

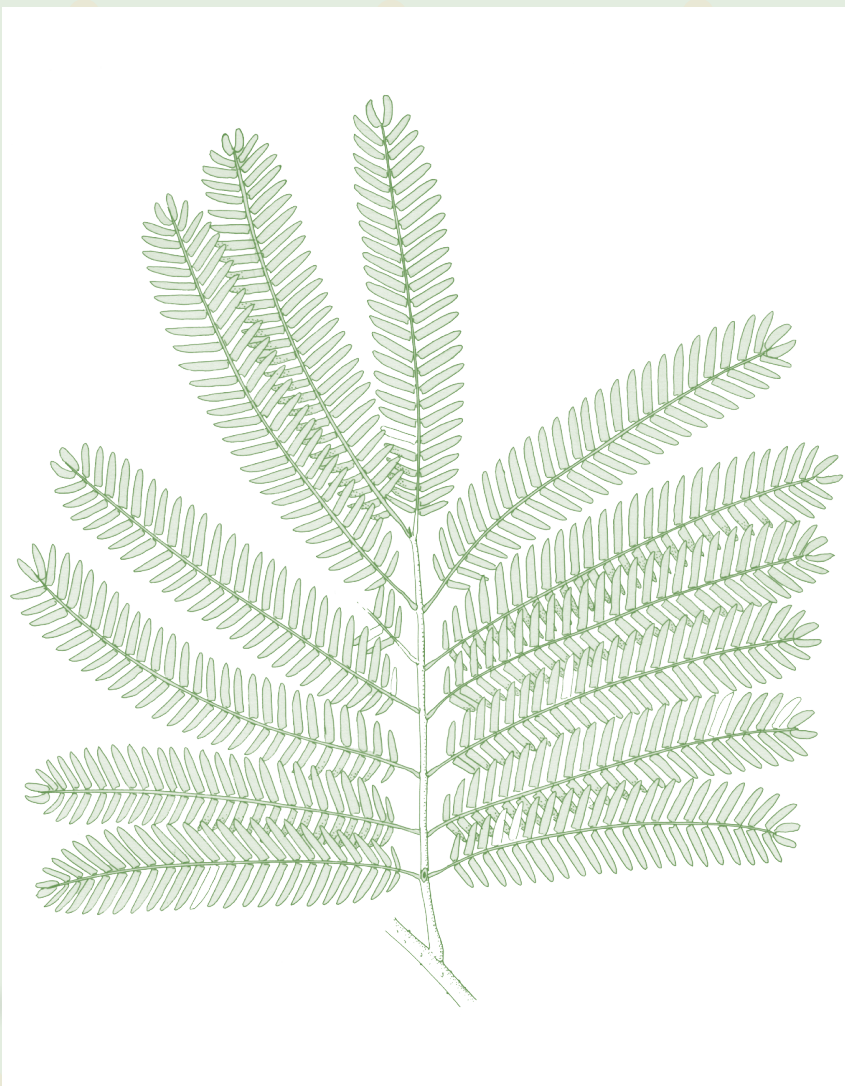
МОДУЛЬ 1

Стратегии сохранения видов

Изучение конкретного примера 1.1

Leucaena salvadorensis: генетическая изменчивость и сохранение

Дэвид Бошер



Благодарность

Редакторы данного учебного руководства по генетическим ресурсам лесов хотели бы поблагодарить Яркко Коскела и Барбару Винчети за их вклад в определение потребности в руководстве и за их постоянную поддержку во время его подготовки. Мы выражаем признательность за важные рекомендации контрольной группе ученых в Bioversity International Елизавете Гольдберг, Джозефу Турок и Лоре Снук, которые на разных этапах поддерживали этот проект.

Данное учебное руководство было апробировано в ходе выполнения нескольких учебных мероприятий по всему миру. Мы хотели бы с благодарностью отметить ценную обратную связь, полученную от многих слушателей и их преподавателей, в частности, Рикардо Алиа и Сантьяго Гонсалес-Мартинес из Национального института сельского хозяйства и продовольственных исследований (INIA), Испания, и Питера Кановски из Австралийского национального университета.

Мы хотели бы выразить особую благодарность Томасу Гебуреку, кафедра генетики Федерального научно-исследовательского и учебного центра по лесам, стихийным бедствиям и ландшафту (BFW), Вена, Австрия, за его обзор Конкретных примеров, представленных в этом модуле. Его ценные отзывы позволили значительно улучшить модуль.

Видеоролик «*Leucaena*: чудо-дерево или миф?», является результатом научно-исследовательских проектов, финансируемых Министерством международного развития Соединенного Королевства (DFID) в пользу развивающихся стран. Мнения, выраженные здесь, не обязательно совпадают с мнениями Научно-исследовательских программ Министерства Великобритании по международному развитию в области лесного хозяйства R3714, 4091, 4454, 4525, 4584, 4727, 5654 и R6296. Фотографии, использованные в презентации Power Point, являются собственностью Колина Хьюза, Дэвида Бошера, Королевских ботанических садов в Кью и журнала «New Scientist».

И, наконец, выпуск учебного руководства по генетическим ресурсам лесов был бы невозможным без финансовой поддержки Австрийского агентства сотрудничества в целях развития в рамках проекта «Развитие потенциала профессиональной подготовки и людских ресурсов для управления биологическим разнообразием лесов», реализованного Bioversity International в период 2004-2010 гг. Мы также хотели бы поблагодарить финансируемый Европейской комиссией Проект «SEEDSOURCE» за дополнительную финансовую поддержку.

Все иллюстрации переплета были выполнены Розмари Вайз, а макет был подготовлен Патрицией Тадза. Мы благодарим их за прекрасную работу.

При финансовой поддержке
Austrian

Development Cooperation

совместно с



Ссылка:

Бошер Д. 2011. *Leucaena salvadorensis*: генетическая изменчивость и сохранение.

Изучение конкретного примера и заметки преподавателя. Учебное руководство по генетическим ресурсам лесов.

Под редакцией Бошер Д., Бодзано М., Лу Дж., Рудебьжер П.
Bioversity International, Рим, Италия.
<http://forest-genetic-resources-training-guide.bioversityinternational.org>

ISBN 978-92-9043-887-8
ISSN 2223-0165

Bioversity International Via dei Tre Denari, 472/a
00057 Maccarese, Rome, Italy
© Bioversity International,
2011 Bioversity International является рабочим названием Международного института генетических ресурсов растений (IPGRI).

МОДУЛЬ 1

Стратегии сохранения видов

Изучение конкретного примера 1.1

Leucaena salvadorensis: генетическая изменчивость и сохранение

Дэвид Бошер, кафедра растениеводства Оксфордского университета

В настоящем Изучении конкретного примера представлена информация о *Leucaena salvadorensis* (Standley ex Britton & Rose), малоизвестном виде, который, до недавнего времени, в значительной степени игнорировался и которому не придавали значения лесоводы и ботаники. Используйте предлагаемую информацию для разработки стратегии генетического сохранения данного вида, находящегося под угрозой исчезновения, по географическому признаку (Сальвадор, Гондурас или Никарагуа), или с глобальной точки зрения международной организации, поддерживающей сохранение (например, ФАО). Данные стратегии должны учитывать как формы генетической изменчивости вида, так и условия лесного хозяйства/ социально-экономические условия в разных странах, и могут сочетать *in situ*, *ex situ* или другие меры по сохранению. **Убедитесь, что ваши рекомендации являются конкретными и подробными** (например, если вы рекомендуете сбор семян для *ex-situ* сохранения, укажите, из каких популяций, какое количество деревьев, какое количество семян, где вы будете их хранить, и т.д.). Кроме того, так как финансовые средства на сохранение будут ограничены, укажите относительную приоритетность действий. Упражнение выполняется согласно условиям 1990-х гг. как в плане статуса вида, так и ключевых характеристик страны. Поэтому, наиболее свежая информация и изменившиеся условия не включены в пример, поскольку они не имеют отношения к выполнению упражнения.

