPICÓRMICOS

O surgimento de ramos epicórmicos é um fato comum quando a poda é realizada em folhosas, mas essa tendência não é uma característica generalizada em coníferas. Quando um tronco, que se desenvolve na sombra, é subitamente exposto à luz ele frequentemente brotará, produzindo ramos epicórmicos indesejáveis.

O número de ramos novos é altamente relacionado com faces ensolaradas da árvore, com quantidade de copa podada, com o número de galhos já existentes, com espaçamento, e com a espécie. McQuilkin (1975), trabalhando com *Quercus palustris*, observou que quando árvores podadas foram diretamente expostas à luz, elas não apresentaram diferença estatística em número de ramos epicórmicos, quando comparadas à árvores podadas que permaneceram sombreadas. Contudo, a exposição a luz afetou a distribuição de ramos. Árvores expostas apresentaram 82% de ramos novos crescendo na face sul e árvores sombreadas apenas 69% de ramos novos nesta face. *Prunus serotina* até mesmo num talhão pouco denso, tem uma tendência fraca à produção de ramos epicórmicos quando podado levemente. Árvores, nas quais aproximadamente 13% da altura da copa foi podada, apresentaram nenhum ou poucos ramos epicórmicos. No entanto, em outras árvores, cuja poda atingiu até 71% da altura da copa, houve imediata e abundante brotação, concentrada nas faces ensolaradas (Grisez, 1978).

Porém, a propensão de uma espécie à protação de ramos epicórmicos não é função apenas da intensidade de luz ou quantidade de copa podada, mas também pode ser influenciada geneticamente, como indicam Boyce (1962) e Ward (1966). Uma árvore de *Prunus serotina* totalmente exposta e cuja altura de copa foi podada 42%, por exemplo, apresentou-se livre de ramos epicórmicos após 3 anos. Mas, uma outra árvore da mesma espécie apresentou 36 ramos epicórmicos vivos após ter sua altura de copa podada até 71%. Embora a intensidade da poda nestes tratamentos tenha sido bem diferente, foram encontradas árvores sem ramos epicórmicos mesmo com 71% de suas alturas de copa removidas (Grisez, 1978).

O surgimento de ramos epicórmicos não pode ser totalmente evitado quando da poda de folhosas, mas pode ser realizado a níveis aceitáveis através de poda menos intensa. A poda de 25% a 30% da altura de copa produz pouca ou nenhuma ramagem epicórmica. A poda em duas etapas expõe o tronco mais gradualmente à luz, e se necessário, qualquer ramo epicórmico que tenha brotado, após a primeira poda, pode ser removido durante a segunda poda.

Árvores dominantes e co-dominantes que são vigorosas, saudáveis e com boa copa são menos susceptíveis à produção de ramos epicórmicos do que árvores oprimidas (Sander, 1977). O controle do espaçamento e a escolha de árvores com menos galhos para a poda (Ward, 1966), também ajudam na diminuição da brotação epicórmica.

4. TALHÕES PODADOS

Algumas vantagens realmente existem em talhões podados se compararmos com talhões não podados. A poda em idade jovem, de todas as árvores de um talhão reduz, a quantidade de material altamente inflamável na região entre a base das copas e o solo, diminuindo o perigo de incêndios de copa. A aparência estética e o acesso ao talhão também podem ser melhorados através da poda florestal. Em certos povoamentos torna-se praticamente impossível o acesso, a menos que galhos mortos sejam

removidos até uma altura de 2 metros. O resíduo da poda pode promover incêndios de superfície e causar acumulação de matéria orgânica não decomposta. Contudo, em talhões nos quais luz, temperatura e umidade são fatores limitantes para decomposição de matéria orgânica, a poda florestal pode promover a degradação deste material inflamável e reduzir o acúmulo de húmus sob a copa das árvores. As operações de exploração também são facilitadas em talhões podados, uma vez que os troncos são livres dos galhos mais inferiores.

