



Vue partielle du verger à graines clonal de Pinus caribaea. Station expérimentale forestière d'Artemisa, Havane, Cuba.

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE DE *PINUS CARIBAEA* MORELET VAR. *CARIBAEA* TYPIQUE A CUBA, AU MOYEN DE LA REPRODUCTION ASEXUÉE DE PHENOTYPES SUPÉRIEURS ⁽¹⁾

par A. BETANCOURT BARROSO,
*Ingénieur à l'Institut National de Desarrollo
y Aprovechamiento Forestales (I. N. D. A. F.), La Havane-Cuba*

(1) Traduit en français par I. LEÓN.

RESUMEN

MEJORA GENETICA DE PINUS CARIBAEA MORELET VAR. CARIBAEA TIPICA DE CUBA, POR MEDIO DE LA REPRODUCCION ASEXUADA DE FENOTIPOS SUPERIORES

La mejora genética del *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, espontáneo en Cuba, ha sido emprendida por el Instituto Forestal de este país. El autor describe la selección de los árboles, así como la reproducción por injerto, que se efectúa con miras a la obtención de huertos de semillas clonales, la polinización dirigida o controlada, con objeto de obtener semillas de origen, así como también con miras a distintos estudios genéticos.

SUMMARY

THE GENETIC IMPROVEMENT OF TYPICAL CUBAN PINUS CARIBAEA MORELET VAR. CARIBAEA BY MEANS OF THE ASEXUAL REPRODUCTION OF SUPERIOR PHENOTYPES

The genetic improvement of *Pinus caribaea* var. *Caribaea*, which is self-sown in Cuba, has been undertaken by the Forestry Institute of that country. The author describes the selection of trees, the reproduction by grafting which is performed in order to obtain orchards with clonal seeds, and directed or controlled pollination with a view to obtaining seeds of authentic origin or for various genetic studies.

Le *Pinus caribaea* Morelet, connu sous les noms vernaculaires de Pin mâle, Pin jaune, Pin caraïbe et Pin des Antilles est l'une des espèces de pins tropicaux de basse altitude qui produisent de très forts volumes de bois. A Cuba, aux Bahamas et en Amérique Centrale, où les trois variétés de l'espèce *caribaea* ont leur habitat, ainsi qu'au Brésil, à l'île de la Trinité, en Jamaïque, en Afrique du Sud, aux îles Fidji, en Nouvelle-Zélande et dans d'autres pays où il a été introduit le *Pinus caribaea* s'est développé dans d'excellentes conditions. A Cuba, des plantations de deux ans ont atteint des hauteurs de 3,20 m et des diamètres de 6,15 cm, celles de neuf ans — ont de 15 à 18 m de hauteur et de 18 à 20 cm de diamètre.

L'espèce se divise en trois variétés : var. *caribaea* typique qui se trouve dans la partie occidentale de Cuba et dans l'île des Pins ; var. *bahamensis*, dont l'habitat est situé dans les îles Grande Abaco, Grande Bahama, Caïcos, Andros et Nueva Providencia, de l'Archipel des Bahamas ; var. *hondurensis*, du

Honduras, Guatemala, Nicaragua, Honduras Britannique et de l'île Guanaja (BARRET et GOL-FARI, 1962 ; LAMB, 1967).

Le *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* typique se trouve à l'ouest de l'île de Cuba dans une région située entre les parallèles 22° 2' et 22° 52' de latitude nord et les méridiens 82° 55' et 84° 20' de longitude ouest. Dans l'île des Pins elle a son habitat entre les parallèles 21° 40' et 21° 57' de latitude nord et les méridiens 82° 43' et 83° 4' de longitude ouest. Il est probable que cette espèce existait auparavant dans quelques endroits des provinces de La Havane et de Las Villas, au centre de Cuba.

Son aire spontanée est comprise entre 10 et 460 m d'altitude. Cultivée, elle se développe bien à 750 m d'altitude au centre de Cuba et même jusqu'à 900 m dans la région orientale de l'île. On ne l'a pas plantée à de plus fortes altitudes. Dans l'aire d'origine la pluie varie de 1.062 mm à l'île des Pins à 1.523 mm à l'ouest de Cuba ; la température moyenne est 25,3 °C.

SÉLECTION DES ARBRES-PLUS DE LA VAR. CARIBAEA TYPIQUE

Les arbres-plus de peuplements naturels de l'ouest de Cuba.

