



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102017025665-0 A2



(22) Data do Depósito: 29/11/2017

(43) Data da Publicação Nacional: 25/06/2019

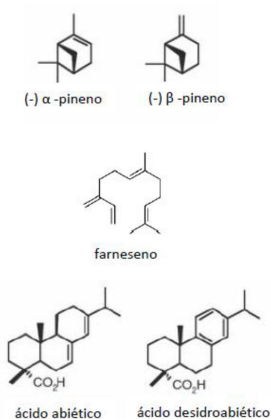
(54) **Título:** MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE GENÓTIPO COM ALTA PRODUÇÃO DE RESINA E MÉTODO PARA ESTABELECEER FLORESTAS RESINOSAS COMPOSTAS DE GENÓTIPOS SUPERRESINOSOS E HOMOGÊNEAS PARA RESINAGEM

(51) **Int. Cl.:** A01G 23/10.

(71) **Depositante(es):** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL.

(72) **Inventor(es):** ARTHUR GERMANO FETT NETO; FRANCIELE ANTÔNIA NEIS.

(57) **Resumo:** MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE GENÓTIPO COM ALTA PRODUÇÃO DE RESINA E MÉTODO PARA ESTABELECEER FLORESTAS RESINOSAS COMPOSTAS DE GENÓTIPOS SUPERRESINOSOS E HOMOGÊNEAS PARA RESINAGEM. A presente invenção descreve método para identificação precoce de árvores elite (alta produção de resina) e posterior seleção e/ou multiplicação clonal para implantação de florestas comerciais, gerando florestas com um alto rendimento de produção de resina. Especificamente, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir da identificação de genótipos de alto rendimento de resina em um curto período, usando a análise cinética-volumétrica após danos por perfuração, com vista ao estabelecimento de floresta superresinosas. A presente invenção se situa no setor florestal e resinífero.



### **Relatório Descritivo de Patente de Invenção**

## MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE GENÓTIPO COM ALTA PRODUÇÃO DE RESINA E MÉTODO PARA ESTABELEECER FLORESTAS RESINOSAS COMPOSTAS DE GENÓTIPOS SUPERRESINOSOS E HOMOGÊNEAS PARA RESINAGEM

### **Campo da Invenção**

**[0001]** A presente invenção descreve a identificação precoce de árvores elite (alta produção de resina) visando posterior seleção e/ou multiplicação clonal para implantação de florestas comerciais com alto rendimento de produção de resina. A presente invenção se situa no setor florestal e resinífero.

### **Antecedentes da Invenção**

**[0002]** *Pinus elliottii* Engelm é uma conífera pertencente à família Pinaceae, rica em espécies produtoras de resina. Nativa do sudeste dos EUA (Langenheim, 2003), essa espécie é amplamente cultivada no Brasil, Índia e China para produção de resina e na indústria moveleira.

**[0003]** Os principais países produtores de resina são China, Brasil, Indonésia, Índia, México, Argentina, Nepal, Rússia e Portugal (Cunningham, 2014). O Brasil figura como segundo maior produtor de resina, com uma produção de 95.961 toneladas na safra 2015/2016 (ARESB, 2016). No Brasil, os principais estados produtores de *Pinus* são São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais. No sul do Brasil, *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* é extensamente cultivado, contribuindo com cerca de 24% da resina produzida anualmente (ARESB, 2016).

**[0004]** A resina sintetizada por espécies de coníferas constitui um eficaz mecanismo de defesa das árvores contra herbívoros e patógenos. É constituída basicamente por terpenos, sendo um exemplo de fonte natural abundante dos mesmos. Terpenos são metabólitos secundários derivados biossinteticamente de um composto de 5 carbonos, o isopentenil pirofosfato – IPP - (Croteau et al.,

2000; Martin et al., 2002). A resina das coníferas é composta de turpentina (ou terebintina), a fração volátil mono e sesquiterpênica, e de rosina (ou breu), a fração não volátil diterpênica (Martin et al., 2002; Phillips and Croteau, 1999) (Figura 1). Em *P. elliotii*, a terebintina é composta principalmente de  $\alpha$ - e  $\beta$ -pineno e a rosina por ácidos abiéticos e pimáricos (Langenheim, 2003).

**[0005]** A terebintina pode ser fracionada por destilação para gerar seus constituintes majoritários,  $\alpha$ - e  $\beta$ -pineno em estado puro (Swift, 2004). Monoterpenos são amplamente distribuídos na natureza (com mais de 400 estruturas) e os principais componentes da fração volátil da resina de coníferas (Phillips and Croteau, 1999). Estes metabolitos constituem substratos precursores ideais para a produção biotecnológica de Aromas Naturais (Demyttenaere and De Kimpe, 2001), compostos orgânicos voláteis encontrados em alimentos e perfumes, os quais produzem seu caráter organoléptico distintivo. Os aromas terpenoides variam amplamente e incluem o floral, o frutífero (cítrico), o mentolado e o apimentado. Diferentes isômeros de um dado terpenoide podem ter aromas variáveis, possuindo valor comercial significativo para a aplicação na indústria de aromatizantes e flavorizantes (Swift, 2004), utilizadas para produzir uma diversa gama de produtos (Serra et al., 2005). A rosina de *Pinus* tem abundante aplicação industrial, incluindo a produção de borrachas sintéticas, colas, materiais adesivos, material à prova d'água, tintas de impressora, revestimentos, emulsificadores de polimerização, entre outros (Stubbs et al., 1984a). Componentes da resina de *Pinus* podem também ser usados como aditivos biocombustíveis em motores a diesel e gasolina, reduzindo de forma expressiva a emissão de gases tóxicos, material particulado, além de melhorar o desempenho dos motores (Anand et al., 2010; Karthikeyan and Mahalakshmi, 2007; Yumrutaş et al., 2008). Dímeros de pinenos podem ser usados para obtenção de um biocombustível para aviões supersônicos, com alta combustibilidade e densidade (Harvey et al., 2009). Grande parte dos produtos derivados da resina de *Pinus* substitui eficazmente e de forma sustentável produtos derivados do petróleo.