5. CUSTO DA PODA FLORESTAL

Como outras práticas silviculturais que são utilizadas para melhorar o crescimento e/ou a qualidade do talhão, a poda florestal impõe um custo que deve ser recuperado ao final da rotação. Muitos fatores contribuem para o sucesso ou fracasso da poda florestal. Pode-se controlar certos fatores que afetam o custo da poda e reduzi-lo a um valor aceitável. Preço de mercado é uma variável que normalmente está fora de controle ou influência, mas em uma análise econômica deve-se considerar que o preço de mercado será estável e proporcional a qualidade da madeira.

Dentre os fatores que influenciam o custo da poda florestal, os mais importantes são: número de árvores a serem podadas, altura da poda, equipamentos, estação do ano na ocasião da poda, e características e idades das árvores.

A recomendação geral é que o número de árvores a serem podadas seja aproximadamente igual ao número que permanecerá no talhão na época do corte final. Não há razão para se podar uma árvore que será removida poucos anos depois. As árvores podadas devem crescer o bastante para produzirem a quantidade de madeira limpa, perfeita e valiosa compensando os custos da operação e gerando algum lucro.

O número de árvores, que devem ser podadas, não pode ser estabelecido facilmente porque depende da quantidade de dinheiro disponível, número de árvores para exploração final, e da qualidade e taxa de crescimento do talhão. O número de árvores a serem podadas,

conforme o talhão, pode variar de poucas (25 ou 50) até 1000 por ha. Sparks (1980) recomenda a poda de 500 a 1000 árvores por ha em talhões artificiais de *P. elliotii*, e de não mais que 500 árvores por ha em talhões naturais de *P. palustris*. Cook (1951) é menos específico, recomendando a poda de 250 a 750 árvores por ha tanto de coníferas como de folhosas no nordeste dos Estados Unidos. Williston (1973), considerando a qualidade do talhão, recomenda que não mais que 75% das árvores para exploração final sejam podadas.

A poda florestal não é uma prática aplicável para qualquer talhão destinado à produção de madeira. Apenas talhões desbastados, que apresentam pobre desrama natural, que têm árvores de excelente qualidade, com alta taxa de crescimento, e que produzem madeira valiosa, merecem o investimento da poda. Ralston e Lemmien (1956) recomendam que todas as coníferas destinadas à exploração, em Michigan, devem ser podadas. Contudo, antes de considerarmos essa recomendação, devemos analisar a qualidade e taxa de crescimento dessas coníferas. O produto para exploração não é formado necessariamente por árvores de alta qualidade. Não há justificativa econômica em podar uma árvore de exploração final que não seja de primeira qualidade e de alta taxa de crescimento porque ela não proporcionará lucro. Devem ser podadas apenas as árvores mais desejáveis, com fustes retos, bom crescimento, e galhos horizontais pequenos e raros.

6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

6.1 Lucratividade

O lucro em poda de árvores é um assunto muito polêmico, pois, como já vimos, vários fatores são envolvidos na aplicabilidade dessa prática. Alguns fatores como altura da poda, equipamentos a serem utilizados, estação do ano para a poda, ou valor da madeira perfeita podem ser definidos facilmente. Mas trabalho de campo não pode ser rigidamente limitado à alguns métodos e valores: tantas variáveis que estão fora de nosso controle são envolvidas em tra-

balho de campo, que para cada circunstância todas essas variáveis devem ser cuidadosamente analisadas e consideradas para que a melhor decisão sobre método(s) e materiais a serem utilizados seja feita.

Se considerarmos o fato que a poda florestal às vezes não é lucrativa, como concluíram Dobie e Wrigh (1978), então devemos aceitar e concordar que a poda deve ser feita apenas na primeira tora e em raros casos na segunda tora, de modo a obtermos um retorno compensador no final da rotação. A altura da poda será melhor definida com base no tipo de produto final, ou seja, se as toras forem destinadas para lambris ou laminados, poderão ser curtas; se as toras forem destinadas para madeira de construção, deverão ser longas.

É válida também uma consideração sobre registros. Bons registros arquivados das operações de poda florestal contribuem para assegurar ao comprador de que realmente existe um certo volume mínimo de madeira livre de nós em cada talhão ou tora. A recomendação geral é que, se for realizada poda florestal, as árvores devem ser podadas o suficiente para que produzam toras adequadas à um uso específico. Contudo, a remoção de copa deve restringir-se de 25% a 30% da altura de copa verde em cada operação. Podas nessa menor intensidade podem até aumentar o crescimento em diâmetro da árvore, devido a remoção de ramos mais baixos e reprimidos que consomem, com sua respiração, todos os carbo-hidratos que produzem, e, portanto, em nada contribuindo para o crescimento.

