

HAITI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT

SOUTH-EAST CONSORTIUM FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

AND

AUBURN UNIVERSITY

Septembre 1996

**Essais de provenances de *Cordia alliodora* en Haïti:
Résultats après 5 ans de croissance**

par

Carmel André Béliard, Louis Verret, Joël Timyan et Yvon Elie

SECID/AUBURN PLUS Report No.33

USAID/HAITI ECONOMIC GROWTH OFFICE

Ce travail a été réalisé sous le Contract No. 521-0217-C-00-5031-00 avec l'USAID. Les opinions exprimées ici sont celles des auteurs et n'engagent pas l'Agence des Etats-Unis d'Amérique pour le Développement International.

This document was produced under USAID Contract No. 521-0217-C-00-5031-00. The expressed opinions of the authors are not necessarily those of USAID.

REMERCIEMENTS

Le SECID/Auburn tient à remercier vivement les organisations et personnalités qui ont contribué et ont coopéré dans la réalisation de cette étude. D'une manière très spéciale, ces remerciements s'adressent à IRG qui a assuré l'installation des essais; OFI et CATIE qui furent les entités qui ont collaboré dans l'obtention des semences pour l'exécution de cette étude; USAID qui a assuré le financement de cette étude dans le cadre des projets AOP, AFII et PLUS; ODH qui a permis la production des plantules; toutes les personnes et institutions qui ont gentiment offert leurs terrains pour l'établissement des essais, comme Mme Albert Alexis (Bérault), Gaspard Brice (Pénel), Operation Double Harvest (ODH, Cx des Bouquets); Dr. Frank Brockman, pour ses suggestions, sa collaboration personnelle et dans l'interprétation des résultats et la présentation du texte final; et au staff administratif du SECID, pour son intérêt, sa collaboration et son appui dans le développement du présent travail.

1-270-882

SIGLES DES INSTITUTIONS

AU	Auburn University
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
COHDEFOR	Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
IRG	International Resources Group, Ltd.
ODH	Operation Double Harvest
OFI	Oxford Forestry Institute
PADF	Pan American Development Foundation
PLUS	Productive Land Use System
SECID	South East Consortium for International Development
USAID	United States Agency for International Development

RESUME (Français)

Le "bwa soumis" ou "chenn kapawo" (*Cordia alliodora*), espèce très utilisée en Amérique centrale comme arbre d'abri pour le caféier, est originaire de l'Amérique Tropicale. On le rencontre aussi en Haïti dans quelques régions du Sud-Ouest allant de Port-Salut à Tiburon et dans certaines zones s'étendant vers l'Ouest de la Chaîne de la Selle. L'objectif de ce travail a été d'évaluer le comportement de cinq (5) provenances de *Cordia alliodora*, sélectionnées de l'Amérique Centrale, dans les conditions agro-écologiques de certains sites d'Haïti contribuant ainsi à élargir la base génétique de cette espèce en Haïti et de mettre à la disposition des paysans des géotypes supérieurs de *C. alliodora*.

Les paramètres (taux de survie, hauteur totale, et diamètre à 1,30m du sol) ont été mesurés et évalués à 12, 24, 36 et 60 mois de leur établissement, effectué en 1989, dans les sites de Bérault, Pémel et Roche Blanche. Le volume commercial a été évalué à 60 mois.

Les taux de survie ont été différents pour les diverses provenances à travers les sites, pourtant l'effet de provenance est faible. La plus forte moyenne a été obtenue à Roche Blanche (77,2%). Le plus haut taux de survie pour toutes les provenances, 92,3%, est accusé par 7488 de Cofradia, Honduras à Bérault. Les données de survie présentées dans ce rapport, indiquent que, bien que des différences aient pu être détectées au niveau d'un site, il n'en existe pas entre les provenances en comparant les sites entre eux. Les provenances qui ont accusé les plus hauts taux de survie sont 4140 and 7488, respectivement de Costa Rica et du Honduras.

Des différences significatives ont été constatées en hauteur et en diamètre entre les provenances à Bérault et Roche Blanche. Les provenances les plus performantes ont maintenu leur supériorité durant toute la période d'évaluation et dans tous les sites. Les provenances les plus vigoureuses, en termes de croissance en hauteur et en diamètre, ont été la 7488 de Cofradia, Honduras, et la 4140 de Upala, Costa Rica. La meilleure croissance de toutes les provenances a été obtenue à Bérault où la hauteur maximum était de 10,8 m pour la provenance 4140. Des accroissements moyens annuels de 2 m en hauteur et 2 cm en diamètre ont été atteints, un excellent taux de croissance pour une espèce de bois précieux. Les résultats de ce rapport révèlent l'adaptabilité de ces provenances à des conditions climatiques et édaphiques de sites de basse altitude en Haïti. Il est nécessaire de tester une plus large gamme de conditions de site, particulièrement les principales zones montagneuses de production caféière d'Haïti. Bien que les autres provenances n'aient pas manifesté des taux de croissance maxima, les progénitures des meilleurs individus de ces provenances doivent être testées à des altitudes plus élevées pour observer leur adaptabilité.

Des différences en volume marchand ont été observées parmi les provenances. Celles qui ont grandi plus rapidement sont aussi celles qui ont accusé une meilleure performance en termes de volume commercial. La provenance de Honduras, 7488, a donné 15-30% plus de production en volume que la moyenne des sites et 50 - 135 % plus que les provenances les moins productives. Les plus grandes différences de production en volume ont été relevées au site le plus fertile, Bérault. Les résultats montrent que des gains significatifs en volume de bois commercial,

peuvent être atteints par la sélection de provenances améliorées. Les recommandations suivantes sont basées sur les résultats de cette étude:

- 1) Eliminer les provenances et individus inférieurs dans les essais afin d'améliorer les essais et les transformer en une meilleure source locale de semences de *C. alliodora*;
- 2) Poursuivre l'introduction des provenances prometteuses afin d'élargir la base génétique, particulièrement dans les zones où l'espèce est peu distribuée, en ajoutant des provenances prometteuses de l'Amérique Centrale aux sélections faites en Haïti;
- 3) Vulgariser et intégrer les provenances sélectionnées révélées performantes, notamment 4140 and 7488, dans des programmes de reboisement du projet PLUS, particulièrement dans les aires où existent les écosystèmes agroforestiers (café, cacao, igname, banane, haricot, etc..) où l'espèce peut servir comme arbres d'abri et comme arbres tuteurs en Haïti.
- 4) Le Projet PLUS doit donner priorité dans l'extension de germoplasme des espèces de haute qualité, tel que *C. alliodora*, aux planteurs qui gèrent de telles espèces comme une source importante de revenus.
- 5) Si la semence des génotypes améliorée est limitée, les plantules doivent être produites en pépinière avant leur distribution;
- 6) Etablir des plantations pilotes en utilisant les provenances sélectionnées afin de poursuivre l'investigation sur des pratiques sylviculturales et évaluer l'espèce sous des conditions normales de plantation et sous les contraintes économiques des fermiers haïtiens. Donner la priorité aux régions où l'espèce n'est pas répandue;
- 7) Poursuivre, pour une plus longue période, les observations dans les essais de provenances (modifiés comme indiqué ci-dessus) afin d'obtenir le plus d'informations possibles, notamment la résistance aux ouragans, pestes et maladies, la production en volume commercial de bois, la phénologie et les caractéristiques physico-chimiques du bois (densité, dureté, réaction du bois au travail et au poli). A cause de la rareté d'informations sur cette espèce en Haïti, il est recommandé d'obtenir le maximum d'informations possibles.

SUMMARY (English)

Cordia alliodora, known in Haiti as *bwa soumi* or *chenn kapawo*, is a widely used species in Central America as a shade tree for coffee. The tree is native to Tropical America, including the Greater Antilles. It is found in Haiti as an occasional species, notably in the southern peninsula, becoming more abundant toward the southwest from Port-Salut to Tiburon. The objective of this work was to evaluate the performance of five (5) Central American provenances of *Cordia alliodora* in the southern region of Haiti, broaden the genetic base of the species used in Haitian agroforestry systems, and make available an improved genotype to Haitian planters.

Tree parameters (survival rate, total height and stem diameters) were measured and analyzed at 12, 24, 36 and 60 months from trial establishment in 1989 at 3 sites, Bérault, Pémel and Roche Blanche. Merchantable volume was estimated and analyzed after 60 months.

Differences in survival rates were observed among provenances across sites, though the provenance effect is weak. The site with the highest survival was Roche Blanche at 77.2%. The highest survival of any provenance and site was 92.3% for 7488 from Cofradia, Honduras at Bérault. The survival figures presented in this report indicate that though differences may be detected on any one site, overall survival is not different among provenances when considered across sites. The best survivors were 4140 and 7488 from Costa Rica and Honduras, respectively.

Significant differences in height and diameter growth among provenances were recorded at Bérault and Roche Blanche. The best performing provenances maintained their superiority throughout the measurement period on all sites. The most vigorous provenances, in terms of height and diameter growth, were 7488 from Cofradia, Honduras and 4140 from Upala, Costa Rica. The best growth of all provenances was obtained at the Bérault site. Maximum height was 10.5 m for 7488 from Honduras and the largest diameter was 10.8 cm for 4140 from Costa Rica. Mean annual increments of 2 m in height and 2 cm in diameter were achieved, an excellent growth rate for a wood species of high quality. The results in this report reveal the adaptability of these provenances to the climatic and edaphic conditions of low elevation sites in Haiti. Additional testing is needed on a wider range of sites, particularly in the major coffee producing zones of Haiti's mountains. Though the other provenances did not exhibit maximum growth rates, the progeny of the best individuals of these provenances should be tested at higher elevations to observe their adaptability.

Differences in merchantable volume were observed among provenances. The fastest growing provenances were also those that performed the best in terms of merchantable volume. The Honduran provenance, 7488, achieved 15-30% greater volume production over the site means and 15 - 135 % over the least productive provenances. Greatest differences in volume production were exhibited at the most fertile site, Bérault. The results show that significant gains in merchantable wood volume can be achieved by improved provenance selection.

The following recommendations are based on the results of this study:

- 1) Rogue (i.e., eliminate) the inferior provenances and individuals from the provenance trials to improve the trials as an in-country source of *C. alliodora* seed.
- 2) Continue to introduce and broaden the seed production base by incorporating promising provenances from Central American tree improvement programs with selections made in Haiti.