**[0006]** As coníferas (particularmente *Pinus* spp.) vêm sendo quimicamente estimuladas para a produção de resina desde a década de 70 (McReynolds and Kossuth, 1984). A extração de resina no Brasil iniciou a partir da década de 80, em florestas de *P. elliottii* implantadas com a utilização dos incentivos fiscais das décadas de 60 e 70. No processo de extração de resina, muitas das respostas induzíveis são resultados de alterações na expressão gênica que influenciam a regulação bioquímica da síntese, catabolismo, conversão e transporte de metabólitos secundários. Respostas induzíveis ocorrem em função do estímulo ambiental (ferimento e estimulação química) e do genótipo da planta (Lombardero et al., 2000).

**[0007]** A quantidade de resina é influenciada por diversos fatores ambientais e pode estar associada a aspectos fenotípicos das árvores. Os fatores ambientais mais importantes incluem irradiância (Peñuelas and Llusà, 1999), temperatura, índice e frequência pluviométrica, além do método e duração de extração em florestas exploradas comercialmente, enquanto os aspectos fenotípicos são diâmetro do tronco e tamanho da copa da árvore (Coppen and Hone, 1995; Pio and Valente, 1998). Além disso, diferentes árvores dentro de populações de uma mesma espécie podem variar quimicamente, bem como ao longo das estações em resposta ao estresse ambiental e em função da idade (Kato and Croteau, 1998).

**[0008]** A extração comercial de resina é feita a partir do tronco de árvores com crescimento secundário desenvolvido. Em regiões temperadas, a atividade de extração de resina é sazonal, ocorrendo da primavera ao outono em clima mediterrâneo (Pio and Valente, 1998), as chamadas estações de crescimento (McReynolds and Kossuth, 1984). Uma área de aproximadamente 10 cm (em Portugal - sistema de face estreita) ou 20 – 25 cm de largura (nos EUA, Brasil e outros países – face ampla) e 2,5 - 5,0 cm de altura de casca é removida (quinzenalmente) de uma face do tronco próxima ao chão. A resina extraída dos canais resiníferos é coletada em diversos tipos de recipientes (sacos plásticos, recipientes metálicos) presos com um arame ou corda em volta da base do

ferimento. Para estimular e manter o fluxo da resina, uma pasta, contendo ácido sulfúrico, é aplicada na superfície fresca do ferimento (Clements, 1970). Além de ácido sulfúrico (entre 20 e 60 % originalmente) a pasta pode conter lubrificante (para prevenir a secagem), emulsificante (para evitar a separação das fases líquida e oleosa) e sílica pirogênica (a qual atua como agente espessante).

**[0009]** A pasta indutora de resina pode conter outros adjuvantes para aumentar a resinose. Estes incluem diversos agentes sinalizadores ou indutores de defesa vegetal, tais como etileno, ácido jasmônico (Hudgins and Franceschi, 2004) e salicílico (Rodrigues and Fett-Neto, 2009), e o gerador de superóxido paraquat (Stubbs et al., 1984b). Muitos relatos têm indicado que a síntese de monoterpenos e a produção de etileno estão relacionadas, sendo influenciadas pela injúria causada pelo ferimento ou por herbívoros como besouros de casca (Gerry and Hall, 1935; Ruel et al., 1998), presença ou inoculação com fungos fitopatogênicos (Hudgins and Franceschi, 2004; Popp et al., 1995), e ainda com a aplicação exógena de auxina (Clements, 1970; Rodrigues et al., 2008) Auxina possui efeito promotor da síntese de etileno (Chae and Kieber, 2005) e da diferenciação de canais resiníferos (Fahn, 1982). O uso de metais cofatores de terpeno sintases na pasta indutora também se mostrou eficaz no estímulo da resinose (Rodrigues-Corrêa et al., 2011).