Dans les peuplements naturels de Cajalbana, qui sont les plus étendus et aussi les plus importants

de la variété *caribaea* typique, on a sélectionné 44 arbres-plus et dans d'autres endroits de la région occidentale 3 autres arbres : soit en tout 47 arbres-plus.

Les arbres-plus choisis dans des plantations.

Dans les plantations de 14 à 18 ans existant à Topes de Collantes, Province de Las Villas, région centrale de Cuba, on a marqué 46 arbres-plus sélectionnés par A. F. LAMB du Centre de Recherches Forestières du Commonwealth Britannique d'Oxford, Angleterre, en collaboration avec les sylviculteurs cubains.

Les principales caractéristiques des arbres choisis.

Dans la sélection des phénotypes supérieurs de ce pin on a considéré les caractéristiques suivantes : vigueur, rectitude et forme cylindrique du tronc, cime conique avec un feuillage dense, branches droites, courtes et fines, angle d'insertion des branches de 75 à 90°, bon élagage naturel. La rectitude du fil n'a pas encore été déterminée mais on a envoyé des échantillons de bois à Oxford en vue de leur analyse complète.

REPRODUCTION VÉGÉTATIVE DES PHÉNOTYPES SUPÉRIEURS

Sélection des porte-greffes.

Pour les porte-greffes on a choisi 2.000 plants de *P. caribaea* var. typique les plus uniformes possible, obtenus de graines issues des peuplements naturels de Cajalbana. Les semis ont été obtenus dans des sachets de polyéthylène noir de 20 cm de hauteur et 8 cm de diamètre, repiqués avec leur motte à la taille de 18 cm dans des sachets plus grands de 40 cm de hauteur et 23 cm de diamètre. Ils ont été arrosés chaque jour, entretenus et ont reçu de l'engrais.

Récolte, emballage et transport des greffons.

Les greffons ont été coupés sur les branches de 36 arbres-plus, choisis dans le massif naturel de Cajalbana. On a préféré ceux des branches supérieures des arbres, bien que parfois on ait eu besoin d'en couper sur des branches latérales. Les greffons de chaque arbre ont été réunis en bottes et emballés convenablement. On a placé sur chaque botte une étiquette avec le numéro de l'arbre-plus et on les a transportées au lieu du greffage le plus rapidement possible.

Caractéristiques des greffes pour le greffage.

On a constaté que les bourgeons les meilleurs en vue du greffage étaient ceux dont les aiguilles atteignaient environ le tiers de la longueur de l'état adulte et dont la couleur prenait des nuances comprises entre le vert clair et le vert foncé. Quand les bourgeons deviennent vert foncé ils ont atteint leur développement complet et commencent à former un nouveau bourgeon.

Types de greffes utilisés.

On a employé deux types de greffes : la greffe latérale de bourgeon et la greffe en fente sur la tige principale. Dans ces deux types de greffe, le greffon

avait environ le même diamètre que le porte-greffes, afin que la zone du cambium ou zone génératrice du greffon et celle du porte-greffes coïncident et se soudent bien.

Les greffes latérales ont été réalisées sur des porte-greffes de 1-1,5 cm de diamètre ; celles en fente sur tige principale avaient un diamètre un peu plus faible. Pour ce dernier type de greffe les greffons ont été préparés en forme de coin à deux biseaux afin qu'ils demeurent parfaitement situés dans la fente centrale du porte-greffe décapité.

Période optimale pour le greffage.

Des expériences de greffage sur des porte-greffes plantés préalablement dans des parcelles, ont été réalisées mais cela n'a pas donné de bons résultats. Dans les pépinières des expériences de greffage ont été faites en été, de juin jusqu'à octobre, et les résultats ont été mauvais. Le plus fort pourcentage de reprise a été obtenu en greffant pendant la période du 15 novembre au 1^{er} mars. A cette époque on a obtenu un succès de 60 % des greffes latérales. L'utilisation d'ombrière pour protéger les greffes du soleil n'a pas donné de résultats satisfaisants à Artemisa ; cependant il fut nécessaire de les protéger de l'action du vent au moyen des rideaux de protection situés autour de la pépinière. Au début du greffage définitif, le 15 novembre 1966, à Artemisa, l'âge des porte-greffes était de 10 mois.