6.2 Equipamentos

O equipamento mais comum e recomendado para a poda florestal é uma serra com haste de comprimento variável. Mas em certas circunstâncias, como em Grisez (1978), Williston (1973), Foster (1957), Lemmien e Rudolph (1973), e outros, uma combinação de ferramentas e/ou equipamentos mais sofisticados pode resultar numa operação mais econômica. Os fatores mais importantes a serem considerados para a escolha do melhor equipamento são o diâmetro dos galhos e altura da poda.

6.3 Época da poda

A poda florestal deve restringir-se tanto quanto possível ao final do outono, inverno e início da primavera. Lesões no fuste, causadas pela poda, são menos danosas durante o inverno (estação de dormência) do que durante a primavera e o verão (Ralston e Lemmien, 1956). Segundo Murray (1977) algumas condições, causadas pelo inverno rigoroso em regiões de grandes latitudes, são especialmente úteis para a poda: galhos congelados são mais facilmente podados, não há ocorrência de insetos e a neve profunda permite uma poda mais alta. Durante o inverno em regiões de menores latitudes, as temperaturas mais amenas, a baixa umidade relativa, a menor incidência de insetos e a possibilidade de utilização de mão-de-obra ociosa são vantagens que devem ser consideradas.

6.4 Idade para a poda florestal

Existe uma tendência geral em se concordar que árvores devem ser podadas na idade jovem para que produzam um volume máximo de madeira livre de nós no final da rotação. A recomendação geral é que a poda pode ocorrer quando as árvores têm um DAP de 10 a 12 cm., de modo que o núcleo nodoso se restrinja à esse diâmetro. Em folhosas, a poda florestal, como prática corretiva, deve começar mais cedo (essencial em *Juglans nigra*). Um núcleo nodoso de 10 a 12 cm de diâmetro implica em produtividade máxima de madeira livre de nós e numa dimensão que é natural e operacionalmente adequada.

Contudo, quando tempo e juros bancários estão envolvidos, uma produção máxima nem sempre resulta num lucro máximo. Horton (1966), por exemplo, mostrou que a poda de árvores velhas de *P. strobus* pode ser lucrativa. Examinando a quantidade e o valor de madeira livre de nós produzida por árvores velhas e considerando custos de poda baseados em médias, ele concluiu que a combinação mais adequada foi de árvores podadas com 80 anos e seguidas por um período de crescimento de 40 anos. Isso foi mais lucrativo do que a

poda de árvores mais jovens seguida por um mesmo período de crescimento.

A lucratividade da poda florestal nem sempre é proporcional ao volume e qualidade de madeira livre de nós produzida. Assim, é imperativo o início da poda numa idade em que as árvores estejam crescendo numa intensidade alta e produzindo madeira mais valiosa, de textura, densidade e grã-uniformes. Além disso, árvores em rápido crescimento cicatrizam a superfície de corte mais rapidamente que árvores em estágio de lento crescimento reduzindo a possibilidade de doenças apodrecedoras (Smith, 1964).

Considerando-se as características de crescimento de *P. resinosa* a poda em idade jovem resultará num pequeno volume de madeira livre de nós nas primeiras décadas e num custo elevado ao final da rotação. Por outro lado, o *P. taeda*, que cresce muito rapidamente em idade jovem, produzirá grande volume de madeira livre de nós que pagará pelos custos da poda e gerará lucros. Tubbs (1977), considerando as condições econômicas atuais (juros elevados), recomenda que folhosas de DAP menor do que 18 cm não devem ser podadas, uma vez que os custos a juros compostos podem ser iguais ou superiores ao retorno da poda quando da exploração. Sugeriu-se também que um incremento em diâmetro de pelo menos 3,7cm em 10 anos é necessário para que a poda se pague (Davis, 1958). Atualmente, com as altas taxas de juros, é necessário um maior crescimento por década para que se obtenha algum lucro com a poda florestal.