- 3) Provide seed of selected provenances, notably 4140 of Costa Rica and 7488 of Honduras, to farmers, especially those practicing agroforestry systems in which the trees can serve as shade or support (coffee, cocoa, yam, plantain, beans, etc.).
- 4) The distribution of high-quality species, such as *C. alliodora*, should target those farmers who manage such species as an important source of income.
- 5) If seed of such superior genotypes is limited, quality hardened-off seedlings should be raised in well-managed nurseries prior to distribution.
- 6) Pilot plantations, up to 1.0 ha, should be established with the superior provenances to test optimum silvicultural practices and to evaluate the species under Haitian growing conditions and economic constraints. Prioritize regions of Haiti where the species is not common.
- 7) Continue, for a longer period, the measurements and evaluation of the current provenance trials, modified as indicated above, to obtain more information, notably phenology, resistance to hurricanes, pests and disease, merchantable wood volume yields, and wood quality. Considering the poor knowledge of the species in Haiti, as much technical information as possible should be obtained for dissemination.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
SIGLES DES INSTITUTIONS	ii
RESUME	iii
SUMMARY	v
TABLE DES MATIERES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
INTRODUCTION	1
MATERIELS	2
Généralités	2
Caractéristiques de l'Aire de l'Etude	2
Localisation	2
Ecologie	3
Matériel expérimental utilisé	4
Acquisition de Semences	4
Production de Matériel Expérimental	5
Dispositif Expérimental Utilisé	5
Plantation	5
Mensurations et Observations	6
Analyse de l'Information	6
RESULTATS ET DISCUSSIONS	7
Survie	7
Croissance en Hauteur et Diamètre	10
Comportement à l'Age de 12 Mois	10
Comportement à l'Age de 24 Mois	10
Comportement à l'Age de 36 Mois	11

Comportement à l'Age de 60 Mois	11
Croissance en Volume Commercial	14
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	15
BIBLIOGRAPHIE	17
Annexe 1. CACTERISTIQUES DE L'ESPECE	19
Description	19
Distribution et Ecologie	19
Propagation	19
Par semences	19
Par pseudo-boutures	19
Par greffage	20
Sylviculture	20
Croissance et production	20
Facteurs limitants	20
Utilisation	21
Annexe 2. Moyennes de survie de diverses provenances de <i>Cordia alliodora</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti	22
Annexe 3. Moyennes de hauteur totale de diverses provenances de <i>Cordia alliodora</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti	23
Annexe 4. Moyennes de diamètre à l'hauteur de 1,30 m (DPH) et de diamètre à 0,10 m (D_{0,1}) de diverses provenances de <i>Cordia alliodora</i> après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti	24

LISTE DES TABLEAUX

1. Caractéristiques écologiques des sites des essais de provenances de <i>Cordia alliodora</i> inclus dans cette étude	4
2. Origine et Caractéristiques climatiques de différentes provenances de <i>C. alliodora</i> utilisées dans cette étude	5
3. Résumé des caractéristiques du dispositif expérimental utilisé dans chaque essai par site	5
4. Comparaison des taux de survie entre les provenances de <i>C. alliodora</i> évaluées sur quatre sites en Haiti après 5 ans	8
5. Comparaison de hauteur totale, en mètres, entre provenances de <i>C. alliodora</i> évaluée sur quatre sites en Haiti à 5 ans	12
6. Estimation de volume commercial ($\times 10^{-2}$ m ³ /arbre) de diverses provenances de <i>Cordia alliodora</i> après 60 mois de croissance dans 3 sites d'Haiti	14

LISTE DES FIGURES

1. Localisation sur la carte d'Haiti des sites d'essai de provenances de <i>Cordia alliodora</i> établis par IRG (1988-1989) et SECID/Auburn (1990-1994)	3
2a. Comparaison des taux de survie entre provenances de <i>C. alliodora</i> à Bérault et à Pémel ...	9
2b. Comparaison des taux de survie entre provenances de <i>C. alliodora</i> à Roche Blanche	10
3a. Comportement en hauteur des provenances de <i>Cordia alliodora</i> à l'âge de un, deux, trois, et cinq ans à Bérault	12
3b. Comportement en hauteur des provenances de <i>Cordia alliodora</i> à l'âge de un, deux, trois, et cinq ans à Pémel et Roche Blanche	13

INTRODUCTION

Cordia alliodora, originaire de l'Amérique Tropicale, est l'une des espèces les plus utilisées en Amérique Centrale, notamment à Costa-Rica où s'annonce déjà une dégradation de cette ressource génétique (Bronstein, 1984). Cette espèce, connue en Haiti sous le nom de "bwa soumi" ou "chenn kapawo" quoique peu utilisée, serait aussi native du pays où elle se retrouve dans quelques régions du Sud-Ouest allant de Port Salut à Tiburon et dans certaines zones s'étendant vers l'Ouest de la Chaîne de la Selle. Produisant un bois d'oeuvre de bonne qualité, ayant un port droit et faiblement branchu, le *Cordia alliodora* serait très utilisé dans les systèmes agroforestiers traditionnels en association avec le café, le cacao et l'igname, comme c'est le cas dans d'autres pays de l'Amérique latine. La croissance rapide, la diversité d'utilisation des produits ligneux et la possibilité de propagation végétative sont quelques unes des raisons qui suscitent l'intérêt à l'égard de cette espèce (Annexe 1; Timyan, 1996).

La distribution naturelle du Bois Soumis (*Cordia alliodora*) étant alors très vaste, il est possible qu'il existe des différences adaptives à travers l'aire de distribution. Son comportement peut être différent si on utilise du matériel végétal provenant de conditions écologiques différentes. De plus cette espèce, comme indigène, ne se retrouve que dans une seule région du pays actuellement. Elle a été dégénérée dans les autres régions d'Haiti. De là surgit l'importance de réaliser des essais de provenances permettant de comparer le comportement de différentes sources de semences, sous des conditions similaires de climat et de sol.

Au cours des dernières années, des études sur l'espèce *Cordia alliodora* se sont intensifiées, en raison de sa croissance rapide et tant d'autres caractéristiques qui contribuent à conférer à cette espèce une importance capitale.

Depuis 1983, CATIE, à travers son projet d'amélioration a réalisé un programme de sélection d'arbres supérieurs de plusieurs provenances de *Cordia alliodora*. Des semences ont été envoyées à d'autres pays qui manifestent de l'intérêt pour cette espèce pour l'établissement d'essais de provenances. Les rapports sur ces essais venant de plusieurs pays ont indiqué des différences dans le comportement des provenances. (Camacho, 1981; Boshier et Mesen, 1987b). Les essais établis à Turrialba (Costa-Rica) ont permis d'identifier, après 3 ans d'âge, les provenances San Francisco de Honduras et Florencia de San Carlos, Costa-Rica, comme les provenances les plus prometteuses (Corea et al., 1992).

Des essais d'espèces natives réalisées à travers trois stations sylviculturales de Colombia ont permis d'observer de grandes variations entre les semences de différentes provenances et arbres mères. Sur de bons sols l'espèce peut croître jusqu'à 2.5m/an (CONIF, 1988).

Cette étude initiée par l'IRG en 1988, rentre dans le cadre des essais expérimentaux que réalise le SECID/Auburn University pour le compte du projet PLUS auspicié par l'USAID. Ce présent rapport traite de l'analyse des résultats des essais de provenances de *Cordia alliodora* réalisés dans trois sites d'Haiti, après cinq ans de croissance.

Les objectifs des essais ont été les suivants:

- 1) Procurer au paysan haïtien, tout d'abord aux paysans travaillant avec le projet PLUS, des sources de germoplasme supérieur de *Cordia alliodora*, dans le but de dynamiser les systèmes agroforestiers traditionnels qu'ils pratiquent et ainsi d'augmenter leurs revenus par l'amélioration de la fertilité des sols de leurs jardins et aussi par la vente de produits ligneux de plus forte valeur ajoutée;

- 2) Elargir la base génétique du *C. alliodora* en Haiti par l'introduction de nouvelles provenances sélectionnées d'Amérique Centrale. Ceci est important à cause de la détérioration génétique plausible des populations locales résultant de la surexploitation des phénotypes désirables et de la déforestation, et à cause des changements rapides dans les conditions des sites, particulièrement l'érosion des sols. Cette situation requiert des recherches continues à partir de la plus grande base génétique disponible;
- 3) Evaluer le comportement de différentes provenances dans les conditions de certains sites d'Haiti;
- 4) Sélectionner les provenances qui présentent un comportement supérieur dans les sites de l'étude; et
- 5) Constituer, à partir des meilleures provenances, des sources de semences indispensables pour les projets de reboisement en Haiti.

MATERIELS ET METHODE

Généralités.

Ces essais ont été installés en 1988 par l'IRG et se sont développés dans trois sites du pays. Ils ont porté sur 5 provenances originaires de l'Amérique Centrale dont 4 de Costa Rica et 1 de Honduras. Durant les 5 premières années qu'a duré cette phase de l'étude, on a évalué annuellement le taux de survie et la croissance en hauteur et en diamètre des différentes provenances de *Cordia alliodora* testées. La période d'installation des différents essais s'étendait au cours de la période comprise entre le 29 mars 1989 et le 1^o mai 1989.

Caractéristiques de l'Aire de l'Etude

Localisation. Le présent travail a été développé dans trois sites d'Haiti dont 2 dans le Sud et un dans l'Ouest, un peu différents du point de vue écologique. La **Figure 1** permet de constater la localisation des différents sites.

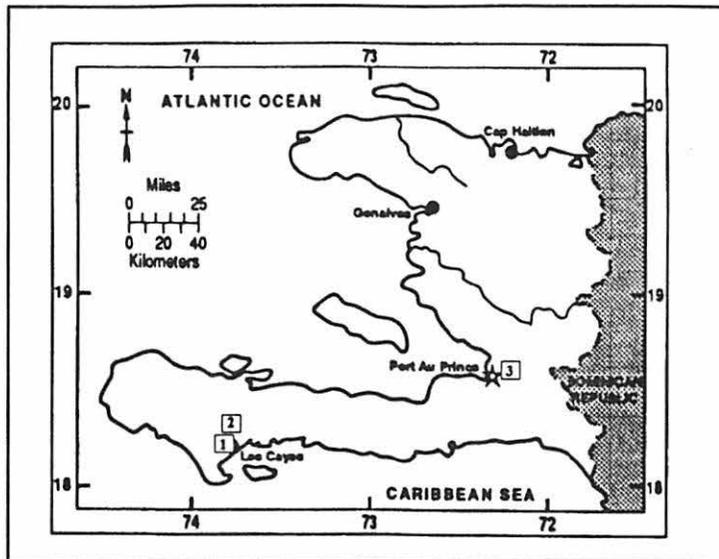


Figure 1. Localisation sur la carte d'Haiti des sites d'essai de provenances de *Cordia alliodora* établis par IRG (1988-1989) et SECID/Auburn (1990-1994). 1= Bérault, 2=Pémel, 3=Roche-Blanche.