**[0010]** Por esse motivo, assim como ácido sulfúrico, o Ethrel ou CEPA (ácido 2-cloro-etil-fosfônico), um composto liberador de etileno (Kalev and Aloni, 1999) tem sido utilizado com frequência como componente da pasta estimulante aplicada sobre a estria desde a década de 70 (Capitani, 1982; McReynolds and Kossuth, 1984; Stubbs et al., 1984b)

**[0011]** No entanto, as florestas comerciais manejadas comportam uma capacidade limitada de produção de oleoresina. Atualmente, uma razão seria a crescente limitação legal da expansão da área comercial em diversos estados. Outros fatores residem na falta de genótipos uniformes e altamente produtores de resina, uma vez que as plantações são geralmente oriundas de sementes, e o fato de que os programas de melhoramento necessitam de muitos anos para

a seleção e geração de árvores elite. Porém, os genótipos comerciais apresentam alto potencial genético para aumento de produção de resina, uma vez que existem indivíduos superresinosos. Sendo assim, o desenvolvimento de estratégias para a seleção fenotípica de árvores com alto potencial produtor de resina é muito relevante.

**[0012]** No Brasil, existem extensas áreas plantadas de *Pinus elliottii* com objetivo da exploração comercial de oleorresina. Porém, estas florestas não são fruto de melhoramento genético direcionado especialmente a uma maior produção de oleorresina e de alta qualidade, tendo sido melhoradas essencialmente para uso madeireiro. Paradoxalmente, o setor resinífero vem tornando-se mais atrativo que o próprio uso madeireiro. O preço médio de mercado da oleorresina brasileira em anos recentes é cerca de US\$ 1.100,00 a tonelada (ARESB, 2016), sendo que cada árvore rende, em média, 2,5 a 3,0 Kg de resina ao ano.

**[0013]** Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

**[0014]** O documento CN105900789 descreve um coletor de resina de *Pinus* com um conector e um frasco coletor de resina. Além das diferenças na estrutura do conector e do coletor de resina, no documento CN105900789 não existe um tempo definido para coleta de resina, a coleta ocorre quando o frasco de 500 ml é preenchido; enquanto na presente invenção, o objetivo é selecionar apenas as árvores jovens com um alto rendimento de resina, em um curto período de tempo, para formar florestas homogêneas produtivamente com base no raleio das árvores pouco produtivas.

**[0015]** O documento CN106034979 revela um processo em que é necessário usar estimulantes para aumentar o rendimento de resina. Na presente invenção, além das diferenças no método de perfuração, o foco é na seleção de genótipos, sem uso de estimulantes.

**[0016]** O documento CN1219974 descreve um método de coleta de resina

de *Pinus*, que consiste numa incisão até a superfície da madeira, seguido de aplicação de estimulante para ativar o fluxo de resina e um coletor de resina, para obtenção de resina limpa. Além das diferenças no método de coleta, no documento CN1219974 são usados estimulantes para aumentar o fluxo de resina e a coleta ocorre para finalidades comerciais. Já na presente invenção, a finalidade é selecionar indivíduos com um alto rendimento de resina para posteriormente formar florestas completamente homogêneas com base no raleio das árvores pouco produtivas.

**[0017]** O documento WO2013102706 trata de um método para promover a exsudação de oleorresina em coníferas. Consiste na aplicação de um ácido orgânico solúvel em água sobre uma ferida superficial realizada na árvore. Além das diferenças no procedimento de coleta, esse documento usa um método para promover e/ou aumentar a exsudação de resina em coníferas. Diferentemente, a presente invenção é focada na seleção de genótipos e não necessita de agentes ativadores de exsudação de resina.

**[0018]** O documento CN2879648 descreve um saco para coleta de resina. Além das diferenças nas finalidades, a CN2879648 é um modelo de utilidade apenas para coletar a resina, enquanto que na presente invenção, o método utilizado para coleta de resina serve para identificar árvores com alto rendimento de resina.

**[0019]** O estudo "*High vs. low yielding oleoresin Pinus halepensis Mill. trees: GC terpenoids profiling as diagnostic tool*" elaborado por Karanikas e colaboradores em 2010, descreve detalhes da composição da oleorresina de árvores de *Pinus halepensis* de alto e baixo rendimento, por análise GC/MS. Apesar da semelhança no método de coleta da resina, no estudo é utilizado perfil químico para diferenciar árvores de alto e baixo rendimento de resina. Estas análises têm um custo elevado, e o tempo para o processamento das amostras e análises dos resultados é longo. Além disso, no estudo de Karanikas, não foi feito um controle exato do tempo de exsudação e somente foram avaliadas florestas maduras de mais de 25 anos. Na presente invenção, os custos são

reduzidos e o tempo para determinação de árvores com potencial resinífero é curto. Além disso, a grande vantagem é que este método pode ser utilizado em plantas jovens e aplicado em espécies comerciais plantadas, com baixa demanda de tecnologia de instrumentação, o que não é o caso do estudo de Karinakas e colaboradores.

**[0020]** Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

**[0021]** Ainda, em vista dos processos atuais para a obtenção de resinas, não exaustivamente, destaca-se que um dos principais problemas da exploração comercial da resinagem em *Pinus* é a falta de uniformidade de produção por conta da alta variabilidade genética das árvores nas atuais florestas plantadas. Além disso, o melhoramento genético de espécies de *Pinus* e sua propagação clonal são processos demorados e/ou tecnicamente limitados. Conseqüentemente, a exploração de resina em florestas de *Pinus* permanece muito abaixo da potencialidade genética dos indivíduos com alto perfil produtivo. Sua identificação e seleção por um processo rápido, simples, de baixo custo e aplicável precocemente é de grande valia para o estabelecimento de florestas superresinosas.