В ходе групповых обсуждений вы должны, в частности, подумать и ответить на следующие вопросы:

- Как вмешательство человека сформировало генетику *L. salvadorensis*?
- Какая система скрещиваний представлена – механизм распространения семян и пыльцы?
- Каковы уровни генетической изменчивости и как аллели распространяются среди популяций? Список локализованных, но типичных аллелей (см. Таблицу 2);
- Являются ли регионы происхождения, представленные на карте, действительными? – какие популяции различаются? Например, первые коллекционеры объединили участки Калаире и Чарко-Верде в один район происхождения – это правомочно? (Рис. 1-2, Таблица 1).

В вашей стратегии, вы должны подробно указать:

- какие существуют угрозы для *L. salvadorensis* (кратко-/долгосрочные) и какие популяции являются приоритетными? Какого типа должна быть такая приоритетная деятельность? **Перечислите проблемы** по типу: **генетические** (например, какие популяции являются слишком небольшими? См. Таблицу 1); **другие проблемы** (например, социальная, проблемы взаимодействия и ресурсов – см. разделы «Статус сохранения», «Ключевые характеристики стран»);
- какие используются методы сохранения - *in situ*, *ex situ*, on-farm (*circa*

situm)?

- какие социальные факторы ограничивают посадку и сохранение?
- что должны знать конечные пользователи и как вы передадите им эту информацию?
- **кто** будет осуществлять деятельность, **какую** деятельность, **где** и **как** вы будете ее оплачивать?

Введение

Существует около 22 видов *Leucaena*, все родом из Мексики, Центральной Америки и северной части Южной Америки. Один из них, *L. leucosephala*, пользуется популярностью из-за широкой доступности семян, простоты управления, потенциального роста, питательной ценности для скота, ассортимента продукции. *L. leucosephala* широко используется и поддерживается различными организациями как на международном уровне, так и в Центральной Америке в качестве придорожных и сельских насаждений, небольших лесопосадок и, в последнее время, живой изгороди, ограждений для защиты грунта и предотвращения ветроломов.

Однако, в последние годы стали очевидными биологические ограничения, связанные с распространением культивирования *L. leucosephala*. К ним относятся отсутствие засухоустойчивости, слабый рост на кислых почвах, низкая прочность древесины и восприимчивость к насекомым-дефолиаторам (*Heteropsylla cubana*). Эти ограничения отчасти связаны с ограниченным генетическим материалом, который был использован в ходе осуществления большинства программ создания насаждений, по трем основным факторам: 1) вид, в основном, является самоопыляющимся и, следовательно, имеет место близкородственное скрещивание, 2) недостаточно знаний о его естественном распространении, которое, как считается, приходится на Гватемалу и Мексику, и, следовательно, там может иметь место большая изменчивость, 3) культурный материал получен только от нескольких культивируемых деревьев из Мексики и Сальвадора.

Одним из способов разнообразить генетический материал *Leucaena* является использование других видов рода. Имеется пять видов *Leucaena*, встречающихся на территории Гондурас-Никарагуа-Сальвадор: *L. diversifolia*, *L. lempirana*, *L. multicapitulata*, *L. salvadorensis*, *L. shannonii* подвид *shannonii*. Шестой вид, *L. leucosephala* подвид *glabrata*, внедрен и широко культивируется во всех трех странах. *L. salvadorensis* был определен как потенциально ценный вид для программ лесовосстановления из-за его устойчивости к воздействию окружающей среды, высокого качества и традиционного использования продукции. Предварительные результаты испытаний видов, которые включают *Leucaena salvadorensis*, демонстрируют этот вид как потенциал для программ насаждений, как в Центральной Америке, так и в других тропических регионах. Тем не менее, данному ценному виду угрожает сильное обезлесение, и на данный момент необходимо принятие активных мер по сохранению.

Описание вида, его использование и статус сохранения

Таксономия и ботанические особенности

L. salvadorensis был описан Стэндли П.К. в 1925 году на основе ботанических образцов, собранных в восточном Сальвадоре в 1924 году. С тех пор этот вид игнорировался ботаниками/лесоводами, его редко, если вообще когда-либо, собирали и замечали, но до последних пятнадцати лет, когда его индивиду-

альность, особенности и потенциал стали более понятны.

Отсутствие подробного ботанического исследования и сбора в Центральной Америке до 1975 года было обусловлено тем, что ботаники и лесоводы упускали из виду *L. salvadorensis* и путали его с другими видами. Первоначально *L. salvadorensis* путали с *L. leucocephala*. Эта путаница усугублялась использованием обозначения «Сальвадорский тип» для описания гигантской древесной разновидности *L. leucocephala*, теперь известной как *L. leucocephala* подвид *glabrata*. Исследование в восточном Сальвадоре и вблизи Хокоро, проведенное в 1967 году профессором Дж.Л. Брюбейкером из Гавайского университета, выявило, что эта территория сильно обезлесена. Однако, на городской площади были обнаружены несколько деревьев Сальвадорского типа, и они были ошибочно определены как *L. salvadorensis*, обнаруженный Калдероном сорок лет назад. На самом деле эти деревья почти наверняка культивировались и принадлежали к *L. leucocephala*. Чистопородный *L. salvadorensis* не был обнаружен Брюбейкером, вероятно, потому что он теперь редкий вид в этом районе, как и в других частях своего естественного ареала. Таким образом, Брюбейкер решил считать *L. salvadorensis* синонимом *L. leucocephala*.

С конца 1970-х годов, ботанические исследования и сбор в Центральной Америке привели к открытию *L. salvadorensis* в Никарагуа и Гондурасе. В то же время, морфологические отличия *L. salvadorensis* от *L. shannonii* и *L. leucocephala* указывали на то, что он на самом деле представляет собой самостоятельный вид. *L. salvadorensis* можно отличить от других видов *Leucaena* по ряду морфологических признаков и географии. Дальнейшие различия в цитологии и особенностях роста на основе культурного материала с Гавайев также подтвердили правомочность выделения *L. salvadorensis*, как отдельного вида.

Характеристики дерева

L. salvadorensis растет деревом малого и среднего размера, лишенное шипов, как правило, 10-15 м в высоту, при 20-50 см диаметра ствола на высоте груди. Иногда взрослые деревья могут достигать 20 м в высоту и 70-100 см в диаметре. Деревья, как правило, ветвистые, пока молодые, но могут иметь короткий чистый ствол (штамб) до 5 м высоты, когда становятся старше. Вертикальные угловатые ветви образуют узкую, открытую крону. Кора молодых деревьев гладкая с металлическим оттенком или серо-коричневая, в то время как внутренняя кора оранжево-розовая. С возрастом кора приобретает более темный серо-коричневый цвет; появляются грубые и мелкие вертикальные трещины, а внутренняя кора становится темно-красной.