Ecologie. Les trois sites sont localisés dans des plaines présentant des sols alluvionnaires de drainage imparfait. Les sites de Bérault et de Pémel sont localisés dans la zone "forêt humide de la zone subtropicale" et celui de Roche-Blanche dans la zone "forêt sèche de la zone subtropicale" selon la classification de Holdridge. La topographie est plane, avec un microrelief ondulé et une pente générale de 0 à 1%. Ils sont de texture limoneuse (silty-loam - Roche-Blanche), sablo-limoneuse (Bérault) et limoneuse (Pémel). Le pH est alcalin, autour de 8,2 pour Roche-Blanche et Bérault et un peu neutre (6,8) pour Pémel. Le contenu en matière organique se situe entre 2,1 et 2,6 % respectivement à Roche-Blanche et à Bérault, et plus haut à Pémel, il atteint jusqu'à 3,8%.

Un résumé de certaines caractéristiques climatiques et édaphiques des sites de l'étude est présenté au **Tableau 1**.

Tableau 1. Caractéristiques écologiques des sites des essais de provenances de *Cordia alliodora* inclus dans cette étude.

CARACTERISTIQUES	BERAULT	PEMEL	ROCHE BLANCHE
LATITUDE	10°13'	10°15'	18°32'
LONGITUDE	73°51'	73°49'	72°11'
ALTITUDE (m)	25	30	25
PLUVIOMETRIE (mm/an)	1800	1800	900
SAISON PLUVIEUSE	mars-mai,aout-nov	mars-mai,aout-nov	avril-mai,sept-oct
ZONE ECOLOGIQUE DE HOLDRIDGE	Forêt Humide Sous-Tropicale	Forêt Humide Sous-Tropicale	Forêt Sèche Sous-Tropicale
PENTE (%)	0-1	0-1	0-1
SOL (pH)	8.2 - 8.4	7.1	8.2 - 8.3
SOL (% argile)	10 - 32.5	22 - 25	17.5
SOL (ppm P)	2.5 - 6	13 - 16	54 - 56.5
SOL (% mat.organique)	1.8 - 2.1	3.1 - 3.8	2.6 - 2.7

Matériel expérimental utilisé

Acquisition de Semences. Des lots de semences certifiées ont été obtenus, après examen préalable de leur stock disponible, auprès de banques de semences reconnues internationalement: CATIE (Costa Rica) et de COHDEFOR (Honduras). Le **Tableau 2** indique l'identification des différentes provenances, la localisation des sites d'origine, et quelques caractéristiques de ces sites.

Tableau 2. Origine et Caractéristiques climatiques de différentes provenances de *C. alliodora* utilisées dans cette étude. C=CATIE, CO=COHDEFOR.

NO. PROV	PROVENANCE	TEMP (°C)	ALT (m)	LATITUDE	LONGITUDE	PLUV (mm)
C 1877	Esparza, Costa Rica	22.4	190	09°55'	84°35'	2310
C 4107	San Carlos, Costa Rica	20.8	185	10°20'	84°20'	3275
C 4108	Talamanca, Costa Rica	24.9	90	09°33'	82°43'	2110
C 4117	Turrialba, Costa Rica	22.2	660	09°51'	83°37'	2675
C 4140	Upala, Costa Rica	24.9	70	10°50'	85°01'	2590
CO B7488	Cofradia, Honduras	21.9	1100	14°09'	87°12'	832

Production de Matériel Expérimental. Le matériel utilisé dans les parcelles expérimentales fut produit dans la pépinière de l'Operation Double Harvest, située à Roche Blanche, près de la Croix des Bouquets. Le médium de propagation est "Haiti Mix" préparé par l'Operation Double Harvest (ODH). Il est constitué de 75% de bagasse bien décomposée, de 15% de paille de riz et de 10% de terre fine, le tout additionné d'un engrais complet 20-20-20 (Josiah, 1989). Le support de propagation est constitué de caisses de 90 alvéoles à raison de 3 semences par poquet. Le semis a été effectué au mois d'octobre 1988 et les plantules ont été prêtes pour la plantation en plein champ cinq mois après. La provenance 4117 a été éliminée de l'étude à cause du très faible taux de germination des semences.

Dispositif Expérimental Utilisé.

Le dispositif expérimental utilisé est constitué de blocs complets au hasard pour l'ensemble des provenances. Les parcelles sont de forme rectangulaire comportant chacune trente plantules dans les essais de Roche Blanche et de Pémel et dix huit plantules dans l'essai de Bérault.

Tableau 3. Résumé des caractéristiques du dispositif expérimental utilisé dans chaque essai par site.

	BERAULT	PEMEL	ROCHE BLANCHE
DATE ETABLISSEMENT	13 avril, 1989	1 mai, 1989	7 mars, 1989
PROVENANCES	5	4	4
REPETITIONS	3	4	5
ARBRES / PARCELLES	18	30	30
ESPACEMENT(m)	2 x 3	2 x 3	2.5 x 3.0

Plantation.

Avant la mise en place de l'essai, on a procédé à une prospection pédologique sommaire afin de s'assurer d'une certaine homogénéité de sols pour l'implantation des différents blocs des essais.

Pour la préparation du terrain, on a dû procéder à un simple défrichage total de la végétation arbustive et herbacée, suivi d'un labour manuel superficiel. Une trouaison de 20 cm de largeur et 20 cm de profondeur a été effectuée suivant le dispositif préalablement établi. La mise en terre a été réalisée au cours des mois de Mars 1989 à Mai 1989, période correspondant à la saison pluvieuse dans les différents sites de l'étude.

Mensurations et Observations.

Dans le protocole des essais, il a été prévu des mensurations à 12, 24, 36 et 60 mois après transplantation en plein champ. Tous les arbres de chaque parcelle ont été mesurés pour analyses. Les paramètres suivants ont été quantifiés sur l'ensemble des parcelles :

- i) Taux de survie en pourcentage (%);
- ii) Hauteur totale, en mètres (mesurée à l'aide d'une barre télescopique);
- iii) Diamètre à 1.3m du sol, en cm (évalué à partir de 24 mois);
- iv) Diamètre basal, à 0.1m du sol, en cm (évalué à 60 mois).

Les mensurations pour les deux derniers paramètres ont été effectuées à l'aide d'un ruban diamétrique.

D'autres informations relatives à l'état présent de l'arbre, telles que présence de maladies, trace de dommages naturels et artificiels subis, la phénologie et autres indices susceptibles d'affecter le développement de l'arbre et les données de mesure ont été aussi prises en considération.

Analyse de l'Information.

Les essais furent analysés séparément par site, en utilisant les valeurs d'arbres individuels pour les variables suivantes: survie, hauteur totale, diamètre à 1.3m du sol et diamètre basal. Pour chaque site, on a effectué des analyses de variance. Les résultats suivants portent principalement sur le comportement des différentes provenances à l'âge de 12, 24, 36 et 60 mois.

Les données collectées sur le terrain ont été traitées sur ordinateur à partir du tableur Lotus 123 afin de pouvoir constituer un fichier de données brutes comportant les informations sur les variables sur lesquelles doivent porter les analyses statistiques périodiques. Les données de survie, comme une distribution binomiale, ont été transformées par l'arcsine de la racine de la proportion survie, selon Steel et Torrie (1980). Le volume commercial a été estimé par la multiplication du diamètre à hauteur de poitrine au carré (i.e., DHP^2) par la hauteur commerciale. La hauteur commerciale est la hauteur du fût ayant un diamètre minimum exploitable. Les analyses de variance pour chaque essai et paramètre ont été effectuées par le logiciel SAS (SAS, 1988). Ensuite les provenances furent comparées par site au moyen du "LSD" test pour les essais ayant le même nombre de répétitions. Pour les essais dont le nombre de répétitions n'était pas balancés, le test de Waller-Duncan (MSD) a été utilisé (SAS, 1988). Les graphiques ont été élaborées à partir de DrawPerfect 1.0.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Survie.

Les pourcentages de survie pour les différentes étapes de l'évaluation sont présentées dans l'Annexe 3 et illustrées dans la Figure 2. Comme on peut le remarquer, les taux de survie étaient satisfaisants pour toutes les provenances, sauf la 4108 à Bérault. Roche Blanche représente le site où on a enregistré le taux de survie le plus élevé avec une moyenne de 77,2% pour toutes les provenances et 88,8% pour la provenance 4107 à 60 mois. Cette même tendance est observée durant toutes les étapes de l'évaluation bien qu'il représente le site le plus sec. Ceci est dû au fait que les pluies ont été régulières pendant l'établissement de l'essai, que la préparation y a été la mieux soignée et qu'il n'y a pas eu de dommages provenant d'hommes et d'animaux.

Les plus faibles taux de survie ont été enregistrés à Pémel avec une moyenne de 64,8% pour toutes les provenances testées. Ceci est dû au fait que l'essai ayant été installé au mois de mai, il n'a reçu qu'un mois de pluie avant la courte saison sèche de Juin et Juillet.

Les provenances ont conservé à peu près les mêmes classements tout au cours des 5 années de l'évaluation. Ainsi la provenance 4107, qui a eu un taux de survie de 95,0% à 12 mois à Roche Blanche, est demeurée la plus performante, terminant l'évaluation à 88,8% à 5 ans pour le même site. De même à Bérault, la provenance 7488 s'est révélée la provenance la plus performante avec une survie de 92,3% à 12 mois. A 60 mois, elle a gardé le même taux de survie et occupé le premier rang. Il en est de même à Pémel où la même tendance observée dès l'âge de 12 mois avec la provenance 4108 est confirmée jusqu'à 36 mois. La baisse du taux de survie observée à 60 mois pour cette provenance est due au fait que durant cet intervalle de temps (36-60 mois) il y a eu coupe (vol) de quelques arbres dans une parcelle de cette provenance. C'est également la période au cours de laquelle il y a eu suspension des activités du projet.

En général, il n'y a eu pas de différences apparentes en survie entre les provenances à travers les sites. En se basant sur les résultats, on ne peut pas espérer que la sélection des provenances aura un effet significatif sur la survie en Haïti. Dans les deux sites où il y a eu des différences significatives en survie, Bérault et Roche Blanche, les provenances les mieux classées étaient différentes entre elles, alors que leurs moyennes à travers les sites n'étaient pas significatives (Figure 4). Ces 2 provenances ont interchangé leurs positions à Roche Blanche. Dans les deux sites, elles étaient les survivantes supérieures à un haut niveau de probabilité. En considérant tous les trois sites, la provenance de Honduras (7488) a manifesté la meilleure vigueur et a atteint la moyenne de survie la plus élevée, détenant la deuxième place dans les deux sites où elle n'a pas occupé le premier rang. De même, les observations effectuées à différentes étapes de l'évolution des essais permettent d'admettre certains effets possibles des sites sur le comportement des provenances. La Figure 2 présente la comparaison des différentes courbes de survie des provenances testées.

Tableau 4. Comparaison des taux de survie entre les provenances de *C. alliodora* évaluées sur quatre sites en Haïti après 5 ans. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes selon le LSD Test, $\alpha = 0.05$.