### **Sumário da Invenção**

**[0022]** Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir da identificação de genótipos com rendimentos de resina superiores à média de produção de uma população de árvores (aqui referidas como superresinosas) em um curto período, baixo custo e também aplicável a plantas relativamente jovens, antes da idade usual de início de resinagem, usando a análise cinética-volumétrica após danos por perfuração, com vista ao estabelecimento de florestas superresinosas.

**[0023]** Em um primeiro aspecto a invenção descreve um método simples



e rápido de identificação precoce de genótipos com rendimentos de resina superiores à média de produção de uma população de árvores resinosas, envolvendo estudo cinético-volumétrico, com vistas ao estabelecimento de florestas com produção superior de resina em que:

- o método envolve a seleção de árvores de 5 a 15 anos;
- o estudo cinético volumétrico consiste na coleta e análise da massa ou volume de resina exsudada em um determinado período de tempo.

**[0024]** Em um segundo aspecto, a presente invenção refere-se a um método para estabelecer florestas resinosas composta de genótipos superresinosos e homogêneas para resinagem, envolvendo o método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina, conforme definido no primeiro aspecto, e a remoção de árvores resinosas com um fenótipo de produção de resina abaixo dos valores de referência para superresinosa ou pouco resinosa em que:

- o dito valor de referência é a média de produção de resina da população de árvores resinosas de uma mesma floresta resinosa avaliada ou,
- o dito valor de referência corresponde a valores médios referenciais, por exemplo, sendo valor acima de 1,5g para superresinosa e abaixo de 0,7g para pouco resinosa em 4h de avaliação.

**[0025]** Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados refere-se à identificação e seleção de árvores resinosas contendo um genótipo de alta ou baixa produção de resina em relação à produção média de resina de uma população de árvores, ou ainda em relação a valores referenciais genéricos.

**[0026]** Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

### **Breve Descrição das Figuras**

**[0027]** Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, são apresentadas as figuras abaixo:

**[0028]** A Figura 1 mostra os principais componentes da oleoresina (Phillips and Croteau, 1999).

**[0029]** A Figura 2 mostra árvores de *Pinus eliottii* com 18 anos de idade. (A) Furo realizado com um trado de incremento. (B) Tubo acoplado com um saco coletor, contendo a resina exsudada do tronco.

**[0030]** A Figura 3 mostra a quantidade de resina exsudada após 4 horas em árvores de 18 anos sabidamente caracterizadas como super e pouco resinosas. No topo de cada barra indica-se o erro padrão. Diferença significativa de acordo com Teste-t, com  $P < 0,0001$ .

**[0031]** A Figura 4 mostra o rendimento de resina em árvores de 9 anos identificadas como super e pouco resinosas pelo método cinético-volumétrico após cada estação de estriamento em sistema comercial. No topo de cada barra é mostrado o erro padrão. Diferença significativa de acordo com Teste-t, com  $P < 0,001$ .

### **Descrição Detalhada da Invenção**

**[0032]** Um dos problemas enfrentados pelas empresas que atuam no setor de resinagem é a heterogeneidade genética de florestas de coníferas (particularmente *Pinus* spp.) e a produtividade média de resina relativamente baixa oriunda do material genético variado explorado nas florestas em utilização. Adicionalmente, tendo em vista o alto valor de mercado atribuído à oleorresina e seus derivados (breu e terebentina), bem como a crescente importância sócio-econômica-ambiental desta atividade, especialmente em função da intensificação da atividade florestal no mundo, há grande interesse em se estabelecer florestas mais homogêneas e com fenótipo superresinoso para o setor florestal.

**[0033]** Dessa forma, a presente invenção tem como objetivo descrever uma técnica para identificação de genótipos de altos rendimentos de resina

(superior à média populacional) em um curto período, usando a análise cinético-volumétrica após danos por perfuração, com vista ao estabelecimento de florestas superresinosas.

**[0034]** Além disso, é uma das vantagens da presente invenção aumentar consideravelmente a produção de oleorresina, breu e terebintina por área plantada, produtos que possuem amplo leque de aplicações industriais.

**[0035]** Para os fins desta revelação, o termo “cinético-volumétrico” se refere à massa ou volume de resina exsudada em um determinado período de tempo.

**[0036]** Além disso, o termo “florestas superresinosas”, refere-se a florestas formadas por indivíduos selecionados por possuírem capacidade de produção de resina acima da média da população local onde ocorrem (ou valores gerais de referência) e, portanto, de características mais homogêneas quanto à produção de resina.

#### Identificação precoce de genótipos com alta produção de resina

**[0037]** Para avaliação da aplicabilidade do método de identificação precoce, foram selecionadas 20 árvores de *Pinus elliottii* com 18 anos de idade, sendo 10 superresinosas e 10 pouco resinosas, ambas categorias já caracterizadas anteriormente como tal com base na produção de resina em sistema comercial. São considerados superresinosos e pouco resinosos indivíduos com produção acima e abaixo da média de rendimento de resina da população, respectivamente. Alternativamente, são separadas as duas classes por valores de referência, por exemplo, acima de 1,5g (superresinosa) ou abaixo de 0,7g (pouco resinosa) de resina exsudada em 4h.