A Topes de Collantes, province de Las Villas, on a préparé les greffes pour le verger clonal de Motembo et dans la Station Expérimentale Forestière de Viñales, province de Pinar del Río, pour le verger clonal de Guane. Dans les deux cas on a employé le type de greffe en fente sur tige principale et on a obtenu jusqu'à 85 % de reprise. Ces greffes ont été placées dans de petits sachets de polyéthylène blanc. On a obtenu un succès remarquable avec cette méthode pendant la période de novembre à mars ; puis, quand les conditions cli-

matiques ont changé, les sachets de polyéthylène n'ont plus donné de bons résultats pour ces types de greffages en fente sur tige principale. On a utilisé aussi dans ces deux endroits le greffage latéral.

Soins culturaux aux sujets greffés en pépinière.

Les greffes en pépinières ont été l'objet de soins particuliers. En temps opportun on a desserré les liens de polyéthylène qu'on avait utilisés pour ajuster les greffons, jusqu'à ce qu'on les enlève complètement dès la soudure des greffes. On a fait un élagage progressif de la partie supérieure des

porte-greffes jusqu'à ce que les greffons aient développé un feuillage suffisant pour maintenir l'équilibre physiologique de la plante. Les sujets greffés ont été arrosés tous les jours, ont reçu de l'engrais et ont été traités aux pesticides à titre de mesure préventive contre les maladies ou les attaques d'insectes. Les différents clones étaient séparés en groupes identifiés convenablement. Le nombre de greffes obtenu de chaque arbre-plus, pour le verger à graines clonal d'Artemisa, fut de 50 à 55. De chaque clone on a réalisé 33 greffes et on a conservé dans la pépinière un nombre suffisant de sujets pour remplir les vides dans le verger clonal.

VERGER A GRAINES CLONAL D'ARTEMISA

Choix de l'emplacement.

On a choisi pour situer ce verger clonal — le premier qui ait été établi à Cuba — le Jardin Expérimental Forestier d'Artemisa, situé dans la province de La Havane, à côté de la route qui conduit de la ville de La Havane à celle de Pinar del Río. C'est un endroit isolé des peuplements forestiers. Les sols sont fertiles, profonds, à drainage excellent, plats et sans affleurements rocheux. Ils appartiennent à la famille « Matanzas » de la classification morphologique de BENNET et ALLISON, 1928. On peut y réaliser les différents labours de sylviculture intensive qu'exigent ces cultures soignées.

Préparation du sol.

On a labouré et recroisé le terrain jusqu'à une profondeur de 20 à 22 cm bien avant l'époque du semis. Après avoir effectué les deux labours, on a donné deux passages de cover-crops pour bien ameublir le sol. Une fois réalisé le piquetage du terrain à 6 x 5 m, on a creusé les trous de plantation de 50 ou 55 cm de profondeur avec un diamètre de 35 cm environ.

Dispositif adopté.

WRIGHT (1964) conseille pour les pins comme pour d'autres espèces d'éviter absolument la consanguinité, puisqu'elle se traduit par une diminution de la vigueur. Afin d'éviter la consanguinité et pour faciliter la pollinisation croisée parmi les

différents clones, on a placé les plants greffés selon le schéma de ZAVADILL en plantant 36 clones avec 33 répétitions : soit 1.188 sujets greffés. L'espace initial étant de 6 x 5 m, l'aire d'incidence était de 30 m² pour la première étape. Il faut se rendre compte qu'on ne conseille pas de distances initiales de plantation trop grandes car, durant les premières années, la production de pollen est faible et dispersée, et, par suite, la production de graines viables est très faible. En plus, dans une étape postérieure, les clones qui se montreront génétiquement inférieurs dans les croisements de vérification et au cours des essais de descendance seront retirés du verger laissant ainsi plus d'espace vital pour les arbres qui resteront (voir MATTHEWS, 1963). La plantation a été réalisée au mois d'octobre 1967, et, les vides qui se sont produits ont été garnis en décembre 1967 et janvier 1968.

Travaux d'entretien.

On a maintenu la propreté du sol, par désherbage au tracteur. Il a fallu aussi tuteur certains arbres pendant leur premier âge. Pendant la période de l'hiver de 1967-1968 on a irrigué, lorsque ce fut nécessaire. On a fertilisé avec un engrais chimique de formule NPK 15-20-10, à raison de 150 g par arbre en 1968, et 200 g en 1969.

Il y a eu des attaques de « fourmis-manioc » (*Atta insularis*) qui ont été combattues avec des applications d'insecticides. Aucun autre dommage d'insecte, de grêle ou de maladie n'est à signaler.

VERGER A GRAINES CLONAL DE MOTEMBO

Choix de l'emplacement.