PROVENANCE	BERAULT	PEMEL	ROCHE BLANCHE	MOYENNE HAUTEUR
	----- % -----			
7488 (HON)	92	63	83	80 a
4107 (CR)	78	59	89	75 a
4140 (CR)	67	69	77	71 a
4108 (CR)	31	68	72	57 a

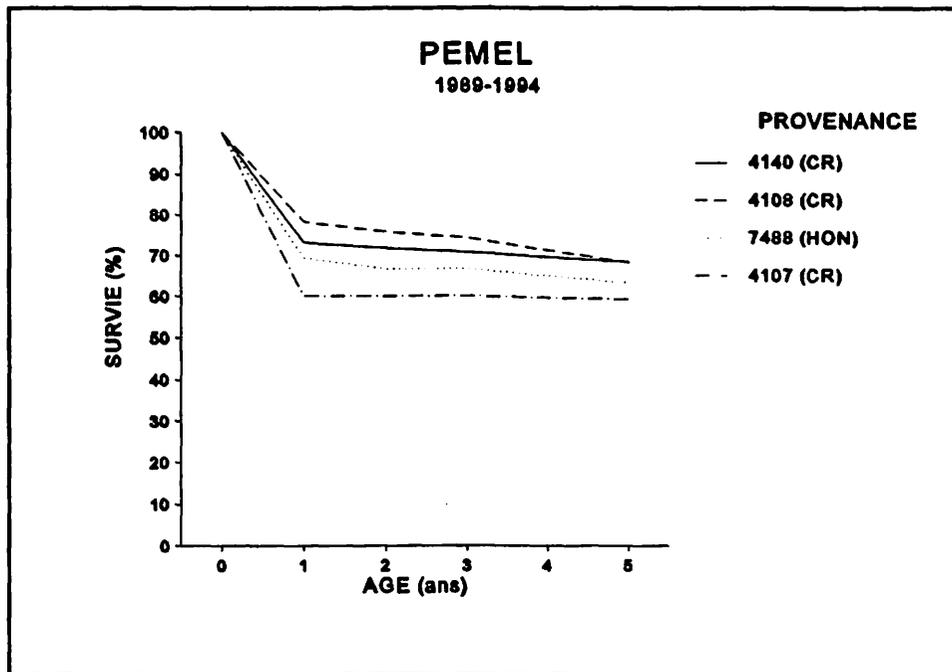
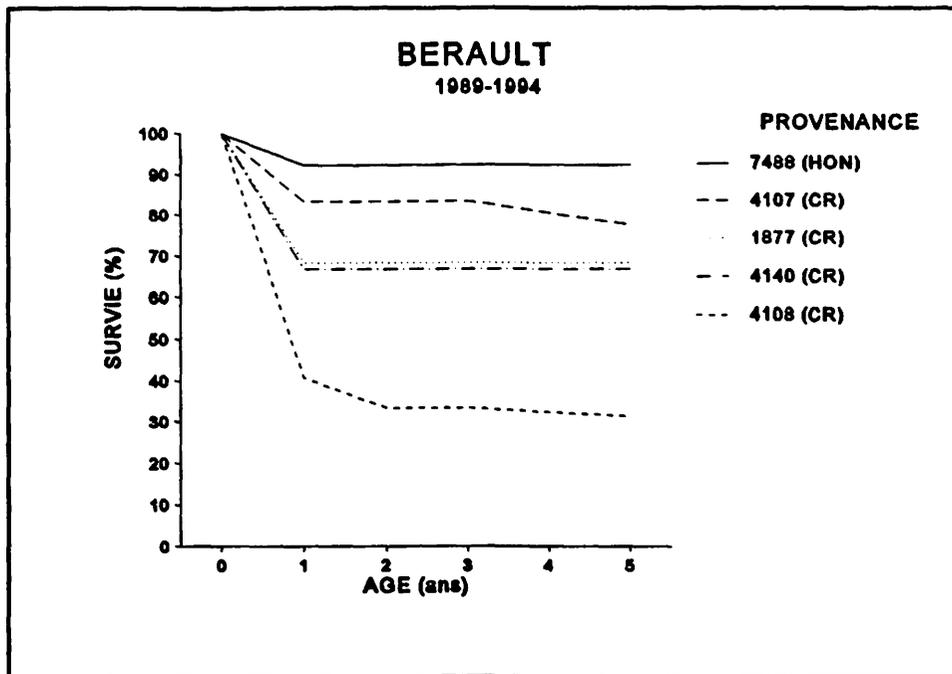


Figure 2a. Comparaison des taux de survie entre provenances de *C. alliodora* à Bérault et à Pémel.

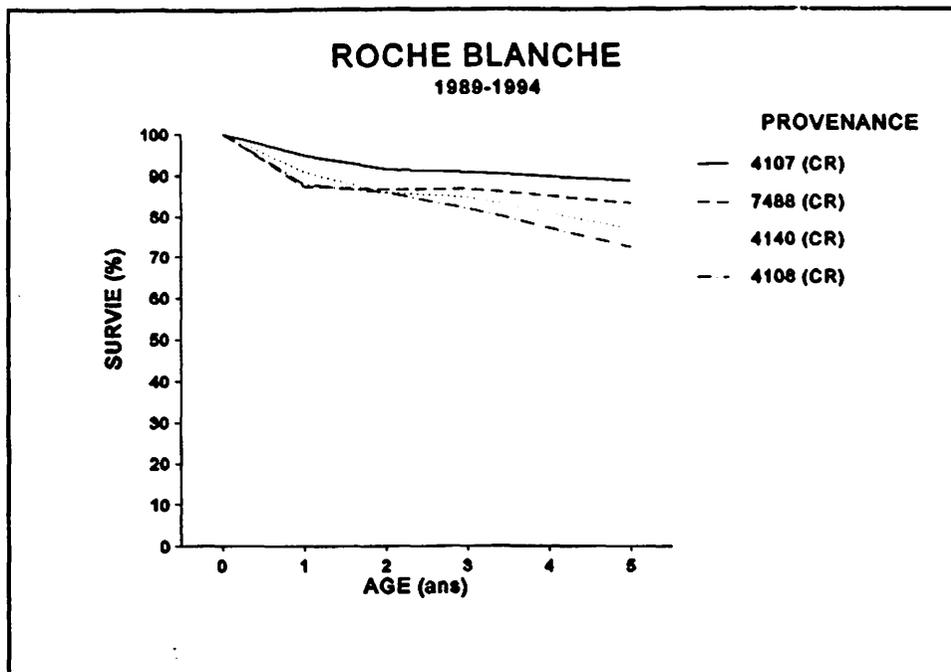


Figure 2b. Comparaison des taux de survie entre provenances de *C. alliodora* à Roche Blanche.

Croissance en Hauteur et Diamètre

Comportement à l'Age de 12 Mois. A cette étape du développement de l'essai, la hauteur totale représentait le seul paramètre de croissance à évaluer. L'Annexe 3 présente un récapitulatif des moyennes de hauteur totale pour les différentes provenances dans les différents sites d'essais. L'Annexe 4 présente un récapitulatif des moyennes de diamètres pour les mêmes provenances et sites. Comme on peut le constater, les différentes provenances ont eu un comportement supérieur à Bérault par rapport aux autres sites. Ceci est dû au fait que le site de Bérault est parmi le plus fertile et a aussi la plus forte pluviométrie. L'analyse de variance a révélé une faible différence entre les provenances. Il y avait seulement une différence à Pémel où la provenance de Costa Rica, 4107, a occupé le premier rang avec une croissance en hauteur de 2,2 m.

Ces résultats préliminaires après la première année de croissance font apparaître déjà l'adaptabilité de ces provenances importées à certains sites d'Haiti. Cependant du point de vue forestier, cet intervalle de 12 mois est trop court pour une telle espèce pour pouvoir tirer des conclusions pertinentes sur le comportement de ces provenances testées.

Comportement à l'Age de 24 Mois. Seulement un (1) des trois sites, Roche Blanche, a montré des différences entre les provenances à l'âge de 2 ans. La croissance inférieure en hauteur de 3,1 m de la 4108 doit être comparée avec les autres provenances (4107, 4140, 7488) qui ont montré des hauteurs uniformes entre 3,8-3,9 m. Alors que les autres sites ont manifesté de plus grandes différences entre les provenances, ils ont aussi montré une plus grande variation à l'intérieur des provenances et il n'y a pas eu de différences entre leurs moyennes de hauteur. Ces taux de croissance, notamment à Bérault, sont mieux que ceux obtenus dans d'autres pays de l'Amérique tropicale (CONIF, 1988).

Des différences de croissance en diamètre montrent des tendances similaires à la croissance en hauteur. Roche Blanche fut le seul essai où des différences existaient entre les provenances. Comme dans le cas de la croissance en hauteur, 4108 a été significativement inférieure aux autres provenances testées.

Comportement à l'Age de 36 Mois. Les trois premières années de croissance de cette espèce ont indiqué des résultats encourageants, indiquant des croissances moyennes en hauteur de 2m par an. Des différences significatives révélées par le test de Duncan ont été observées dans deux sites (Pémel et Roche Blanche). Les résultats insignifiants obtenus à Bérault, en dépit d'une différence de 1,5 m entre la provenance la plus haute et la provenance la plus basse, sont dûs au nombre insuffisant de répétitions (i.e., 3) et à l'élimination de beaucoup d'arbres à cause du dommage incontrôlé des animaux. La meilleure croissance a été obtenue à Bérault avec une hauteur moyenne de 6.0 m pour toutes les provenances.

Au site de Bérault, la même tendance a été observée avec toujours une prédominance des provenances 4140 et 7488 lesquelles montrent les hauteurs moyennes les plus fortes et les diamètres les plus appréciables. Au site de Pémel, la même tendance observée à 12 et 24 mois se confirme avec toujours une prédominance de la provenance 4107 suivie de la 7488 et la 4140. Au site de Roche Blanche par contre, les mêmes provenances occupent la tête du peloton, mais la provenance 7488 de Honduras a devancé la provenance 4107 et 4140 de Costa Rica.

Généralement le comportement de toutes les provenances est acceptable à cette étape du développement de l'essai. Ces résultats viennent confirmer une fois de plus la croissance rapide de cette espèce d'arbre précieux pouvant être d'un grand intérêt dans les systèmes agroforestiers.

Comportement à l'Age de 60 Mois. Au cours de cette évaluation, la hauteur totale, le diamètre à 1.3m du sol et le diamètre basal ont été les paramètres de croissances évalués. L'analyse statistique réalisée au moyen du test de Duncan pour les deux premiers paramètres cités, a montré qu'il existe des différences significatives entre les provenances pour la hauteur à Bérault et Roche Blanche. Au site de Roche Blanche, les provenances 7488 du Honduras et 4140 du Costa Rica ont supplanté la provenance 4107 qui prédominait pendant les trois premières années de croissance, bien que les différences n'aient pas été significatives. La bonne performance de 1877 et 4117, qui n'ont pas été incluses dans l'analyse est aussi à noter. Au site de Bérault, la même tendance observée depuis 12 mois s'est confirmée avec une dominance de la provenance 7488 et 4140. Au site de Pémel, les provenances 7488 et 4140 ont supplanté la provenance 4107 qui dominait durant les trois premières années de l'évaluation.