Фенология

Деревья полностью или частично облиственны, теряют часть или все свои листья в сухой сезон за один - четыре месяца. В середине-конце сухого сезона (февраль-апрель), после опадения стручков, происходит большой всплеск цветения, который часто совпадает с безлистностью. В течение ряда недель деревья покрыты сладко пахнущими цветками, которые посещают большое количество мелких видов пчел. Мелкие пчелы обрабатывают поверхность цветочных головок для получения пыльцы и, скорее всего, играют активную роль в опылении. Распускание листьев происходит постепенно в апреле / мае, в тот же период формируются небольшие незрелые стручки. Стручки созревают в течение примерно 10-12 месяцев, и семена рассеиваются под действием силы тяжести.

L. salvadorensis производит сравнительно мало семян по сравнению с *L. leucocephala*. Обильное цветение и плодоношение наблюдается только через 2-3 года причем, редко формируется более одного стручка на цветочную головку, в то время как *L. leucocephala* обильно цветет и плодоносит

через 1 год, с образованием 5-20 стручков на цветочную головку. В естественных популяциях *L. salvadorensis*, урожай семян варьируется от района к району, из года в год. *L. salvadorensis* является самонесовместимым видом случайного скрещивания, что может объяснять, почему урожай семян выше в густых лесонасаждениях и ниже в случае отдельных деревьев. Незрелые стручки могут быть повреждены сильными ветрами раннего сухого сезона, что может еще более понизить урожай семян в естественных лесонасаждениях. Семена, хранящиеся при низкой температуре (5°C), могут сохранять свою жизнеспособность на протяжении многих лет (>20).

Распространение

L. salvadorensis встречается в Сальвадоре, Гондурасе и Никарагуа в сезонно-сухом тропическом лесу на южных склонах, обращенных в сторону Тихого океана, на высоте 200-800 м (иногда на высоте до 1000 м) над уровнем моря (см. Рисунок 1). Многие засухоустойчивые виды флоры приурочены к очень длинному и суровому сухому сезону. Этот сухой лес богат видами, включая до 300 местных видов деревьев. Климат в естественном ареале *L. salvadorensis* крайне сезонный, как правило, с 5-7 месяцами сухого сезона. Годовое количество осадков колеблется примерно от 800 до 2000 мм, а средняя годовая температура от 25 до 30°C. Сухой сезон всегда суровый и продолжительный, а иссушающие ветры раннего сухого сезона дуют по всему ареалу. Вид занимает четко определенный, в основном, смежный ареал. Он был обнаружен практически исключительно на южных прибрежных склонах Тихого океана и изредка на плоских прибрежных равнинах. Следует также отметить, что его ареал редко пересекается с другими видами *Leucaena*. Единственным исключением является *L. shannonii*, но и в этом случае два вида, в основном, существуют отдельно.

Почвы в районах произрастания *L. salvadorensis* являются слаборазвитыми и неглубокими, в основном, вулканического происхождения. Почвы подверглись серьезной деградации вследствие палевого земледелия, высушивания и эрозии. Почвы крайне каменистые, мелкие, скелетные и, в целом, свободно осушаемые. Предварительные районы широкомасштабного происхождения были определены в качестве основных для проведения сбора семян (см. Рисунок 1). Основные водосборы, преимущественно, использовались в качестве практической основы для определения районов происхождения, за исключением западных и восточных районов, где были использованы национальные границы между Гондурасом/Сальвадором и Гондурасом/Никарагуа.

Использование и потенциальная ценность лесонасаждений

L. salvadorensis высоко ценится местными сообществами в качестве источника получения ряда видов продукции. Деревья могут давать прямые столбы, а они используются при традиционном строительстве домов в качестве угловых стоек большого диаметра и в конструкции крыши. Деревья *L. salvadorensis* иногда обрабатываются обрезкой для получения подходящих столбов при строительстве дома. Древесина считается прочной и устойчивой к гниению при контакте с землей. По словам местных жителей, угловые стойки, вбитые в землю сохраняются 15-20 лет. Древесина также является отличным топливом, так как она плотная, легко расщепляется и сушится. Плотность *L. salvadorensis* (0,81) незначительно превышает плотность *L. leucosephala* (0,5-0,7), при наличии обильной ядровой древесины с самого раннего возраста (например, 56% в возрасте 5 лет). Производство древесной биомассы *L. salvadorensis* находится на высоком уровне – 22 тонны сухой массы/га/год в возрасте 4 лет.

Деревья дают порослевые побеги после периодической рубки или подрезания верхушек, и за ними можно ухаживать таким образом. Естественное возобновление ощипывается крупным рогатым скотом и, следовательно,

растение может иметь кормовое значение. Предварительные исследования его питательной ценности свидетельствуют о высокой перевариваемости, но низких вкусовых качествах. Традиционное использование *L. salvadorensis* фермерами на полях в отдельных районах Гондураса и Никарагуа указывает на потенциал вида для агролесоводства. *L. salvadorensis* может выращиваться в плантационной культуре, отдельными насаждениями, а также в ряде других агролесоводческих/агроскотоводческих систем. В некоторых регионах, *L. salvadorensis* был изучен в ходе серии испытаний по обрезке аллей/сохранению почв и высаживался в междурядьях вместе с кукурузой, сорго и вигной.

В Центральной Америке отсутствуют доказательства того, что *L. salvadorensis* представляет угрозу как сорняк, и, учитывая скудный урожай семян по сравнению с другими видами *Leucaena* (например, *L. leucocephala*), он вряд ли будет являться агрессивным в случае посадки в другом регионе. Наиболее распространенным способом размножения *L. salvadorensis* в своем ареале является естественное возобновление при защите растений (и порослевых побегов) от пожаров и выпаса животных.

Вредители и болезни

Листоблошка (*Heteropsylla Cubana*) – мелкое сосущее насекомое, родом из Центральной Америки, повреждающее молодые побеги и листья видов *Leucaena*. *H. cubana* очень мобильна и при массовом размножении может вызвать дефолиацию, а иногда и гибель деревьев. *L. salvadorensis* подвергся воздействию листоблошки в Гондурасе и на Гавайях, но сравнительные исследования устойчивости других видов *Leucaena* проведены не были. Семена могут быть сильно повреждены жуком-зерновкой.

В 1990 году была обнаружена болезнь семян в семенном саду *L. salvadorensis*. При предварительном анализе выявлен грибковый комплекс видов *Ravenelia* и *Fusarium*, вызывающий повреждение и гниение стручка. Вид *Ravenelia* может быть патогенным, а *Fusarium*, вероятно, является вторичной инфекцией. Были проведены наблюдения и установлена возрастающая гибель *L. salvadorensis* с симптомами отмирания побегов и последующим усыханием ветвей. При проведении сравнительных наблюдений за видами *Leucaena* в Гондурасе, *L. salvadorensis* продемонстрировал один из самых низких показателей выживаемости (74–84%) по сравнению с другими видами этого рода. Причины такого явления остались неизвестными, но, вероятно, это следствие слабой приспособляемости к условиям обитания.

Результаты испытаний

По росту растений в высоту в раннем возрасте *L. salvadorensis* превосходил обширный ряд других видов *Leucaena* в ходе испытаний на различных участках в Гондурасе. В испытаниях также участвовали некоторые известные местные виды растений, в том числе, *Albizia saman*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hymenaea courbaril*, *Swietenia humilis*, а также другие экзотические виды. Тем не менее, необходимо проведение дополнительных исследований для выяснения конкретных почвенно-климатических факторов. Ограниченные испытания не выявили различий в зависимости от происхождения видов, хотя были предложены предварительные зоны их происхождения на основе распространения видов, топографии и высоты местности над уровнем моря (см. Рисунок 1 и раздел «Распространение»).