**[0038]** Nesses dois grupos, foram realizados três furos alternados na face oposta à estria comercial com aproximadamente 4 cm de profundidade com o auxílio de trado de incremento. Em cada furo foi ajustado um tubo acoplado a um saco plástico para coleta da resina (Figura 2). Os tubos foram mantidos nas árvores por quatro horas. Após esse período, os tubos foram coletados para pesagem da resina em laboratório. Os experimentos foram realizados duas

vezes de forma independente (Figura 3).

**[0039]** Posteriormente, o mesmo experimento foi realizado com árvores jovens (9 anos), nunca antes resinadas, durante uma safra comercial anual completa de resinagem. Inicialmente foram selecionadas 100 árvores, as quais foram avaliadas por 4 horas para identificação de árvores possivelmente super e pouco resinosas baseando-se na quantidade de resina exsudada nos tubos acoplados, usando a mesmo método cinético-volumétrico de obtenção de resina acima descrito. Após a primeira análise, foram escolhidas 15 árvores de cada fenótipo (super e pouco resinosas) para a avaliação de longo prazo. Neste experimento, foram realizadas estrias a cada 15 dias com aplicação de pasta contendo CEPA (ácido 2 – cloroetilfosfônico, um precursor de etileno, que atua como estimulador de liberação de resina). A cada três meses, durante 12 meses (uma safra anual completa de resinagem), a resina de cada árvore foi coletada, pesada e os resultados foram analisados.

**[0040]** Após a pesagem total da resina exsudada pelas árvores jovens durante um ano (que foram categorizadas como super e pouco resinosas com base na resina exsudada por meio do método cinético-volumétrico por 4 horas), verificou-se que o método consegue apontar corretamente o fenótipo de rendimento de resina apresentado por cada árvore, sendo esta eficácia confirmada por resinagem nos moldes comerciais (Figura 4). Portanto, os resultados comprovam que esta técnica pode ser utilizada para identificação precoce de árvores de alta produção de resina destinadas à resinagem e/ou para posterior multiplicação para geração de florestas mais produtivas, bem como para abate de árvores pouco resinosas ou sua utilização para outros fins que não a extração de resina.

**[0041]** O método de identificação precoce de genótipos com alta produção de resina em *Pinus elliottii* pode ser também aplicado a outras espécies resiníferas do gênero (p.ex.: *Pinus caribea*, *Pinus merkussii*, *Pinus massoniana*, *Pinus yunnannensis*, bem como híbridos interespecíficos), uma vez que todas são produtoras de resina, ainda que a produção varie dentro desse gênero e de

espécie para espécie.

**[0042]** Dessa forma, inventivamente é demonstrada a possibilidade da identificação precoce de genótipos com alta produção de resina. Adicionalmente, diferentemente do que era conhecido sobre a identificação de superresinosas (métodos demorados), os inventores da presente invenção demonstraram de maneira inesperada que é possível realizar a identificação precoce de genótipos com alta produção de resina, a partir de um estudo cinético-volumétrico de uma floresta resinosa específica, para que seja possível fazer a seleção das árvores que produzem mais resina do que o valor de produção da média populacional local. Ademais, a identificação acima descrita pode ser realizada em qualquer região que contenha a dita floresta resinosa.

Método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina

**[0043]** Em um primeiro aspecto a invenção descreve um método simples e rápido de identificação precoce de genótipos com rendimentos de resina superiores à média de produção de uma população de árvores resinosas, envolvendo estudo cinético-volumétrico, com vistas ao estabelecimento de florestas com produção superior de resina em que:

- o método envolve a seleção de árvores de 5 a 15 anos;
- o estudo cinético volumétrico consiste na coleta e análise da massa ou volume de resina exsudada em um determinado período de tempo.

**[0044]** Em uma concretização do primeiro aspecto, o método envolve as etapas de:

a) selecionar grupos amostrais com árvores resinosas entre 5 e 15 anos de idade, em que o dito grupo deve ser representativo para o perfil da floresta avaliada (entre 5 e 30% dos indivíduos a depender do tamanho da população);

b) Realizar de 2 a 3 perfurações em posições alternadas no terço basal do caule das árvores (ex. na altura do peito) selecionadas na etapa (a), com 3 a 4 cm de profundidade, que seja igual para todos indivíduos, aproximadamente, sendo que as perfurações podem ser feitas com qualquer

instrumento perfurante ou dispositivos de perfuração.

c) Acoplar tubos vazados nas extremidades que encaixem nos furos realizados na etapa (b), de modo que cada tubo contenha em sua extremidade não conectada à árvore um recipiente pré-pesado para coleta de resina dos canais resiníferos;

d) Manter os tubos por um período que pode compreender de 3 a 24 horas, preferencialmente 4 h, mantendo o mesmo tempo para todos os indivíduos amostrados;

e) Remover o recipiente para coleta da resina após o final da etapa (d) para pesagem dos mesmos e cálculo do peso de resina por diferença entre o peso inicial e final do recipiente;

f) A resina pesada ao final da etapa (e) tem seu peso comparado a valores de referência, preferencialmente a média de produção de resina da população local obtida por amostragem ou valores médios referenciais, geralmente acima de 1,5g para superresinosas e abaixo de 0,7g para pouco resinosas.