Les résultats montrent que quelque soit le site, les deux provenances, 7488 et 4140, sont tombées en première position. Bien que les Annexes 2 et 3 montrent une bonne performance de la provenance 4117 à Roche Blanche, cette provenance n'est pas incluse dans les tests des comparaisons des moyennes à cause du nombre insuffisant de répétitions installées lors de l'établissement de l'essai. Ceci a été dû à la pauvre germination des semences durant la phase de pépinière.

L'évaluation sur les diamètres a montré des différences significatives plus ou moins similaires en hauteur (Annexe 4). A Roche Blanche, les provenances 7488 du Honduras et 4140 du Costa Rica

contrastent avec un comportement inférieur de la provenance 4108, aussi du Costa Rica. Au site de Pémel, on n'a pas enregistré de différences significatives, mais ce sont les mêmes provenances citées antérieurement qui dominent. Bérault n'a montré aucune différence significative entre les provenances malgré que 4107 avait un diamètre inférieur des autres provenances par au moins 3 cm.

Les moyennes de hauteur totale des différentes provenances évaluées à 60 mois dans les différents sites sont présentées au **Tableau 5** qui indique la meilleure adaptabilité de 7488 à travers tous les sites, suivie par 4140. La **Figure 3** montre le comportement évolutif de l'accroissement en hauteur des différentes provenances dans les 3 sites d'étude jusqu'à l'âge de 60 mois.

Tableau 5. Comparaison de hauteur totale, en mètres, entre provenances de *C. alliodora* évaluées sur quatre sites en Haïti à 5 ans. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas différentes par le LSD Test, $\alpha = 0.05$. $LSD_{0.05} = 1.05m$

PROVENANCE	BERAULT	PEMEL	ROCHE BLANCHE	MOYENNE HAUTEUR
4107 (CR)	7.9	7.9	7.7	7.8 bc
4108 (CR)	8.4	7.5	6.8	7.6 c
4140 (CR)	10.2	8.1	8.1	8.8 ab
7488 (HON)	10.5	8.8	8.7	9.3 a

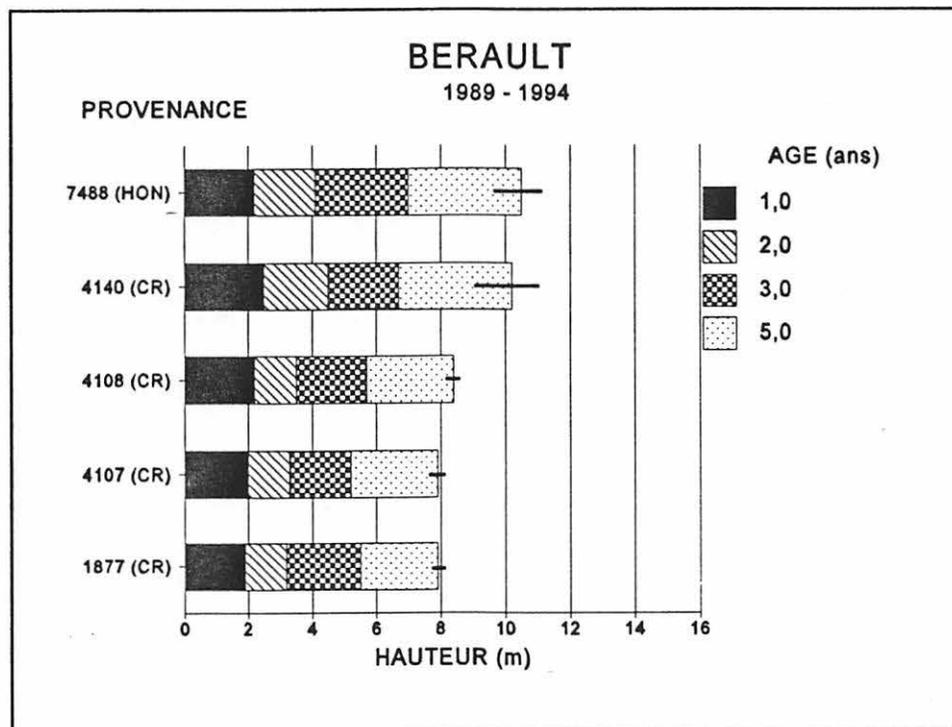


Figure 3a. Comportement en hauteur des provenances de *Cordia alliodora* à l'âge de un, deux, trois, et cinq ans à Bérault. Les intervalles de confiance à 95% de probabilité sont indiqués par les barres situées au sommet de l'histogramme.

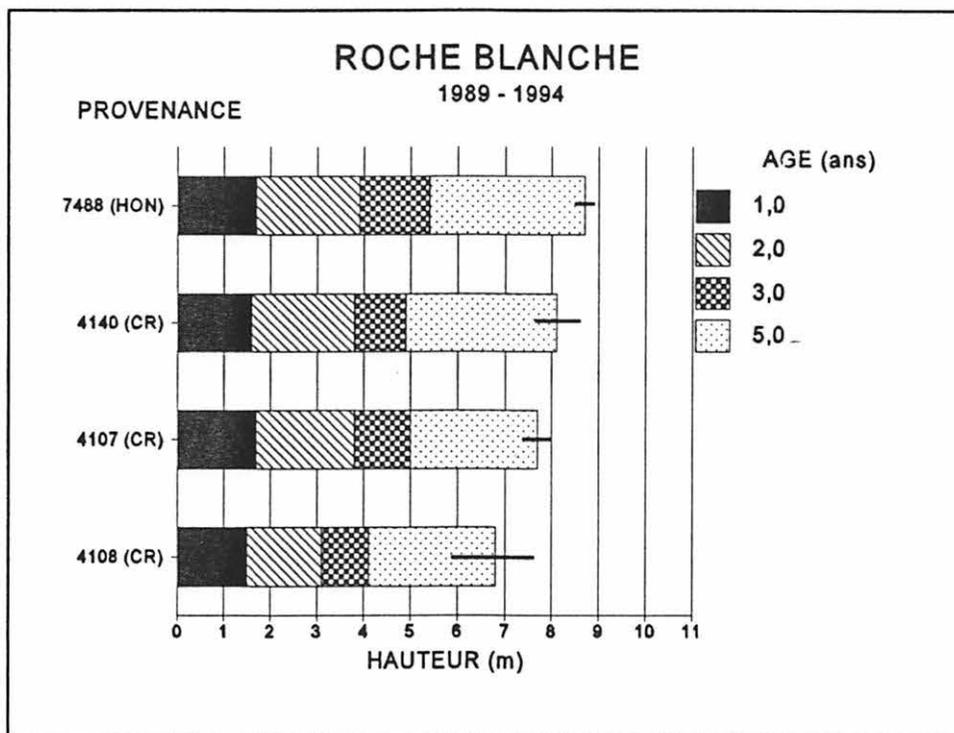
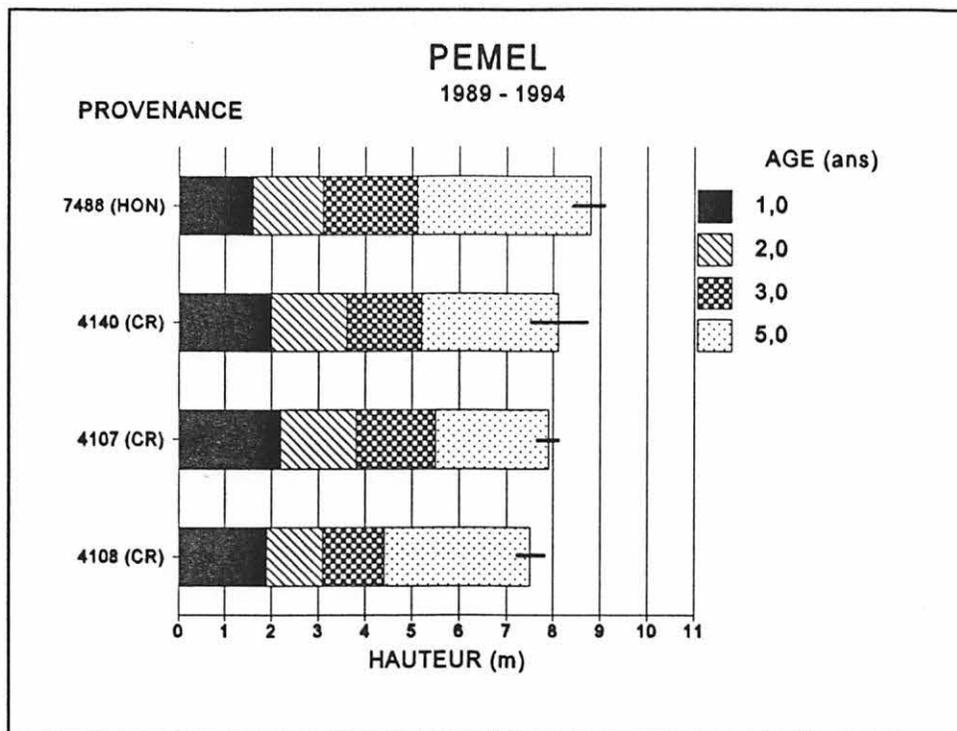


Figure 3b. Comportement en hauteur des provenances de *Cordia alliodora* à l'âge de un, deux, trois, et cinq ans à Pémel et Roche Blanche. Les intervalles de confiance à 95% de probabilité sont indiqués par les barres situées au sommet des composantes de l'histogramme.

Les résultats de ces 5 premières années de croissance font apparaître, en premier lieu, l'adaptabilité des provenances, 7488 de Honduras et 4140 de Costa Rica, aux conditions climatiques des sites et particulièrement leur sensibilité à la sécheresse ou au régime des pluies. L'accroissement moyen annuel pour ces deux provenances varie entre 1,6 m et 2,1 m pour les trois sites. D'une façon générale, ces résultats paraissent similaires à ceux obtenus à Costa Rica où l'on a enregistré des valeurs d'accroissement moyen annuel variant de 1 m jusqu'à 2 m (Fassbender et Alpizar, 1986).