Статус сохранения

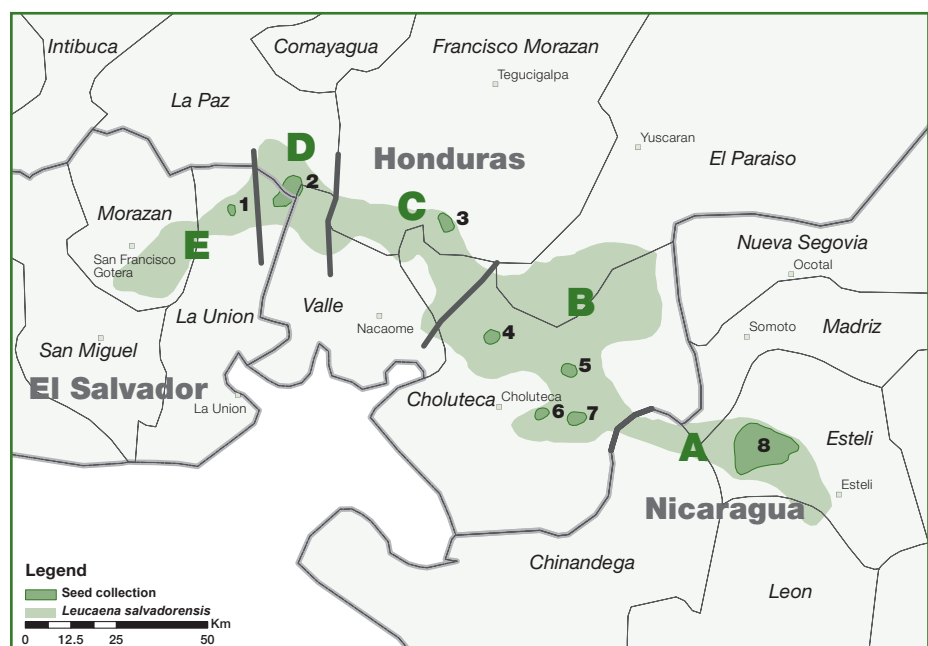
Сухой лес является наиболее деградировавшим и находящимся под угрозой исчезновения типом леса в Центральной Америке. В историческом прошлом, он преобразовывался для других видов землепользования, таких как выращивание культур и выпас скота, путем масштабной вырубki ценных пород деревьев и дровяного леса. Осталось менее 2% ненарушенного сухого тро-

пического леса в Центральной Америке, и лишь 0,08% на территории национальных парков или других заповедных территорий. Деградация последних остатков нетронутого леса усугубляется пожарами, которые часто случаются во время сухого сезона. После них земля освобождается для выращивания сельскохозяйственных культур.

Деградация естественного, природного сухого леса была особенно сильной на территории большинства частей ареала *L. salvadorensis*. В настоящее время известны лишь несколько небольших участков леса на крутых недоступных склонах и в оврагах. Генетические ресурсы *L. salvadorensis*, вероятно, сильно деградировали в результате такой потери естественного лесного покрова. Деревья *L. salvadorensis* часто встречаются на оставшихся остаточных участках леса в Гондурасе. На холмах в окрестностях Сан-Хуан-де-Лимай (северная часть Никарагуа) плотность населения более низкая и лесной покров здесь не только лучше сохранился, но и *L. salvadorensis* встречается чаще, чем в других районах.

Деградация смягчалась традиционной агролесоводческой практикой, которая включает сохранение *L. salvadorensis* на полях фермерами в местах естественного ареала вида. В результате вид встречается чаще, чем в обедненном естественном лесном покрове. *L. salvadorensis* намеренно сохраняется и охраняется фермерами в своих хозяйствах, на полях, в живых изгородях, хотя традиционно посадка данного вида не производится. Без такого сохранения и охраны *L. salvadorensis* встречался бы крайне редко и находился бы под угрозой исчезновения. Возможное истощение генетической базы *L. salvadorensis*, вызванное высокими темпами обезлесения, в последнее время усугубляется беспорядочной посадкой *L. leucocephala* в тех районах, где *L. salvadorensis* произрастает в естественных условиях. Непрерывному традиционному использованию *L. salvadorensis* угрожает практика введения *L. leucocephala* и его популяризации для лесонасаждений ведомствами по вопросам развития. Акцент на *L. leucocephala* в программах лесонасаждений создает опасность традиционному сохранению *L. salvadorensis* в агролесоводческих системах. Это может значительно ускорить гибель *L. salvadorensis*.

Рисунок 1. Естественный ареал *Leucaena salvadorensis* (заштрихованная область). Цифры (1-8) означают соответствующий номер популяции в Таблице 1. Буквы (A-E) означают районы, разделённые жирными линиями (см. объяснение в разделе “Распространение”)



Генетическая изменчивость в естественных популяциях

Генетическая изменчивость и дифференциация популяций *Leucaena salvadorensis* изучались в 8 популяциях (в пределах популяций и между ними) в местах естественного ареала вида в Центральной Америке. Меры генетической изменчивости были определены с помощью электрофореза изоферментов ткани семени.

Сбор семян

Были отобраны образцы в восьми популяциях, представляющих весь естественный ареал *L. salvadorensis* (Рисунок 1 и Таблица 1). Популяции сильно деградированы и фрагментированы. Это рассеянные остатки лесов, вторичные кустарники, рассеянные деревья на полях, в живой изгороди и приусадебных участках. По каждой популяции были проанализированы 60 семян от перекрестного опыления из, по меньшей мере, 6, а, как правило, 20, материнских деревьев (например, 3 семени от каждого из 20 материнских деревьев; 6 семян от 10). Величина выборки различалась в зависимости от наличия семян. Расстояния между отобранными деревьями существенно различались в зависимости от величины популяции и степени человеческого вмешательства в неё. Размеры популяций (Таблица 1) значительно различались: от крупных – которые включали более 1000 особей (Сан-Хуан-де-Лимай), средних – более 100 особей (например, Сан-Антонио-дель-Норте), до только 16 деревьев в единственной популяции в Сальвадоре (Нуэва-Эспарта), из которых только три дерева были старыми, что означает очень малый эффективный размер популяции.

Таблица 1. Данные по популяциям *Leucaena salvadorensis*.