**[0045]** Preferencialmente as árvores resinosas da etapa (a) terem uma idade de 9 anos.

**[0046]** Preferencialmente o número de perfurações na etapa (b) ser 3 furos, em posições alternadas.

**[0047]** Preferencialmente a etapa (b) poder envolver instrumentos de perfuração selecionados entre trado de incremento ou brocas, ou quaisquer outros dispositivos perfurantes;

**[0048]** Preferencialmente a etapa (d) consistir na manutenção dos tubos por um período de 4h para todos os indivíduos amostrados.

**[0049]** Em outra concretização do primeiro aspecto, o recipiente utilizado na etapa (c) pode ser um saco ou frasco plástico ou recipiente metálico para a coleta de resina.

**[0050]** Em outra concretização do primeiro aspecto, as árvores resinosas são selecionadas de um grupo consistindo de *Pinus elliottii*, *Pinus caribea*, *Pinus*

*merkussii*, *Pinus massoniana*, *Pinus yunnannensis*, bem como híbridos de espécies do gênero. Preferencialmente, a árvore resinosa é selecionada da espécie *Pinus elliottii*.

**[0051]** Ainda, o método descrito acima pode ser aplicado em uma única árvore ou em diversas árvores, como as que podem ser encontradas em florestas de coníferas;

**[0052]** Em outra concretização do primeiro aspecto, os furos são feitos sem a necessidade de utilização de estimulantes químicos.

**[0053]** Dessa forma, a metodologia descrita no primeiro aspecto da invenção permite identificar árvores relativamente jovens de *Pinus elliottii* e outras espécies resinosas, com alta produção de resina, sem a necessidade de utilização de estimulantes químicos e resinagem por vários meses. A identificação é obtida por meio da confecção de furos nos quais são colocados tubos contendo um saco plástico para a coleta de resina dos canais resiníferos e, após 4 horas, a pesagem da resina coletada para a triagem e seleção a fim de determinar árvores de alta produção e baixa produção de resina.

**[0054]** Atualmente, para identificação de genótipos com alta produção de resina é necessário remover 2,5-5,0 cm de altura da casca (quinzenalmente), com ou sem a utilização de estimulantes químicos. A resina extraída dos canais resiníferos é coletada em diversos tipos de recipientes (sacos plásticos, recipientes metálicos) e posteriormente pesada. São necessárias avaliações sazonais de pelo menos um ano de duração para o reconhecimento de árvores com alto potencial resinífero.

**[0055]** A presente invenção apresenta vantagens sobre os métodos existentes atualmente para estimar o perfil de produção de resina em árvores de *Pinus spp*, uma vez que esses necessitam de operações de resinagem ou análises químicas de laboratório, que são métodos trabalhosos e demorados que podem requerer alguns equipamentos específicos muitas vezes caros. Já na presente invenção, o tempo necessário para identificação de genótipos com alta produção de resina cai consideravelmente (de meses para poucas horas),

trazendo redução de custos operacionais com o processo de seleção de genótipos superiores para produção de resina.

Método para estabelecer florestas resinosas homogêneas e com genótipos superresinosos

**[0056]** As florestas de *Pinus* não previamente resinadas frequentemente passam pelo processo de desbaste (retirada de alguns indivíduos) e no momento do desbaste não é utilizado nenhum parâmetro que determine o fenótipo resinífero da árvore. O mesmo ocorre com florestas regeneradas (que têm custo de implantação mais baixo do que as semeadas), formadas a partir do banco de sementes de florestas que foram derrubadas para uso da madeira e manejadas para formar uma nova floresta (progressivamente desbastadas para dar um formato aproximado de linhas de árvores). A presente invenção, através do método cinético-volumétrico possibilitaria realizar uma seleção para obter apenas indivíduos com alto potencial resinífero antes do momento do desbaste das árvores, bem como identificação de matrizes de produção superior de resina para multiplicação clonal.

**[0057]** Dessa forma, em um segundo aspecto, a presente invenção refere-se a um método para estabelecer florestas resinosas compostas de genótipos superresinosos e homogêneas para resinagem, envolvendo o método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina, conforme definido no primeiro aspecto, e a remoção de árvores resinosas com um fenótipo de produção de resina abaixo dos valores de referência para superresinosa ou pouco resinosa em que:

- o dito valor de referência é a média de produção de resina da população de árvores resinosas de uma mesma floresta resinosa obtida ou,

- o dito valor de referência engloba os valores médios referenciais, sendo valor acima de 1,5g para superresinosa e abaixo de 0,7g para pouco resinosa por 4h de exsudação.