Croissance en Volume Commercial

Un résumé des résultats du volume commercial obtenus à travers 3 sites après 5 ans, est présenté au Tableau 6. La production en volume de bois marchand, estimée en multipliant la hauteur commerciale par DHP², suit les tendances similaires à celles observées pour la croissance en hauteur et en diamètre. Le provenance de Honduras (7488) et de Costa Rica (4140) sont conséquemment proches ou au-dessus de la moyenne de la production en volume commercial du site. La plus performante des provenances, 7488, montre que des gains de 15–30% au-dessus de la moyenne du site peuvent être obtenus au moyen de la sélection et 50–135% au-dessus de la provenance la moins performante. Des gains génétiques peuvent être atteints en combinant l'utilisation de géotypes supérieurs avec l'application de techniques sylvicoles améliorées.

Tableau 6. Estimation de volume commercial ($\times 10^{-2}$ m³/arbre) de diverses provenances de *Cordia alliodora* après 60 mois de croissance dans 3 sites d'Haïti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le LSD Test, $\alpha = 0.05$.

No.	Origine	Site d'Essais		
		Bérault	Pemel	Roche Blanche
		$\times 10^{-2}$ m ³ /arbre		
1877	Costa Rica	6.74 ab	—	—
4107	Costa Rica	4.52 b	5.66 a	4.11 a
4108	Costa Rica	8.57 ab	4.59 a	3.29 a
4140	Costa Rica	10.67 a	5.79 a	4.88 a
7488	Honduras	10.61 a	6.93 a	4.93 a
X		8.22	5.74	4.30
SE		0.84	0.50	0.38
Pr > F		0.0738	0.4462	0.3138
MSD		4.77	3.10	—

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La bonne croissance des provenances importées de *Cordia alliodora* prouve l'adaptabilité de ces provenances aux conditions des sites en Haïti. Les sites d'origine de ces provenances bénéficient de conditions climatiques beaucoup plus favorables que les sites où elles étaient testées en Haïti. Il a été possible de vérifier aussi la croissance initiale rapide de cette espèce, une qualité qui a valu à l'espèce sa grande potentialité d'utilisation en Amérique Tropicale, notamment à Costa Rica.

Ces 5 premières années d'observation permettent déjà au Programme d'Amélioration Génétique Forestière du SECID/AUBURN de recommander vivement cette espèce et particulièrement les provenances les plus performantes pour être utilisées par les paysans du projet PLUS, plus particulièrement dans les aires où les systèmes agroforestiers sont pratiqués. Cette espèce serait d'un grand intérêt dans les endroits plantés en café et cacao où son port droit valoriserait encore mieux l'espace cultivé rendant ainsi une plus grande production d'espèces ligneuses de bois d'oeuvre par unité de surface. Ceci augmenterait les revenus du paysan par la vente de bois d'oeuvre. Cette espèce serait aussi très utile dans les aires cultivant la banane et surtout l'igname car son port droit et sa capacité d'élagage naturel permettraient la culture des denrées pré-citées tout en favorisant la conservation des sols et de l'eau. Certains projets de reboisement oeuvrant en Haïti, particulièrement le Projet de Promotion Caféière (PPK) pourrait vulgariser cette espèce de bon rendement en bois d'oeuvre de qualité contribuant ainsi à l'amélioration de la productivité de la parcelle paysanne.

Les essais ont démontré la position supérieure des provenances 4140 de Upala, Costa Rica et 7488 de Cofradia, Honduras. Cependant la marge de supériorité de ces provenances par rapport aux autres est assez nette pour permettre leur sélection définitive comme dominante. Les autres provenances (4107, 4108 et 1877 de Costa Rica) ne doivent pas toutefois être rejetées, notamment la provenance 4107 originaire de San Carlos, Costa Rica, qui a montré une excellente croissance initiale et le meilleur taux de survie dans le site le plus sec. Une introduction précoce d'une autre provenance de San Carlos, 1382, a accusé un accroissement moyen annuel de 2,3 m de hauteur après 5,5 ans à Cazeau (Timyan, 1996). La progéniture de la provenance 1382 était a été établie dans un arboretum à Fauché et a atteint un accroissement en hauteur moyenne de 2 m par an après 5 ans.

Il paraît utile de faire remarquer que la période d'observation (5 ans) étant relativement courte pour une espèce forestière de bois d'oeuvre, donc les résultats doivent être interprétés avec prudence. Ces résultats sont donc représentatifs pour des sites dont les conditions sont similaires à celles des lieux où l'étude a été réalisée. Par contre, les expériences obtenues de ces essais prétendent servir de base pour d'autres investigations postérieures en amélioration génétique de cette espèce reconnue comme native d'Haïti.

De ce qui précède, il importe d'émettre les recommandations suivantes:

- 1) Eliminer les provenances et individus inférieurs dans les essais afin d'améliorer les essais et les transformer en une meilleure source locale de semences de *C. alliodora*;

- 2) Poursuivre l'introduction des provenances prometteuses afin d'élargir la base génétique, particulièrement dans les zones où l'espèce est peu distribuée, en ajoutant des provenances prometteuses de l'Amérique Centrale aux sélections faites en Haïti;
- 3) Vulgariser et intégrer les provenances sélectionnées révélées performantes, notamment 4140 and 7488, dans des programmes de reboisement du projet PLUS, particulièrement dans les aires où existent les écosystèmes agroforestiers (café, cacao, igname, banane, haricot, etc..) où l'espèce peut servir comme arbres d'abri et comme arbres tuteurs en Haïti.
- 4) Le Projet PLUS doit donner priorité dans l'extension de germoplasme des espèces de haute qualité, tel que *C. alliodora*, aux planteurs qui gèrent de tels espèces comme une source importante de revenus.
- 5) Si la semence des génotypes améliorée est limitée, les plantules doivent être produites en pépinière avant leur distribution;
- 6) Etablir des plantations pilotes en utilisant les provenances sélectionnées afin de poursuivre l'investigation sur des pratiques sylviculturales et évaluer l'espèce sous des conditions normales de plantation et aux contraintes économiques des fermiers haïtiens. Donner la priorité aux régions où l'espèce n'est pas répandue;
- 7) Poursuivre, pour une plus longue période, les observations dans les essais de provenances (modifié comme indiqué ci-haut) afin d'obtenir le plus d'informations possible, notamment la résistance aux ouragans, pestes et maladies, la production en volume commercial de bois, la phénologie et les caractéristiques physico-chimiques du bois (densité, dureté, réaction du bois au travail et au poli). A cause de la rareté d'informations sur cette espèce en Haïti, il est recommandé d'obtenir le maximum d'informations possible.

BIBLIOGRAPHIE

- Boshier, D. H. et J. F. Mesén. 1987a. Availability of seed of *Cordia alliodora* for progeny testing. In: Forest Genetic Resources. Information No. 15, FAO. Rome. pp. 30-35.
- Boshier, D. H. et J. F. Mesén. 1987b. Proyecto de mejoramiento de arboles del CATIE: estado de avance y resultados principales. Turrialba, C.R., CATIE. 18p.
- Burley, J. et P. J. Wood. 1979. *Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos*. Department of Forestry Institute, University of Oxford. Tropical Forestry papers No. 10 y 10A. 287p.
- Bronstein, G. V. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachys* asociada con arboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. CATIE, Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, 110p.
- Camacho, M. P. 1981. *Informe general del proyecto de ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica*. Cartago, C.R., ITCR - DGF. 287 p.
- Combe, J. et N. J. Gewald. 1979. *Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, C.R.* CATIE, 378p.
- CONIF, 1988. *Cordia alliodora*: Experiencias en Colombia. Corporación National del Investigación y Fomento Forestal. Compilado por Paul van der Poel. Convenio CONIF-HOLANDA, Bogotá, Serie Documentacion No. 15, 42 p.
- Corea, E., J. Cornelius et F. Mesen. 1992. Resultados del proyecto de mejoramiento genético forestal del CATIE, sus aplicaciones y efectos esperados. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 6p.
- Fassbender, H.W. et L. Alpizar. 1985. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora* y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. III Modelos de la materia organica y elementos nutritivos. Turrialba 35, pp. 403-413.
- Geilfus, F. 1989. *El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforesteria para el desarrollo rural*. Vol 2: Guía de especies. Santo-Domingo: ENDA - CARIBE y CATIE. 778 p.
- Groenendyk, H. et J. Kuyper. 1983. Plan de investigación forestal para el Bosque Húmedo tropical de la reserva forestal de Golfo Duce. San José, Costa Rica. 138 p.

- Heuvelodop, J., H. W. Fassbender, et L. Alpizar. 1985. Sistemas agroforestales de café con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. II Producción agrícola, maderable y de residuos vegetales. Turrialba. 35: 347-355.
- Johnson, P. et R. Morales. 1972. A review of *Cordia alliodora*. Turrialba 22 (2): 210-220.
- Josiah, J. S. 1989. *Gid Pepinyeris*. Pan American Development Foundation, Port-au-Prince, Haiti. 244 p.
- Lamprecht, H. 1989. *Silviculture in the Tropics*. Eschborn, GTZ.
- Little, E. et F. Wadsworth. 1964. *Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands*. Agricultural Handbook No. 249, US Department of Agriculture, Washington D.C. 556 p.
- SAS. 1988. *SAS Procedures Guide*, Release 6.03 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC. 441 p.
- Steel, R. G. D. et J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*, New York: McGraw-Hill Book Co.
- Timyan, J. C. 1990. Storage conditions and pre-germination methods for seed and selected tropical tree species, SECID/Auburn Agroforestry Report No. 20. Report for USAID, Port-au-Prince, Haiti. (unpublished).
- Timyan, J. C. 1996. *Bwa Yo: Important Trees of Haiti*. SECID, Washington DC. 420 p.

CARACTERISTIQUES DE L'ESPECE

Description

Le *Cordia alliodora*, de la famille des Boraginacées, est muni d'un tronc droit, qui peut atteindre jusqu'à 40m de haut et 60 cm de diamètre (Camacho, 1981; Geilfus, 1989). Ses feuilles fines, d'un vert jaunâtre, sont de 6.5 à 15 cm de long et dégagent un odeur d'ail, d'où son nom botanique de "alliodora." Ses nombreuses fleurs blanches et odorantes permettent de reconnaître l'espèce de loin lors de la période de floraison. La disposition des branches en couches horizontales superposées, conférant une cîme ouverte, représente une autre caractéristique importante de l'espèce. Les feuilles sont caduques. Les fruits sont de petites drupes en forme de panicules.

Distribution et Ecologie

Cette espèce est originaire de l'Amérique Tropicale. Sa zone naturelle couvre la région entière de la Caraïbe et s'étend depuis le Mexique jusqu'en Amérique du Sud. Dr. Eckman en a collecté des spécimens à la chaîne des Matheux sur le Morne à Cabrit en 1927 (Timyan, 1996). Actuellement, elle se retrouve dans quelques régions du Sud-Ouest allant de Port-Salut à Tiburon et dans certaines zones s'étendant vers l'Ouest de la Chaîne de la Selle.