№*	Популяция	Страна	Широта	Долгота	Высота над уровнем моря /мм	Среднегодовое кол-во осадков /мм	Кол-во деревьев в популяции	Кол-во деревьев, с которых были взяты образцы
1	Нуэва-Эспарта	Сальвадор	13°48'N	87°50'W	320	2200	16	6
2	Сан Антонио Делл-Норте	Гондурас	13°52'N	87°41'W	200-400	2200	224	20
3	Рио-Накаоме	Гондурас	13°45'N	87°18'W	650-780	1200	120	10
4	Ла-Гарита	Гондурас	13°26'N	87°11'W	480-600	1120	500	20
5	Ла-Галера	Гондурас	13°22'N	87°01'W	500	2037	181	14
6	Калаире	Гондурас	13°15'N	87°06'W	350-500	2037	700	20
7	Чарко-Верде	Гондурас	13°16'N	87°00'W	540	2037	79	6
8	Сан-Хуан-Де-Лимай	Никарагуа	13°12'N	86°29'W	500-900	850	>1000	20

Примечание: * означает соответствующие цифры на Рисунке 1

Анализ данных

Для каждой популяции были рассчитаны стандартные меры генетического разнообразия, в том числе доля полиморфных локусов (P), среднее число аллелей на локус (A), а также генетическое разнообразие или ожидаемая гетерозиготность (H_e) и наблюдаемая гетерозиготность (H_o). Дифференциация популяций была исследована с помощью F -статистики Райта и статистики генетического разнообразия Нея. Генетическое расстояние Нея было рассчитано среди пар популяций и используется в иерархическом кластерном анализе популяций (Рисунок 2). Связь между генетической дифференциацией и географическим ареалом была исследована

Таблица 2. Частоты аллелей в семи полиморфных локусах в «естественных» популяциях *Leucaena salvadorensis*

Локус	Аллель	Популяция								Среднее значение
		1) НЭС	2) САН	3) RIO	4) ГАР	5) ГАЛ	6) КАЛ	7) ЧВ	8) СХЛ	
<i>Pgm-1</i>	a	-	-	0,085	-	-	-	-	-	0,008
	b	1,000	0,925	0,415	0,092	0,508	0,817	0,450	0,608	0,595
	c	-	0,075	0,500	0,908	0,492	0,183	0,512	0,392	0,397
					*				*	*
<i>Pgm-2</i>	a	0,750	0,983	-	0,050	0,412	0,142	0,483	0,483	0,431
	b	-	-	-	0,050	0,017	0,342	-	0,067	0,062
	c	0,250	0,017	1,000	0,900	0,567	0,517	0,517	0,450	0,508
		*			*					*
<i>Pgi-2</i>	a	0,667	0,417	0,427	0,292	-	0,475	0,492	0,608	0,422
	b	0,117	0,300	0,256	0,425	-	0,283	-	0,212	0,197
	c	0,217	0,283	0,317	0,283	1,000	0,242	0,508	0,175	0,381
		*			*		*			*
<i>Pgi-3</i>	a	0,367	-	-	-	0,292	0,083	-	0,692	0,187
	b	-	-	-	-	0,342	-	-	-	0,045
	c	0,633	1,000	-	0,150	-	0,808	-	-	0,337
	d	-	-	1,000	0,850	0,367	0,083	1,000	0,308	0,428
	e	-	-	-	-	-	0,025	-	-	0,003
		*				*	*			*
<i>Pgd-1</i>	a	-	0,475	0,512	0,450	0,467	0,508	0,500	-	0,358
	b	-	-	-	0,150	-	-	0,025	0,950	0,147
	c	1,000	0,525	0,488	0,400	0,533	0,492	0,475	0,050	0,496
					*			*		*
<i>Idh-1</i>	a	0,150	0,117	0,281	0,175	-	0,392	-	-	0,133
	b	0,467	0,267	0,342	0,208	1,000	0,267	0,092	0,100	0,343
	c	0,375	0,592	0,342	0,617	-	0,333	0,908	0,900	0,515
	d	0,008	0,025	0,037	-	-	0,008	-	-	0,009
		*								*
<i>Idh-2</i>	a	0,492	0,492	0,390	0,458	0,458	0,708	0,467	0,200	0,461
	b	0,212	0,217	0,402	0,483	0,300	-	0,025	0,292	0,235
	c	0,292	0,292	0,195	0,058	0,242	0,292	0,508	0,508	0,303
	d	-	-	0,012	-	-	-	-	-	-
		*			*			*		*

Примечания: * значительное отклонение от ожиданий Харди-Вайнберга при $P < 0,05$. Популяции: NES – Нуэва-Эспарта, SAN – Сан-Антонио-дель-Норте, RIO – Рио-Накаоме; GAR – Ла-Гарита; GAL – Ла-Галера, CAL – Калаире; CV – Чарко-Верде; SJL – Сан-Хуан-де-Лимай. Локус: PGM – фосфоглюкомутаза; PGI- фосфоглюкоза изомераза; Pgd – фосфоглюконатдегидрогеназа; Idh-изоцитратдегидрогеназа.

посредством регресса значений потока генов (Nm), рассчитанных для всех пар популяций по расстоянию между парами популяций (Таблица 4 и Рисунок 3).

Результаты

В четырех ферментных системах были определены семь полиморфных локусов (Таблица 2). Среднее число аллелей на локус (A), % полиморфных локусов (P), среднее значение наблюдаемой (H_o) и ожидаемой гетерозиготности Харди-Вайнберга (H_e) приведены в Таблице 3. Среднее число аллелей на локус в популяции колебалось от 2,14 (Чарко-Верде) до 2,86 (Калаире). Доля полиморфных локусов в популяциях колебалась от 71% в Ла-Гарите до 100% в Сан-Хуан-де-Лимай и Калаире. Среднее значение H_o колебалось от 0,300 (Нуэва-Эспарта) до 0,495 (Калаире). Наиболее изменчивой популяцией по всем критериям была Калаире, а наименее изменчивой в отношении A были Ла-Галера и Чарко-Верде, а Нуэва-Эспарта в отношении H_o .

L. salvadorensis продемонстрировал относительно высокий уровень генетической дифференциации между популяциями (в среднем 0,316; значения могут колебаться от 0 – популяция не отличается, до 1 – популяция сильно отличается по аллелям и частоте). Сходства между популяциями (Рисунок 2) и слабая (незначительная) отрицательная корреляция между генетическими и географическими расстояниями ($r = -0,17$, Таблица 4) продемонстрировали общее отсутствие географических связей. Некоторые географически близкие популяции (например, Ла-Галера, Калаире) не смогли объединиться, в то время как для других (например, Сан-Антонио-дель-Норте, Нуэва-Эспарта) это стало возможным. Текущее распространение видов очень неоднородно, и, вероятно, это связано с недавней масштабной вырубкой сухих лесов. Полученные данные свидетельствуют о том, что это уже привело к некоторой дифференциации популяций и фиксации некоторых аллелей, возможно, в связи с эффектом основателя от сокращения размера популяции. Однако, размеры популяций, вероятно, оставались достаточно крупными, чтобы поддерживать высокий уровень генетического разнообразия в пределах отдельных популяций.

Таблица 3. Генетическая изменчивость в популяциях *L. salvadorensis* в семи локусах изоферментов.

Популяция	Средне число аллелей в локусе (A)	% полиморфных локусов * (P)	Среднее значение гетерозиготности	
			Наблюдаемая (H_o)	Ожидаемая (H_e)
1) Нуэва-Эспарта	2,29	71,4	0,300	0,372
2) Сан-Антонио-дель-Норте	2,43	85,7	0,350	0,363
3) Рио-Накаоме	2,57	71,4	0,460	0,442
4) Ла-Гарита	2,71	71,4	0,374	0,423
5) Ла-Галера	2,14	71,4	0,445	0,405
6) Калаире	2,86	100,0	0,495	0,496
7) Чарко-Верде;	2,14	85,7	0,393	0,380
8) Сан-Хуан-де-Лимай	2,43	100,0	0,355	0,419
Среднее значение	2,51	79,2	0,394	0,599

Примечание: * локус считается полиморфным, если частота самого широко распространенного аллеля не превышает 0,95.