On a choisi la région de Motembo, Municipalité de Corralillo, Province de Las Villas, au centre de

l'île de Cuba, pour installer ce verger à graines. C'est un endroit de topographie légèrement ondulée, à 50 m d'altitude et isolé de l'influence des nuages de pollen venant de l'extérieur. Les sols sont



latéritiques, friables, de couleur rouge foncé, et pauvres en éléments nutritifs; ils proviennent des roches volcaniques du type serpentine.

Préparation du sol.

On a labouré le terrain par bandes de 3 m de largeur, et après, on a passé la herse. Enfin on a ouvert les trous de plantation à 6 × 6 m, avec 50 cm de profondeur et 40 cm de diamètre.

Dispositif adopté.

On a utilisé le dispositif de ZAVADILL, afin que

se produise la pollinisation croisée parmi les différents clones. On a planté, selon ce dispositif, 36 clones avec 30 répétitions : au total 1.080 greffes. L'espacement initial fut de 6 × 6 m et l'aire d'incidence 36 m². La plantation a été effectuée pendant la saison des pluies de l'année 1969. On a employé pour le greffage des greffons de 36 phénotypes supérieurs, choisis par l'Expert A. F. LAMB dans les plantations de Topes de Collantes, Province de Las Villas. On a utilisé des greffes latérales et en fente sur la tige principale. Les arbres greffés avaient 1 an et 2 mois et un bon état de développement.

VERGER A GRAINES CLONAL DE GUANE

Choix du site.

Pour établir ce verger à graines on a choisi la région de Santa Barbara, Guane, Pinar del Río. L'endroit est de relief plat, et se trouve à 5 km de la côte sud de l'île. L'altitude est comprise entre 5 et 10 m. Les sols sont sableux, fins, quartzeux, acides, peu fertiles et bien drainés. Ils appartiennent à la famille Norfolk de la classification morphologique de BENNETT et ALLYSON, 1928. On envisage de mettre de l'engrais et d'irriguer le terrain en utilisant l'eau contenue dans un barrage voisin.

Surface du verger.

C'est sur les conseils d'A. F. LAMB, en 1968, qu'on a envisagé d'établir une station d'amélioration forestière de pins dans l'ouest de l'île.

Entre autres conditions, on a insisté sur la nécessité de disposer d'une superficie de 300 à 400 ha afin de planter d'importants vergers à graines de *Pinus caribaea*, *P. cubensis* et d'autres espèces, et en même temps de développer les essais de descendance.

Superficie plantée jusqu'à présent.

En août 1970, on a commencé la plantation de clones de *P. caribaea*; 1.452 greffes ont été mises en place à un espacement de 7 × 7 m. On a utilisé un matériel clonal de phénotypes supérieurs de la région de Cajalbana. Ce verger à graines est en cours de réalisation sous la direction d'experts de la FAO (1) et on projette de l'agrandir durant les prochaines années.

IMPORTANCE ET OBJECTIF DES VERGERS A GRAINES

Importance des vergers clonaux.

Les forestiers généticiens de Suède et d'autres pays d'Europe considèrent les vergers clonaux comme extrêmement importants pour l'amélioration génétique forestière. En 1964 il y avait déjà 432 ha de vergers à graines de Pins, de Sapins et d'autres espèces feuillues en Suède (WRIGHT, 1964).

À Cuba, selon la ligne suivie par les forestiers généticiens suédois et d'autres pays européens, nous avons établi des vergers à graines clonaux de *Pinus caribaea* et *Pinus cubensis* et nous en préparons pour d'autres espèces.

De même, nous avons entrepris en 1969 et en 1970 les essais de descendance sur le *Pinus caribaea*. Les sujets plantés ont été obtenus de phénotypes

supérieurs de provenance monoparentale connue et on en a planté 12.700.

Les objectifs du verger à graines clonal d'Artemisa.

Quand on a planté en 1967 le verger à graines clonal de *P. caribaea* à Artemisa, on poursuivait les objectifs suivants :

a) Produire dans un laps de temps relativement court des semences de qualité génétique améliorée, au moyen de la pollinisation croisée entre les 36 clones qui forment le verger.

b) Créer un banc de clones, où l'on produirait

(1) Projet Forestier du Fonds Spécial des Nations Unies Cuba 3.



le matériel clonal pour les grands vergers qui étaient projetés.

c) Effectuer la pollinisation dirigée ou contrôlée pour obtenir des semences d'origine biparentale connue afin de les utiliser dans diverses études génétiques.

d) Mener à bien les hybridations entre les diffé-

rentes variétés de *Pinus caribaea* Morelet, utilisant le *P. caribaea* var. typique comme géniteur femelle et le *P. caribaea* var. *bahamensis* ou *P. caribaea* var. *hondurensis* comme géniteurs mâles. Il sera possible d'effectuer des hybridations d'espèces entre *P. caribaea* et quelqu'autre qui ait avec cette espèce une affinité génétique.