On trouve le "bwa soumi" depuis le niveau de la mer jusqu'à 2000 mètres, avec une pluviosité annuelle variant de 500 à 4000mm. Il peut supporter jusqu'à 4 mois de sécheresse. Cependant en Haïti, cette espèce croît depuis le niveau de la mer jusqu'à 600 mètres environ dans la zone de forêt humide subtropicale, avec une précipitation comprise entre 1200 et 2000mm. L'espèce s'adapte à différents types de sol. Cependant elle préfère les sols profonds, fertiles et bien drainés et sa croissance est limitée sur des sites dégradés et très escarpés (Lamprecht, 1989).

Propagation

Par semences

Il y a 20 à 30.000 semences par kg. La semence garde sa viabilité pendant seulement 2 mois à température ambiante, et un peu plus si elle est bien conservée et à basse température (4°C) (Timyan, 1990).

Le semis peut être effectué directement dans de petits conteneurs (rootrainers, winstrips et sachets en polyéthylène) et requiert approximativement 18 à 20 semaines pour que les plantules atteignent la taille suffisante pour leur transplantation en plein champ.

Le semis peut être aussi effectué sur germe et la germination s'effectue 2 semaines après. On pratique le repiquage lorsque les plantules ont atteint le stade de 4 feuilles. Après trois semaines sous abri, les plantules sont exposées au soleil et à quatre mois les plantules sont prêtes pour la plantation en plein champ.

Par pseudo-boutures

La plantation par pseudo-boutures est utilisée en Amérique Centrale. Les boutures sont repiquées à 15 x 15cm de distance. Les stumps sont préparées lorsque les plantules ont 6 à 12 mois et ont un diamètre de 1 cm au collet. Les stumps à la plantation ont 15 cm de long (5cm de racine et

10cm de tige). Une pseudo bouture de 30 cm de long est préférable (Geilfus, 1989). Des pseudo-boutures atteignant jusqu'à 3 mètres de long ont aussi été emballées et transplantées avec succès, soit 100% de survie (Johnson et Morales, 1972). A Vanuatu (Océanie), on utilise des pseudo-boutures à partir des plantules de régénération naturelle qui croissent en abondance en dessous des plantations.

Par greffage

Bien que difficiles et peu courantes, des techniques de greffage sont utilisées pour l'établissement de vergers clônax, à l'aide de la technique de placage latéral (Boshier et Mesén, 1987a)

Sylviculture

Le bwa soumi est une espèce de pleine lumière. La capacité d'élagage naturel est un trait caractéristique de l'espèce. Cependant, parfois un élagage de formation est nécessaire pour éviter les défauts de double tige par exemple. Des coupes d'éclaircie peuvent être nécessaires à partir de la 5^e année. L'exploitation finale se fait à l'âge de 15 à 20 ans. En plantations pures, des distances de 3 à 4 mètres peuvent être appliquées entre les arbres. Comme brise-vent, on peut adopter une distance de 2,50m entre les arbres sur les lignes. Comme arbre d'ombrage, une densité de 150 arbres à l'hectare (8m x 8m) peut être retenue.

Comme la plupart des arbres forestiers tropicaux, le *C. alliodora* se comporte bien en association avec d'autres espèces agroforestières tropicales. C'est ainsi qu'en Amérique centrale, il est planté en association avec des cultures annuelles et pérennes et sa croissance relativement rapide fait qu'il est préféré à beaucoup d'autres. De même, la gestion de cette espèce est facilitée par le fait qu'elle est faiblement branchue et que sa densité de plantation est plus forte que pour d'autres espèces utilisées habituellement.

Croissance et production

C'est un arbre à croissance rapide, pouvant atteindre jusqu'à 2 mètres par année. A Surinam, l'espèce a grandi de 20 mètres après 7 ans et a accusé un rendement de 200 à 250 m³ par hectare dans une coupe finale de 20 ans (Geilfus, 1989). A Costa-Rica, on a rapporté des croissances de l'ordre de 15 m³/ha/an; des diamètres (à 1.3m du sol) de 2 cm après 10 ans, 45 - 50 cm après 20 ans et plus de 60 cm après 30 ans, avec une hauteur de 35 mètres (Bronstein, 1984).

Facteurs limitants

Les principaux facteurs limitants pour le plein développement de l'espèce peuvent être: La présence de mauvaises herbes au cours des premières années de développement, compétition pour la lumière avec d'autres plantes, sols mal drainés. En Amérique tropicale, on a noté plusieurs insectes défoliateurs (chenilles, fourmis), des attaques d'aphides et une pourriture de la racine causée par le champignon, *Phillimus noxius*. Cette maladie est comune dans les sites très humides (Geilfus, 1989).

Utilisation

L'espèce fournit un bois précieux très apprécié, résistant aux termites, et durable. Il est utilisé en ébénisterie fine et en construction. Dans certains pays, on l'utilise comme traverses pour ponts et la construction de bateaux. C'est une espèce idéale pour les modèles agroforestiers traditionnels. On l'utilise comme arbre d'ombrage pour le caféier et le cacaoyer et comme arbre ornemental. En plus d'être mellifère, ses feuilles et ses semences ont des propriétés médicinales.

Annexe 2

Annexe 2. Moyennes de survie de diverses provenances de *Cordia alliodora* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haiti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le LSD Test, $\alpha = 0.05$.

No.	Origine	Site d'Essais											
		Bérault				Pemel				Roche Blanche ¹			
		12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois	12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois	12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois
		%											
1877	Costa Rica	68.3 ab	68.3 b	68.3 b	68.3 b					80.0	65.0	65.0	55.0
4107	Costa Rica	83.3 a	83.3 ab	83.3 ab	77.6 ab	60.0 a	60.0 a	60.0 a	59.3 a	95.0 a	91.6 a	90.8 a	88.8 a
4108	Costa Rica	40.7 b	33.3 c	33.3 c	31.3 c	78.3 a	75.8 a	74.3 a	68.3 a	88.0 ab	86.0 ab	82.0 b	72.4 b
4117	Costa Rica									75.0	75.0	75.0	66.5
4140	Costa Rica	66.7 ab	66.7 b	66.7 b	66.7 b	73.3 a	71.8 a	70.8 a	68.5 a	91.0 ab	86.0 b	84.8 b	77.0 b
7488	Honduras	92.3 a	92.3 a	92.3 a	92.3 a	69.3 a	66.8 a	66.8 a	63.3 a	87.4 b	86.8 ab	86.8 ab	83.4 ab
X		70.2	68.8	68.8	67.2	70.2	68.6	67.9	64.8	88.2	84.7	83.4	77.2
SE		7.3	7.1	7.1	6.9	4.9	4.8	4.7	4.6	1.7	2.1	2.2	2.8
Pr>F		0.02	0.003	0.003	0.003	0.366	0.500	0.55	0.76	0.129	0.021	0.073	0.027

¹Les provenances 1877 et 4117 ne sont pas incluses dans les tests de comparaison des moyennes à cause du nombre insuffisant de répétitions.

Annexe 3

Annexe 3. Moyennes de hauteur totale de diverses provenances de *Cordia alliodora* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haïti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le Waller-Duncan k-ratio Test, $\alpha = 0.05$.

No.	Origine	Site d'Essais											
		Bérault				Pemel				Roche Blanche ¹			
		12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois	12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois	12 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois
		m											
1877	Costa Rica	1.9 a	3.2 a	5.5 a	7.9 b					1.3	3.9	4.9	8.8
4107	Costa Rica	2.0 a	3.3 a	5.2 a	7.9 b	2.2 a	3.8 a	5.5 a	7.9 a	1.7 a	3.8 a	5.0 a	7.7 ab
4108	Costa Rica	2.2 a	3.5 a	5.7 a	8.4 b	1.9 ab	3.1 a	4.4 b	7.5 a	1.5 a	3.1 b	4.1 b	6.8 b
4117	Costa Rica									1.5	3.9	5.5	9.7
4140	Costa Rica	2.5 a	4.5 a	6.7 a	10.2 a	2.0 ab	3.6 a	5.2 ab	8.1 a	1.6 a	3.8 a	4.9 a	8.1 ab
7488	Honduras	2.2 a	4.1 a	7.0 a	10.5 a	1.6 b	3.1 a	5.1 ab	8.8 a	1.7 a	3.9 a	5.4 a	8.7 a
X		2.16	3.73	6.01	9.01	1.92	3.40	5.07	8.07	1.65	3.66	4.84	7.80
SE		0.11	0.21	0.30	0.35	0.07	0.16	0.20	0.22	0.05	0.11	0.15	0.29
Pr>F		0.4528	0.1148	0.2490	0.0042	0.0256	0.1487	0.2149	0.2958	0.3000	0.0258	0.0089	0.0798
MSD _{0.05}		—	1.40	—	1.36	0.35	0.76 ¹	1.07 ¹	1.42 ¹	0.27 ¹	0.60	0.72	1.65

¹Les provenances 1877 et 4117 ne sont pas incluses dans les tests de comparaison des moyennes à cause du nombre insuffisant de répétitions. LSD_{0.05}

Annexe 4

Annexe 4. Moyennes de diamètre à l'hauteur de 1,30 m (DPH) et de diamètre à 0,10 m ($D_{0,1}$) de diverses provenances de *Cordia alliodora* après 60 mois de croissance dans 5 sites d'Haïti. Les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes selon le LSD Test, $\alpha = 0.05$.

		Site d'Essais											
		Bérault				Pemel				Roche Blanche ¹			
No.	Origine	24 Mois	36 Mois	60 Mois	60 Mois	24 Mois	36 Mois	60	60 Mois	24 Mois	36 Mois	60 Mois	60 Mois
		DPH	DPH	DPH	$D_{0,1}$	DPH	DPH	Mois	$D_{0,1}$	DPH	DPH	DPH	$D_{0,1}$
		cm											
1877	Costa Rica	3.5 a	7.1 ab	10.6 a	14.6 a					3.3	4.8	9.0	11.5
4107	Costa Rica	3.4 a	5.5 b	8.1 a	11.0 a	4.2 a	6.2 a	9.3 a	13.0 a	4.3 a	5.2 a	8.0 a	10.1 ab
4108	Costa Rica	3.9 a	6.5 ab	10.6 a	14.4 a	3.5 a	5.0 b	8.3 a	12.0 a	3.3 b	4.1 b	7.3 a	9.5 b
4117	Costa Rica									3.2	4.5	8.3	10.4
4140	Costa Rica	5.4 a	8.4 a	11.1 a	14.0 a	3.9 a	6.0 ab	9.1 a	12.7 a	4.2 a	5.1 a	8.6 a	11.2 ab
7488	Honduras	4.9 a	7.7 ab	10.3 a	13.4 a	3.4 a	6.1 ab	9.8 a	13.7 a	4.5 a	5.8 a	8.9 a	11.7 a
X		4.24	7.08	10.12	13.51	3.76	5.80	9.14	12.83	4.05	5.03	8.23	10.63
SE		0.31	0.37	0.44	0.59	0.19	0.24	0.35	0.33	0.18	0.19	0.29	0.36
Pr>F		0.1592	0.1221	0.2524	0.3136	0.2212	0.1314	0.3947	0.3426	0.0376	0.0080	0.2085	0.1137
LSD _{0,05}		2.35 ¹	2.70 ¹	2.94	4.01	0.86	1.16	1.90	2.00	0.836	0.84	1.64	1.91

¹Les provenances 1877 et 4117 ne sont pas incluses dans les tests de comparaison des moyennes à cause du nombre insuffisant de répétitions. MSD_{0,05}, après le Waller-Duncan Test.