Рисунок 2. Генетическое сходство (несмещенное генетическое расстояние Нея) между популяциями *L. salvadorensis*

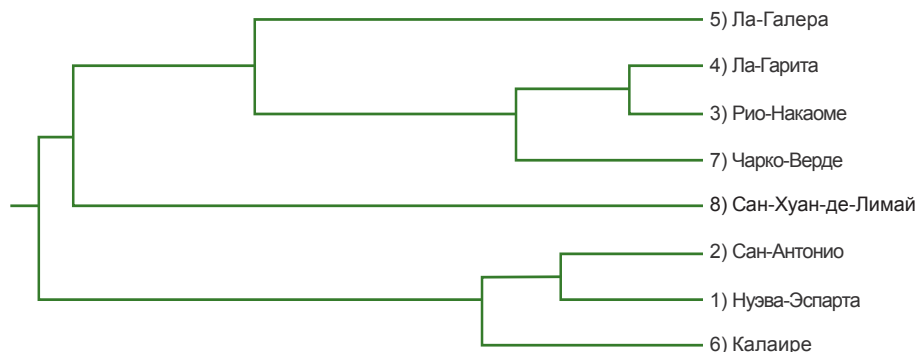
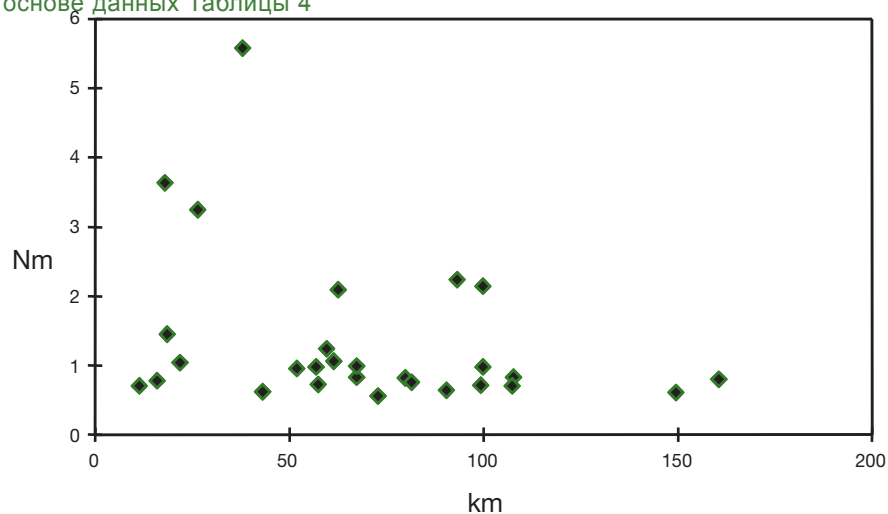


Таблица 4. Поток генов (N_m - количество мигрантов на поколение) под заштрихованной диагональной линией и географическое расстояние (в км) над заштрихованной диагональной линией между популяциями *L. salvadorensis* (подробную информацию см. в Таблице 1). Корреляция между потоком генов и географическим расстоянием: $r = -0,17$

Популяция	1) НЭС	2) САН	3) РИО	4) ГАР	5) ГАЛ	6) КАЛ	7) ЧВ	8) СХЛ
1) НЭС	-	18,0	57,5	81,4	99,8	99,8	107,4	160,5
2) САН	3,64	-	43,1	72,9	90,4	93,2	99,3	149,6
3) РИО	0,72	0,62	-	37,9	52,0	59,7	62,5	107,7
4) ГАР	0,76	0,56	5,58	-	18,5	21,8	26,4	79,9
5) ГАЛ	0,78	0,64	1,45	1,06	-	15,9	11,3	61,4
6) КАЛ	2,14	2,24	1,24	1,04	0,96	-	11,0	67,3
7) ЧВ	0,70	0,71	2,09	3,25	0,98	0,99	-	56,8
8) СХЛ	0,80	0,70	0,83	0,82	0,61	0,83	0,98	-

Рисунок 3. Связь между потоком генов между популяциями (N_m - количество мигрантов на поколение) и географическим расстоянием (км); на основе данных Таблицы 4



Ключевые характеристики стран и организаций

(Источник: выдержки из документов, поданных странами в IPGRI, от 1998 года)

Сальвадор

- Площадь: 21 040 км². Административные районы: муниципалитеты в составе 14 Департаментов;
- Население: 6 000 000
- Сезоны: Сухой (Ноябрь-Апрель), дождливый (Май-Октябрь);
- Количество осадков: 1500-2500 мм в год;
- 3 климатические зоны: Жаркая - 0-800 м над уровнем моря,
Умеренная - 800-1200 м над уровнем моря,
Холодная - 1200-2700 м над уровнем моря.
- Флора Сальвадора включает несколько эндемичных видов;
- Сельское хозяйство является основным видом экономической деятельности. Для управления сельскохозяйственными/ лесохозяйственными ресурсами, были классифицированы несколько зон: интенсивное культивирование, постоянное культивирование, лесное хозяйство, неустойчивое сельскохозяйственное использование. Основными культурами, представляющими значение для экономики, являются: кофе, хлопок, сахарный тростник, зерновые, мексиканская пенька (агава сизалевая), семена масличных культур (пальмовое масло), табак, фрукты и овощи.

Местные генетические ресурсы растений

- В связи с тревожным ухудшением генетических ресурсов растений, в 1985 году Национальный центр сельскохозяйственных и лесных технологий (CENTA) разработал Программу генетических ресурсов растений, которая акцентирует свое внимание на 3 областях (ботанические сады и коллекции, семенные фонды, культура тканей), отдавая приоритет видам, имеющим потенциал в сфере продовольствия/питания и медицины.
- Обезлесение в Сальвадоре неуклонно растет, в связи с высокой плотностью населения (261/км²), в сочетании с экономическими факторами, которые оказывают значительное давление на лесные массивы. Ежегодный показатель обезлесения составляет 4500 га, что удовлетворяет спрос на лесную продукцию, в первую очередь на топливную древесину (расчетная годовая потребность 4,5 млн. м³). Это потребность, главным образом, сельских домохозяйств и малых предприятий, производящих кирпич, соль и известь и т.п.
- Институциональные усилия по лесовосстановлению были минимальными по сравнению с обезлесением. Программы лесовосстановления, действующие в Сальвадоре, ориентированы на удовлетворение спроса на топливо и древесину в сельском строительстве, использующем, не только экзотические виды, но и местные виды *Gliricidia* и *Leucaena*. Последние два рода преобладают в текущих программах лесовосстановления, но цифры относительно площадей посадки недоступны. Многие программы лесовосстановления акцентировали внимание также на создании охраняемых территорий.
- Ниже перечислены виды, находящиеся под угрозой исчезновения:

Вид	Семейство	Местное название
<i>Abies guatemalensis</i>	Сосновые	Pinabete
<i>Acacia centralis</i>	Бобовые, подсемейство Мимозовые	Quebracho
<i>Aerponax lanchonocephalus</i>	Аралиевые	Mano de León
<i>Agronanda racemosa</i>	Зонтичные	Ciprés silvestre