6.5 Rentabilidade da poda florestal

Qualquer análise econômica completa sobre o investimento e lucro da poda deverá levar em consideração todos os fatores que contribuem para tanto. Alguns desses fatores, como taxa de crescimento, custo da operação de poda, taxas de juros, valor da madeira perfeita, são muito específicos para cada situação. Assim, não é possível uma comparação de resultados e lucros provenientes de podas florestais.

A maioria das análises econômicas de poda foram feitas no final da década de 1950, com custos e juros que agora são irreais. Contudo, é válido mencionar dois estudos realizados em 1954 devido à suas características. Bennet (1954) concluiu que *P. elliotii* podado até uma altura de 5,5m com DAP de 12,7 cm e explorado com 50,8 cm de DAP foi mais lucrativo que quando podado mais tarde. O lucro obtido nessa operação de poda foi de 2.99 dólares por árvore, ou 7% de retorno líquido. No segundo estudo, em *Pseudotsuga menziesii*, Smith (1954) mostrou que um lucro máximo resultou da poda de árvores até 5,5 m de altura com 35 cm de DAP e cuja exploração se deu aos 70 cm de DAP. Um lucro de 8.38 dólares por árvore foi obtido, usando-se uma taxa de juros de apenas 2.5%.

As análises econômicas mais recentes de poda florestal são baseadas em árvores jovens de *P. strobus* (DAP de 20 cm): Calvert e Brace (1969) relataram retornos de até 14%. Hocker (1974), considerando um custo de poda de 0.45 centavos (US) por árvore, concluiu que taxas de retorno numa razão de 12.3% podem ser previstas.

7. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o modo mais eficaz de se produzir madeira livre de nós, em espécies que retêm galhos mortos por muito tempo, é a poda florestal. O número de árvores por acre que pode ser podado é uma função do número final de árvores quando da exploração. Árvores escolhidas para poda devem ser dominantes ou co-dominantes, com alta taxa de crescimento e outras características desejáveis que resultarão na produção de maior quantidade de madeira livre de nós. Não mais que 25% a 30% da altura da copa verde deve ser removida, a cada operação, para evitar-se perdas nos crescimentos em diâmetro e altura, ou a brotação de ramos epicórmicos. Em qualquer instância, a poda deve ser feita até uma altura suficiente para que se produza uma tora de uso específico. A poda florestal não deve ser feita quando as árvores estão num estágio de crescimento lento, pois a formação de madeira livre de nós sobre o nú-

cleo nodoso será pequena, reduzindo portanto, qualquer possibilidade de lucro.

8. RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com a finalidade de avaliar a poda florestal com base em aspectos técnicos, biológicos, fitossanitários e econômicos verificados em resultados de pesquisa da poda em florestas dos Estados Unidos.

Concluiu-se que a poda florestal é o modo mais eficaz de se produzir madeira livre de nós em espécies que retêm galhos mortos por muito tempo. Observou-se que o número de árvores destinado à poda é função do número de árvores estabelecido para o corte final, e que as árvores a serem podadas devem ser dominantes ou co-dominantes com alta taxa de crescimento. Para não haver perdas no crescimento em diâmetro e altura, ou brotação de ramos epicórmicos não se deve remover mais do que 25 a 30% da altura da copa verde das árvores.

Verificou-se que a incidência de pragas é menor em povoamentos podados do que em não podados.

Observou-se que a poda florestal pode ser lucrativa quando ocorre uma definição da finalidade específica da madeira (sortimento) e quando são considerados aspectos favoráveis tais como: velocidade de crescimento, época de crescimento, diâmetro e altura de copa.

9. LITERATURA CITADA

1. AREND, J.L., 1965. Development of closely spaced red pine, white pine, and Norway spruce. U.S. For. Serv., Lake states For. Exp. Sta., Tech. Note 439.
2. BENNETT, F.A., 1954. Financial aspects of pruning planted slash pine. U.S. For. Serv., Southeastern For. Exp. Sta., Sta. Pap. 64, 9 pp.
3. BOYCE, I.S., 1938. Forest pathology. McGraw-Hill, N.Y.
4. BOYCE, S.G., 1962. Selecting white oaks as parent stock for growing high quality logs. Proc. 3rd. Central States For. The Improv. Conf., Purdue Univ., Lafayette, Ind.