HAITI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT
South-East Consortium for International Development
and
Auburn University

SECID/Auburn PLUS Reports

September 1996

Report No.

1. Status of Seed Orchards and Tree Improvement Trials in Haiti and Plan of Activities 1993-1994. by Joel C. Timyan, February 1993
2. A Review of PDAI and ADS II Project Technologies. by Dr. Marianito R. Villanueva, February 1993
3. Monitoring and Evaluation System for PLUS by Angelos Pagoulatos, April 1993
4. Rapport sur les recherches d'opportunités de commercialisation pour les produits agricoles dans les aires d'intervention du Projet PLUS. by Henry Jude Belizaire and John Dale (Zach) Lea, October 1993. (Revised March 1994).
5. Guide to the Literature and Organizations Involved in Agribusiness Research and Agribusiness Development in Haiti. by Henry Jude Belizaire and John Dale (Zach) Lea, August 1993
6. Evaluation of Tree Species Adaptation for Alley Cropping in Four Environments in Haiti. A. Establishment Phase. by Dennis A. Shannon and Lionel Isaac, November 1993
7. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys Executive Summary Recommendations. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean and Roosevelt St Dic, October 1993. Creole and English Versions available
8. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys Field Information Acquisition Guide and Methodology. by Richard A. Swanson, October 1993,
9. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Cap Haitien Region 3 by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, George Conde, October 1993
10. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys: CARE Northwest Regions 2, 3, & 4. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
11. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Jacmel Region 2. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
12. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys: PADF Mirebalais Region 3. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
13. Farmer Needs Assessment Exploratory Surveys PADF Les Cayes Region 1. by Richard A. Swanson, William Gustave, Yves Jean, Roosevelt Saint-Dic, October 1993
14. Food Marketing in Northwest Haiti: CARE Regions I - IV by Dr. Curtis Jolly and Nelta Jean-Louis, December 1993

15. Evaluation of Tree Species Adaptation for Alley Cropping in Four Environments in Haiti. B. First Year of Pruning. by Lionel Isaac, Dennis A. Shannon, Frank E. Brockman, June 1994
16. First Assessment and Refinement of the PLUS M&E System. by Angelos Pagoulatos, March 1994
17. Initial Financial Evaluation of Hedgerows. by John Dale "Zach" Lea, June 1993
18. Project Plus Baseline Information. by John Dale "Zach" Lea, February 1994
19. Water Harvesting and Small-Scale Irrigation by Kyung M. Yoo, October 1994
Special Report - Intervention Success Stories by Lea, Saint Dic, and Brockman, October 1993
20. Inventory of Crop Varieties in Haiti or with Potential Value in Haiti. by Ariel Azael, October 1994
21. Consultancy Report: Integrated Pest Management in Vegetable Gardens in Haiti by Keith A. Jones, October 1994
22. Rates of Adoption of PLUS Project Interventions Northwest Haiti by John Dale (Zach) Lea, July 1994
23. Impact of Tree Planting in Haiti: 1982-1995 by Glenn R. Smucker and Joel C. Timyan, April 1995
24. Gestion et Impacts des Rampes Vivantes PADF/ Camp-Perrin by Frisner Pierre, John Dale (Zach) Lea et Roosevelt St Dic, May 1995
25. Further Assessment and Refinement of the PLUS M&E System by Steven Romanoff, Donald Voth, and Malcolm Douglas, April 1995
26. Plant Disease Problems in Banana and Plantain in Haiti by R. H. Stover, June 1995
27. The Effects of Leucaena Hedgerow Management on Maize and Hedgerow Biomass Yields over Two Years of Cropping by Lionel Isaac, Dennis Shannon, Frank E. Brockman, and Carine Bernard, September 1995
28. Increasing the Marketability of Manioc and Breadfruit Products by Improving Processing Techniques by John Y. Lu, John Dale Lea, Louis R. Chery, and Dennis A. Shannon, January 1996
29. Soil Profile Descriptions for Agroforestry Research Sites in Haiti by Richard Guthrie, Lionel Isaac, Gerard Alexis, Carine Bernard, and Marguerite Blemur, December 1995
30. The effects of Alley Cropping and Other Soil Conservation Practices in Maize (Zea mays) Yields over Two years of Cropping by Lionel Isaac, Dennis A. Shannon, Frank E. Brockman and Carine R. Bernard, September 1996

Secid/Auburn University Agroforestry Reports

Report No.

1. Tree Planting in Haiti: A Socio-Economic Appraisal by Donald. R. Street, Sept 1989, 48 pages.
2. An Interim Report on Influences of Inoculation with Nitrogen-Fixing Symbionts on Reforestation Efforts in Haiti by R. Kent Reid, March 1989, 13 pages.

3. Short-Term Seedling Field Survival and Growth as Influenced by Container Type and Potting Mix by R. Kent Reid, Nov 1989, 46 pages.
4. Seedling Growth and Development in Different Container Types and Potting Mixes by R. Kent Reid, Oct 1989, 15 pages.
5. Microsymbiont Colonization and Seedling Development as Influenced by Inoculation Method: Rhizobium and Frankia by R. Kent Reid, Nov 1989, 15 pages.
6. * The Charcoal Market in Haiti: Northwest to Port-au-Prince by Donald R. Street, 1989. 26 pages.
7. Haiti Regional Tree Nursery Cost Study by Steve Goodwin, R. Kent Reid and Donald R. Street, Oct.1989, 19 pages.
8. The Pole Market in Haiti: Southwest to Port-au-Prince by Donald R. Street and Philippe A. Bellerive, Dec 1989, 21 pages.
9. Socio-Cultural Factors in Haitian Agroforestry: Research Results From Four Regions by Paul D. Starr, Dec 1989, 61 pages.
10. Impact Des Haies Vives Sur La Production Agricole by Pierre M. Rosseau, Gene A. Hunter and Marie-Paule Enilorac, Dec 12-15 1989, 14 pages.
11. Outline of Techniques for Use in Studying Agroforestry Hedgerows and Alley Cropping Systems in Haiti by A. G. Hunter, Pierre M. Rosseau and Marie-Paule Enilorac
12. Pathology of Nursery Seedlings in Haiti: Diseases, Their Etiology and Control by G.Brett Runion, R. Kent Reid and Walt D. Kelley, Jan 1990, 29 pages.
13. Technical Constraints in Haitian Agroforestry: Research on Tool Use and Need in Two Regions by Paul D. Starr, Dec 1989, 51 pages.
14. Financial Analysis of Selected Tree Operations in Haiti's Northwest and Central Plateau by Donald R. Street, Arthur G. Hunter and Philippe A. Bellerive, July 1990, 36 pages.
15. An Explorative Approach for Assessing Soil Movement on Hillside: Applications for Hedgerow Performance by Marie-Paule Enilorac, Pierre M. Rosseau and Arthur G. Hunter, Dec 1989, 20 pages.
16. Soil Profile Description For Selected Sites in Haiti by Richard Guthrie and Pierre M. Rosseau, Jan 1990, 72 pages.
- 17.* Assessment of Hedgerow Performances in the Haitian Context by Pierre M. Rosseau, Arthur G. Hunter and Marie-Paule Enilorac, Feb 1990, 41 pages.
- 18.* Results of a Survey of Farmers in Selected CARE and PADF Intervention Areas by Marie-Paule Enilorac and Pierre M. Rosseau. 1990.
19. Biological, Physiological and Environmental Factors Affecting the Health of Trees Important to Haiti by G. Brett Runion and Walter D. Kelley, Feb 1990, 101 pages.
20. Storage Conditions and Pre-Germination Methods for Seed of Selected Tropical Tree Species by Joel C. Timyan, Aug 1990, 23 pages.
21. Factors Affecting Seedling Mortality in Haitian Agroforestry by Harry Elver, 1990, 36 pages.

22. Agroforestry Research in Haiti: An Overview. by Paul D. Starr, Donald R. Street, R. Kent Reid and Fritz Vaval. 1990 Contains four papers: a) The Social Foundations on Haiti Agroforestry, b) The Economics of Haiti Agroforestry, c) Forest Tree Nurseries in Haiti, d) The Genetic Conservation of Native Tree Species.
23. A Geographical Information System (GIS) Approach to Locating Potential Planting Sites for the Catalpa Longissima Species (Chene) in Haiti. by Fritz Vaval and Douglas C. Brown, Nov 1990, 37 pages.
24. Effects of Seed Treatment Methods on Germination of Simarouba glauca var. Latifolia Cronq. by Fritz Vaval and Joel Timyan
25. Time Rate of Discounting and Decisions of Haitian Tree Planters. by Donald R. Street, Dec 1990, 17 pages.
26. First-Year Seedling Field Survival and Growth as Influenced by Planting Stock Type. by R. Kent Reid, Feb 1991, 65 pages.
27. A Financial Analysis of Selected Hedgerow Operations in Haiti's Southern and Northwestern Regions. by Philippe Bellerive, Jan 1991, 31 pages.
28. Alternative Techniques for Propagating Planting Stock: II. Small Plastic Sacks. by R. Kent Reid, March 1991, 15 pages.
29. Agroforestry Knowledge, Attitudes and Practices in Northwest Haiti. by Paul D. Starr, Sigrid d'Aquin and Kathleen L. Rorison, 1990, 75 pages.
30. The Effects of Alley Cropping and Fertilizer Application on Continuously-Cropped Maize. by Dennis A. Shannon, Wolfgang O. Vogel and Kapinga N. Kabalunapa, April 1991, 24 pages.
31. Development of Stock Quality Criteria. by R. Kent Reid, Sept 1991, 30 pages.
- 33.* Economic Indicators of Agroforestry II Strategy Implementation: Farm Income Analysis to Agricultural Project Analysis. by Kent D. Fleming and G. Edward Karch, Sept 1991, 35 pages.

Note: Report numbers 17, 18 and 33 are for restricted distribution.

Reports may be obtained by contacting the SECID/Auburn office in Haiti or by contacting

SECID.
1634 I Street, Suite 702,
Washington DC, 20006
Telephone: 202-628-4551
Facsimile: 202-628-4561

E-mail: SECID@aol.com
Telex: 215043 SECID CPEL