Вид	Семейство	Местное название
<i>Amyris elemifera</i>	Рутовые	Roldán
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Кутровые	Jabillo, cordel
<i>Astianthus viminalis</i>	Бигнониевые	Chilca
<i>Beilschmiedia mexicana</i>	Лавровые	Aguacate macho
<i>Bocconia glaucifolia</i>	Маковые	Brasil
<i>Bumelia celastrina</i>	Сапотовые	Hormigo Repollo
<i>Capparis calciphila</i>	Каперсовые	Palo de pólvora
<i>Capparis tuerckhemi</i>	Каперсовые	Cedro peludo
<i>Cedrela tonduzii</i>	Мелиевые	
<i>Colubrina gloverata</i>	Крушиновые	
<i>Conostegia icosandra</i>	Меластомовые	Ciren de árbol
<i>Меластомовые</i>	Ciren de árbol	Manune rojo
<i>Cordia collococca</i>	Бурачниковые	Manune rojo
<i>Cordia salvadorensis</i>	Бурачниковые	
<i>Cosmibuena matudae</i>	Мареновые	Hoja de cohete
<i>Dalbergia funera</i>	Бобовые, подсемейство Мотыльковые	Funera
<i>Diospyros nicaraguensis</i>	Эбеновые	Ébano
<i>Erythea salvadorensis</i>	Пальмовые	Palma de sombrero
<i>Esenbeckia litoralis</i>	Рутовые	Matazanillo
<i>Eugenia pachyphloea</i>	Миртовые	
<i>Eupatorium ruae</i>	Сложноцветные	
<i>Exostema caribaeum</i>	Мареновые	Quina
<i>Exostema mexicanum</i>	Мареновые	Quina
<i>Exothea paniculata</i>	Сапидиновые	Cuillote
<i>Ficus morazaniana</i>	Тутовые	Amate
<i>Ficus rensoniana</i>	Тутовые	
<i>Gliricidia guatemalensis</i>	Бобовые, подсемейство Мотыльковые	
<i>Guaiacum sanctum</i>	Парнолистниковые	Guayacán
<i>Guapira witsbergeri</i>	Ночевые	Siete camisas
<i>Guatteria anomala</i>	Анноновые	
<i>Haematoxylon brassiletto</i>	Бобовые, подсемейство Мимозовые	Brasil
<i>Hampea reynae</i>	Мальвовые	Majagua
<i>Hampea stipitata</i>	Мальвовые	
<i>Hauya ruacophyllia</i>	Кипрейные	Guayabillo
<i>Leucaena shannonii</i>	Бобовые, подсемейство Мимозовые	Hormiguillo rojo
<i>Lonchocarpus michelianus</i>	Бобовые, подсемейство Мотыльковые	Chaperno
<i>Lysiloma multifoliolatum</i>	Бобовые, подсемейство Мимозовые	
<i>Matudae trinervia</i>	Гамамелисовые	Ujushte
<i>Maytenus chiapensis</i>	Бересклетовые	Escobo blanco
<i>Miconia prasina</i>	Меластомовые	

Вид	Семейство	Местное название
<i>Mimosa platycarpa</i>	Бобовые, подсемейство Мимозовые	
<i>Ormosia macrocalyx</i>	Бобовые, подсемейство Мотыльковые	Pito
<i>Parathesis acuminata</i>	Мирсиновые	
<i>Parathesis congesta</i>	Мирсиновые	Amaranto silvestre
<i>Phyllanthus acuminatus</i>	Филлантовые	Jocotillo
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	Бобовые, подсемейство Мотыльковые	Palo de marimba
<i>Quercus esesmilensis</i>	Буковые	
<i>Quetzalia reynae</i>	Бересклетовые	Pato de palomo
<i>Robinsonella speciosa</i>	Мальвовые	Mozoton
<i>Simira calderoniana</i>	Мареновые	Limpiadientes
<i>Synardisia venosa</i>	Мирсиновые	Cerezo
<i>Taxus globosa</i>	Тиссовые	
<i>Thouina acuminata</i>	Сапиндовые	
<i>Ulmus mexicana</i>	Вязовые	Mezcal
<i>Viburnum mortonianun</i>	Жимолостные	
<i>Weinmannia balbisiana</i>	Кунониевые	Malacate
<i>Wimmeria cyclocarpa</i>	Бересклетовые	Lupita
<i>Zanthoxylum aguilarii</i>	Рутовые	Pochote de tierra

Деятельность по in situ сохранению

- Рост численности населения и рост городов привели к тому, что менее 3% территории страны покрыто девственным или коренным лесом.

Лесное хозяйство и генетические ресурсы растений

- Каждый год, совместно со Службой лесного хозяйства, Министерство природных ресурсов разрабатывает план по сбору семян как экзотических, так и местных видов лесных деревьев. Семенной фонд Службы лесного хозяйства собирает зародышевую плазму, в основном, видов, которые требуются для проектов лесовосстановления. Среди наиболее часто используемых: *Tectona grandis* (тик), *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. deglupta*, *E. tereticornis*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Cassia siamea*, *Tabebuia donnell-smithii* и *T. rosea*.
- Семенной фонд Службы лесного хозяйства является единственным официальным учреждением, которое собирает семена, хотя наблюдается увеличение частных коллекционеров семян. Наряду с выращиванием саженцев в питомниках, в целях лесовосстановления и коммерциализации используются семена. Рост популяризации лесных ресурсов привел к оптимальным ценам на семена.

Программа генетического улучшения в реализации лесного хозяйства

Раньше сбор проводился семенным фондом в пределах определенной территории, используя несколько технических критериев и собирая только с деревьев с нужной формой. В 1983-1991 гг. Проект CATIE (Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energia и ее приемник Madeleña) внедрил в Сальвадоре семена некоторых лесных видов из семенного фонда CATIE для сравнения приспособляемости к местным условиям. Оценка данного материала проводилась посредством полевых испытаний, управляемых как семенные питомники, для получения семян тех видов, которые зарекомендовали себя

как наиболее приспособляемые, например, *Tectona grandis* (тик), *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. tereticornis*, *Leucaena leucocephala*, *Acacia mangium*, *Colubrina ferruginosa*. Семена распространяются Службой лесного хозяйства путем продажи или дарения. В рамках соглашения CATIE-DGRNR семенной фонд также собирает и распространяет семена через сеть учреждений. Распространение должно соответствовать целям популяризации и увеличения лесного покрова.

Цели, стратегии, программы и национальное законодательство

В 1989 году правительство Сальвадора разработало программу экономического и социального развития, которая выявила необходимость реализации экологической стратегии для обеспечения постоянной охраны окружающей среды и развития альтернативных методов сокращения текущих экологических проблем. Для этого в Министерстве сельского хозяйства и животноводства была учреждена должность Исполнительный секретарь по вопросам охраны окружающей среды (SEMA).

В число задач SEMA включается Планирование деятельности Агентства по охране окружающей среды и развития, а также план действий лесного хозяйства по Сальвадору. Оба документа были сформулированы таким образом, чтобы они предусматривали участие национальных учреждений (государственных и частных) и НПО, в содействии созданию лесных насаждений для получения энергии (биомассы), увеличивая производство и поставку топливной древесины, в то же время сохраняя некоторые местные заповедники. Для сохранения природных территорий были созданы такие инструменты, как Закон о сохранении дикой природы, а также соглашения, подписанные с СИТЕС, с целью предупредить коммерциализацию лесных видов, находящихся под угрозой исчезновения.

Гондурас

- Площадь: 112 492 км². Административные районы: муниципалитеты в рамках 18 департаментов;
- Высота над уровнем моря: от уровня моря до 2 872 м над уровнем моря;
- Население: 5 200 000 человек, 64% домашних хозяйств находится за чертой бедности, 71% из них - в сельской местности (1993 г.);
- ВВП: 116 долларов США на душу населения - наименьший показатель в Центральной Америке. Распределение доходов находится ниже среднемирового уровня, ситуация ухудшается в сельской местности, где доходы >80% населения не удовлетворяют основные потребности.