**[0058]** Entre as vantagens da presente invenção destaca-se que metodologia aqui abordada permite selecionar árvores jovens (9 anos de idade)



com alta produção de resina em menor tempo (4 horas versus vários meses), que é aplicável à espécie comercial plantada (*Pinus elliottii*), a qual tem uma relevância fundamental na economia do país. Além disso, possibilita às empresas reduzirem os custos operacionais dessa atividade e obterem um maior rendimento de resina por árvore. Um aproveitamento mais eficiente do potencial resinífero das florestas permite reduzir a área de ocupação e o impacto negativo causado por esta espécie de alto potencial invasor em regiões ecologicamente sensíveis;

**[0059]** Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

### **Reivindicações**

1. Método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina **caracterizado** por envolver um estudo cinético-volumétrico na população de árvores resinosas de uma floresta resinosa, para a identificação pelo menos uma árvore com uma produção de resina superior à média populacional da dita floresta;

- em que o método envolve a seleção de árvores de 5 a 15 anos,

- em que o estudo cinético volumétrico consiste na coleta e análise da massa ou volume de resina exsudada em um determinado período de tempo da ordem de algumas horas,

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por compreender as seguintes etapas:

a) selecionar grupos amostrais com árvores resinosas entre 5 a 15 anos de idade, em que o dito grupo deve ser representativo para do perfil da floresta avaliada (entre 5 e 30% dos indivíduos);

b) realizar de 2 a 3 perfurações levemente inclinadas para baixo, para a interceptação de canais resiníferos, em posição alternada, no terço basal do caule das árvores selecionadas na etapa (a), com 3 a 4 cm de profundidade, que seja igual para todos indivíduos, sendo que as perfurações podem ser feitas com qualquer instrumento de perfuração ou dispositivos perfurantes;

c) acoplar tubos que encaixem nos furos realizados na etapa (b), em que cada tubo contenha em sua extremidade não conectada à árvore um recipiente para coleta de resina dos canais resiníferos;

d) manter os tubos por um período de 3 a 24 horas, mantendo o mesmo tempo para todos os indivíduos amostrados;

e) remover o recipiente para coleta da resina após o final da etapa (d) para pesagem dos mesmos e cálculo do peso de resina por diferença entre o peso inicial e final do recipiente;

f) a resina pesada ao final da etapa (e) tem seu peso comparado a valores de referência em que:

- o dito valor de referência é a média de produção de resina da população de árvores resinosas de uma mesma floresta resinosa obtida ou,

- o dito valor de referência corresponde a valores médios referenciais, sendo valor acima de 1,5g para superresinosa e abaixo de 0,7g para pouco resinosa.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2, **caracterizado** pelas árvores resinosas da etapa (a) terem uma idade de 9 anos.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo número de perfurações na etapa (b) ser 3, em posições alternadas.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, caracterizado pelo fato da etapa (b) poder envolver instrumentos de perfuração selecionados entre trados de incremento, brocas ou quaisquer outros objetos perfurantes;

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado** pelo fato da etapa (d) consistir na manutenção dos tubos por um período de 4h para todos os indivíduos amostrados.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo recipiente utilizado na etapa (c) ser um saco plástico ou um metálico para a coleta de resina.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, **caracterizado** pelo fato que as árvores resinosas são selecionadas de um grupo consistindo de *Pinus elliottii*, *Pinus caribea*, *Pinus merkussii*, *Pinus massoniana*, *Pinus yunnannensis*, bem como híbridos de espécies do gênero.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 8, **caracterizado** pelo fato que as árvores resinosas sejam selecionadas da espécie *Pinus elliottii*.

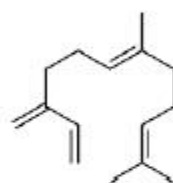
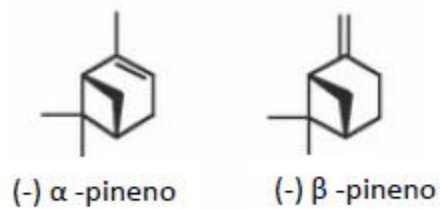
10. Método para estabelecer florestas resinosas compostas de genótipos superresinosos e homogêneas para resinagem **caracterizado** por

envolver o método de identificação precoce de genótipo com alta produção de resina, conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, e a remoção de árvores resinosas com um fenótipo de produção de resina abaixo dos valores de referência para superresinosa ou pouco resinosa em que:

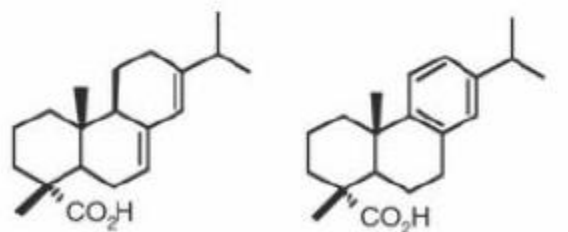
- o dito valor de referência é a média de produção de resina da população de árvores resinosas de uma mesma floresta resinosa obtida ou,

- o dito valor de referência corresponde a valores médios referenciais, sendo valor acima de 1,5g para superresinosa e abaixo de 0,7g para pouco resinosa por 4h de exsudação.