5. CALVERT, W.W. and BRACE, L.G., 1969. Pruning and sawing eastern white pine. Dep. Fish. For., Can. For. Serv. Publ. 1262.
6. COOK, D.B., 1951. Justifications for forest pruning in northeast. *J.For.*, 49:487-489.
7. DAVIS, S.G., 1958. Growth of white pine and red spruce trees after pruning. U.S. For. Serv., Northeast For. Exp. Sta., Res. Note 83.
8. DOBIE, J. and WHRIGHT, D.M., 1978. Economics of thinning and pruning — A case study. *For. Chron.*, 54:34-38.
9. FOSTER, R.W., 1957. A Study of the growth and value of a high quality eastern white pine. *J. For.*, 55:727-730.
10. GRISEZ, T.J., 1978. Pruning black cherry in understocked stands. U.S. For. Serv., Northeastern For. Exp. Sta., Res. Pap. NE-395, 9 pp.
11. HAYES, G.L. and Stein, W.I., 1957. Eliminating blister rust cankers from sugar pine by pruning. U.S. For. Serv., Pacific Northwest For. Range Exp. Sta., Res. Note 151, 6 pp.
12. HOCKER, Jr., H.W., 1974. Pruning eastern white pine: will there be a pay-off? *Northern Logger*, 23(4):30,31,42.
13. NORTON, K.W., 1966. Profitability of pruning white pine. *For. Chron.*, 42:294-305.
14. LAIDLAY, P.R. and BARSE, R.G., 1979. Spacing affects knot surface in red pine plantations. U.S. For. Serv., North Central For. Exp. Sta., Res. Note NC-246, 3 pp.
15. LEMMIEN, W.A. and RUDOLPH, V.J., 1973. Tree monkey vs. hand pruning. M.S.U., Agric. Exp. Sta. East Lansing, Res. Rep. 205, 7 pp.
16. McQUILKIN, R.A., 1975. Pruning pin oak in southeastern Missouri. U.S. For. Serv., North Central For. Exp. Sta., Res. Pap. NC-121, 5 pp.
17. MURRAY, W.G., 1977. A winter pruning operation in white and red pine. *For. Chron.*, 53:164-165.
18. PAUL, B.H., 1938. Knots in second-growth pine and the desirability of pruning. U.S. For. Serv., Misc. Publ. 307, 6 pp.
19. RALSTON, R.A. and LEMMIEN, W.A., 1956. Pruning pine plantations in Michigan. U.S. For. Serv. and M.S.U. Agric. Exp. Sta. East Lansing, Circ. Bull. 221, 27 pp.
20. SANDER, I.L., 1977. Oaks in the North Central States. U.S. For. Serv., North Central For. Exp. Sta., Gen. Tech. Rep., NC-37, 35 pp.
21. SMITH, J.H.G., 1954. The economics of pruning. *For. Chron.*, 30:197-214.
22. SPARKS, R.C., Linnartz, E. and HARRIS, H.E., 1980. Long-term effects of early pruning and thinning treatments on growth of natural longleaf pine. *Southern J.App. For.*, 4:77-79.
23. STIELL, W.W., 1964. Twenty-year growth of red pine planted at three spacings. Can. Dep. For., Publ. 1054, 24 pp.
24. TUBBS, C.H., 1977. Manager's handbook for northern hardwoods in the north central states. U.S. For. Serv., North Cent. For. Exp. Sta., Gen. Tech. Rep. NC-39, 29 pp.
25. WARD, W.W., 1966. Epicormic branching of black and white oaks. *For Sci.*, 12(3):209-296.
26. WILLINSTON, H.L., 1973. Pruning for better saw logs. *Southern Lumberman*, Dec., 2 pp.
27. WRIGHT, J.W., HART, J.H., and LEMMIEN, W.A., 1980. Response of an eastern white pine provenance test to pruning. *For. Sci.*, 26(4):606-608.