POLLINISATION DIRIGÉE OU CONTROLÉE

Epoque à laquelle se produit la floraison.

On a observé que la déhiscence des fleurs mâles se produit plus abondamment pendant la période comprise entre le 15 janvier et le 15 février. Selon les observations faites au cours des dernières années, l'époque de plus grande éclosion des fleurs femelles, et partant la plus adéquate pour la pollinisation, se situe entre le 5 et le 25 février, même quand les fleurs apparaissent avant et après ces dates. Dans le verger d'Artemisa, on a constaté que durant les deux premières années après la plantation des sujets greffés (années 1968-69), 50 % des clones environ avaient produit des fleurs femelles. A la troisième année (1970), les premières fleurs mâles sont apparues, précédant les fleurs femelles de quelque 15 jours. Quelques clones n'ont encore produit ni fleurs femelles ni fleurs mâles.

Réceptivité des fleurs femelles.

On a observé que les fleurs femelles de *P. caribaea* sont généralement réceptives deux ou trois jours après leur éclosion, et que la période de réceptivité ne dure que trois ou quatre jours au plus. Cette réceptivité finit quand les écailles éclosent. Quand les fleurs sont réceptives, les bractées ont à peu près la même longueur, et on distingue bien les espaces entre les écailles. Quand les écailles grossissent et se referment, la réceptivité cesse.

Récolte, traitement et conservation du pollen.

Pour les travaux de pollinisation effectués dans le verger à graines clonal d'Artemisa, en février 1970,

on a recueilli dans la région géographique de Cajalbana des fleurs mâles de quatre arbres-plus, deux ou trois jours avant que ne se produise la déhiscence.

A l'ouverture des fleurs, on a obtenu le pollen que l'on a bien séché et emballé dans des flacons en verre bouchés au coton. Par la suite, on les a mis à refroidir à 3 ou 4 °C, pendant 15 jours, jusqu'à ce que les fleurs femelles soient en conditions de réceptivité.

Mise en sachets des fleurs femelles.

Dix ou douze jours avant la date de réceptivité des fleurs femelles, on les met dans des sachets de papier fort que l'on fixe avec de la ficelle en mettant un morceau de coton autour de la branche. La plus grande partie des bourgeons floraux est située dans les branches supérieures des petits arbres.

Pollinisation et marquage.

Pour réaliser la pollinisation on a employé des aiguilles hypodermiques, en effectuant le travail à des heures où il n'y avait pas de vent. En général, on a effectué deux pollinisations à deux jours d'intervalle, dans chaque sachet. Une fois que les fleurs furent pollinisées les sachets ont été étiquetés en indiquant les numéros des géniteurs mâles et femelles et la date de la pollinisation. Quelques cônes sont en train de se développer normalement et on espère en obtenir des semences d'origine biparentale connue pour les essais de descendance et d'autres études génétiques.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, ENARD. — « Rodales y Vergeles para Semillas en la Mejora de Coníferas » (1963).
BARRET W. y GOLFARI L. — « Descripción de dos Nuevas Variedades de Pino del Caribe » (1962).
BENNETT AND ALLYSON. — « The Soils of Cuba » (1928).
BETANGOURT A. — « Algunos Estudios y Experiencias Realizadas con *Pinus caribaea* Morelet en Cuba » (1966).
CAPPELLI M. — « Criterios Fenotípicos de Choix des Plants de Pin Pignon » (1963).
LAMB A. F. — « Selección de Pinos para Regiones Tropicales de Tierras Bajas » (1967).

- LAMB A. F. — « Algunos Aspectos sobre la Silvicultura y el Mejoramiento Forestal en Cuba » (1968).
MATTHEWS, JOHN. — « Producción y Certificación de Semillas » (1963).
SAMEK, V. — « Sobre la Fundación de los Parques de Clones de los Pinos en Cuba » (1965).
SAMEK, V. — « Elementos de Silvicultura de los Pinares » (1967).
WRIGHT, J. W. — « Mejoramiento Genético de los Arboles Forestales » (1964).
Boletín de Meteorología y Climatología del Instituto de Meteorología de Cuba (1965).