## FIGURAS



farneseno



ácido abiético

ácido desidroabiético

Figura 1

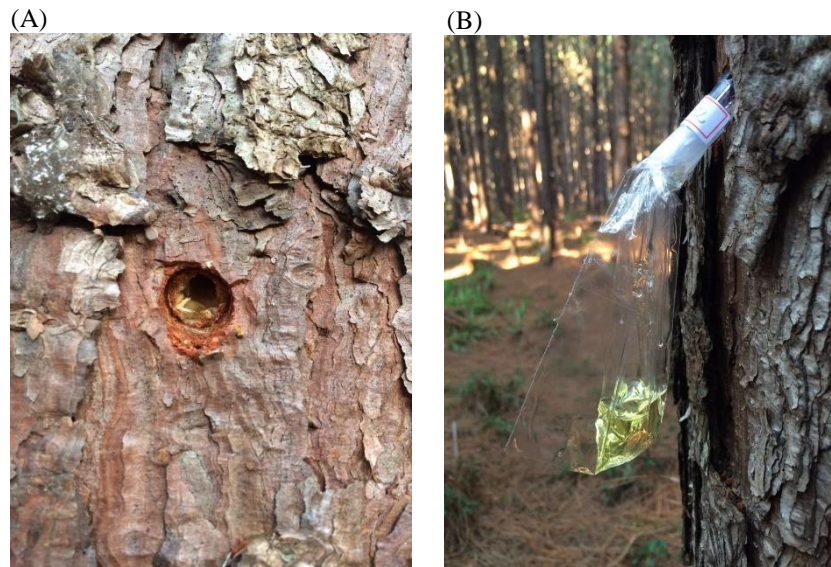


Figura 2

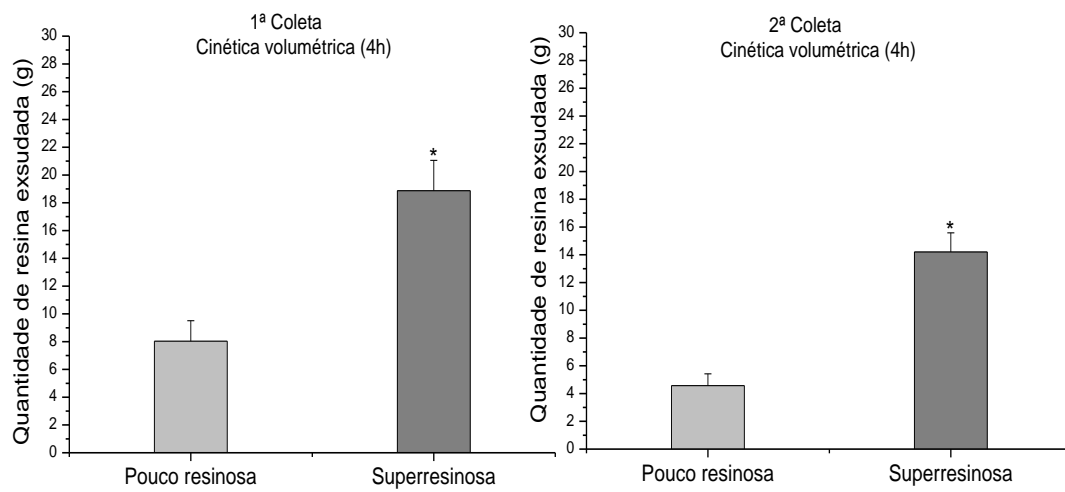


Figura 3

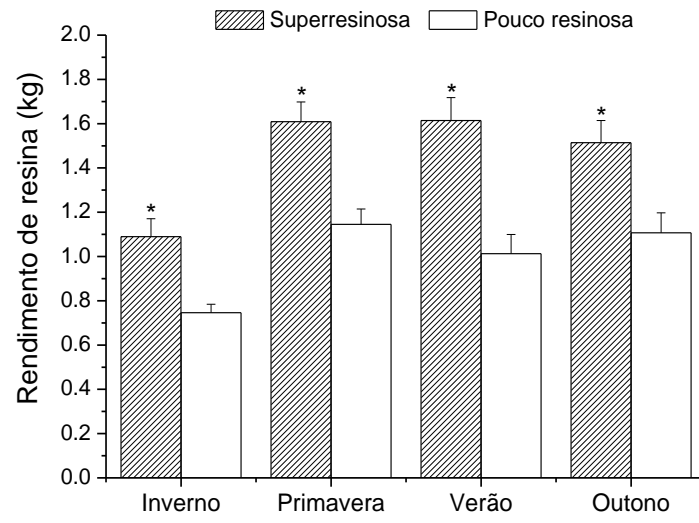


Figura 4

**Resumo****MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO PRECOCE DE GENÓTIPO COM ALTA  
PRODUÇÃO DE RESINA E MÉTODO PARA ESTABELEECER FLORESTAS  
RESINOSAS COMPOSTAS DE GENÓTIPOS SUPERRESINOSOS E  
HOMOGÊNEAS PARA RESINAGEM**

A presente invenção descreve método para identificação precoce de árvores elite (alta produção de resina) e posterior seleção e/ou multiplicação clonal para implantação de florestas comerciais, gerando florestas com um alto rendimento de produção de resina. Especificamente, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir da identificação de genótipos de alto rendimento de resina em um curto período, usando a análise cinética-volumétrica após danos por perfuração, com vista ao estabelecimento de floresta superresinosas. A presente invenção se situa no setor florestal e resinífero.