Лесные ресурсы

Площадь территории, определяемой как лес, т.е. лесная площадь 77 886 км². Только около 50% этой территории на самом деле покрыто лесом.

- За 25-летний период с 1965 по 1990 г. лесной покров сократился на 14 283 км² (20,1%). Сокращение было более заметным в широколиственных лесах, там потери составили 12 250 км² (30,1%).
- Основными причинами обезлесения являются: мигрирующее сельское хозяйство, масштабный выпас крупного рогатого скота/животноводство и пастбищные угодья, чрезмерное использование деревьев для производства древесного топлива, а также лесные пожары, которые наносят ущерб на площади 20 000 га ежегодно.
- Сельскохозяйственный сектор в Гондурасе разделен на части. Большинство фермерских хозяйств небольшие по размеру, управляются крестьянами, которые используют в основном местные семена/материал и традиционные, формы деятельности, в том числе палевое земледелие, ручной посев, часто на склонах с уклоном, превышающим 30%. С другой

стороны, крупные промышленные лесонасаждения и животноводство, занимающие большие площади лучших сельскохозяйственных земель, особенно во внутренних долинах, на равнинах, а также долинах побережья Атлантического океана.

Лес засушливой зоны

- Лес засушливой зоны включает большое разнообразие широколиственных видов деревьев, которые произрастают в районах с небольшим количеством осадков и высокой температурой воздуха во внутренних долинах и на равнинах побережья Тихого океана в южных районах.
- Основные древесные породы в этих лесах: *Swietenia humilis*, *Albizia longepedata*, *Bombacopsis quinata*; они находятся под угрозой исчезновения вследствие чрезмерного использования, изменения формы землепользования и отсутствия управления.
- Проект CONSEFORH (Proyecto Conservación y Mejoramiento de los Recursos Forestales de Honduras) был начат в 1985 году с целью сохранения генетической основы этих видов, а также для получения улучшенных семян для лесовосстановления.
- К другим видам, находящимся под угрозой исчезновения в этой зоне, относятся: *Escentia alata*, *Simarouba glauca* (семена используются для изготовления мыла), *Bursera simaruba* (древесина при изготовлении палочек для чистки зубов), а также *Guayacan guatemalensis*.

Лесное законодательство

- Меры, направленные на устойчивое управление этими лесами, изложены в Законе о модернизации и развитии сельскохозяйственного сектора, являющемся частью Законодательного постановления No.31-92 от 5 января 1992 года.
- Статья 71 Закона предусматривает, что эксплуатация, коммерциализация и индустриализация (внутренняя и внешняя) лесоматериалов и другой лесной продукции может осуществляться только в соответствии с действующим законодательством.
- Статья 73 и Постановление 54 предписывают, что планы управления, включающие оценку воздействия на окружающую среду, должны быть обязательными и стать стандартной процедурой.

Управление генетическими ресурсами растений

Существующее законодательство должно определять политику осуществления наибольшего контроля за лесом и управления им (как на охраняемых территориях). В настоящее время, отсутствие квалифицированного персонала и оборудования не позволяют этого.

- *Ex-situ* сохранение в Гондурасе и в других странах Центральной Америки, является, видимо, лучшим способом достижения сохранения генетических ресурсов растений в условиях возрастающих угроз и исчезновения лесных видов. По этой причине, в 1977 году CONDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal) начала программу генетического улучшения деревьев. Впоследствии, в 1987 году ESNACIFOR начал разработку проекта CONSEFORH с конкретными целями сохранения и генетического улучшения лесных ресурсов. Это двусторонний проект правительства Гондураса и Соединённого Королевства.
- Начиная с 1987-1994 гг., семена различных видов, находящихся под угрозой исчезновения, собирались CONSEFORH в сухих, влажных и хвойных лесах. Среди видов представлены: *Pinus tecunumanii*, *P. caribaea* (разновидность *hondurensis*), *Cordia alliodora*, *Bombacopsis quinata*, *Albizia niopoides*, *Albizia guachapele*, *Swietenia humilis* и *Leucaena salvadorensis*.
- CONSEFORH организовала: 1) испытания по выявлению происхождения, с целью определения наилучших его источников, 2) испытания потомств, с целью исследования внутривидовой изменчивости, 3) семенные питомники для производства улучшенных и отобранных семян, используя

современные модели, а также с целью сохранения генетических ресурсов, 4) лесохозяйственные испытания и демонстрации.

- ESNACIFOR предоставляет семенной фонд, который обеспечивает сбор семян с отобранных деревьев.

Цели, стратегии, программы и национальное законодательство

- Цели и задачи, установленные Правительством по развитию генетических ресурсов растений Гондураса, связаны с применением Конвенции о биологическом разнообразии.
- Законы и нормативные акты по сохранению и управлению природными ресурсами были созданы с учетом следующего: принцип устойчивости, закон о модернизации сельского хозяйства, указ 31-92 и его положение 6 (Аспекты лесного хозяйства) посредством соглашения 1039-93, а также указы, которые защищают все районы дикой природы (которые, соответственно, поддерживают *in situ* сохранение). Например, Указ 87-87, который защищает все влажные тропические горные леса.

Никарагуа

- Площадь: примерно 130 244 км² Административные районы: муниципалитеты в рамках 15 Департаментов и 2 района самоуправления (автономные сообщества).
- Высота над уровнем моря: от уровня моря до 2 438 м над уровнем моря.
- Население: 5 700 000 человек, 48% домашних хозяйств находится за чертой бедности (1998 г.), 42% населения проживает в сельской местности.

35% площади страны покрыты лесами. Темпы обезлесения являются самыми высокими в Центральной Америке – около 100 000-150 000 га/год, в основном, за счет преобразования земель в сельскохозяйственных целях. Сохранение лесных генетических ресурсов труднореализуемо в стране, где отсутствует соответствующая политика сохранения лесов, и это создает особые трудности при использовании местных видов в долгосрочных программах генетического улучшения. В 1991 году Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG и BSF), Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов (MARENA), в сотрудничестве с датской администрацией международного развития (DANIDA), начали стратегию обеспечения семенами, улучшения деревьев, а также *in situ* и *ex situ* сохранения генетических ресурсов. Она включает местные виды и места происхождения повышенной коммерческой и/или социально-экономической ценности, которые, кроме того, подвергаются опасности генетического истощения или исчезновения. Также включены экзотические виды, представляющие важное значение для развития лесного хозяйства в Никарагуа. В рамках стратегии были созданы семенной фонд и лесонасаждения сохранения, в основном, на территории проекта, в 79 км на северо-запад от столицы Манагуа.

Цели стратегии

Стратегия обеспечения семенами, улучшения деревьев и сохранения генетических ресурсов имеет следующие цели:

- приобретение и предоставление лесных генетических ресурсов высокого качества и в достаточном количестве с целью удовлетворения национального и международного спроса;
- генетическое улучшение лесохозяйственных видов повышенной коммерческой и / или социально-экономической ценности;
- сохранение важных лесохозяйственных видов и мест их происхождения, которые подвергаются опасности или находятся под угрозой исчезновения и / или в процессе быстрой генетической эрозии;
- популяризация использования лесных генетических ресурсов высокого генетического качества и распространение результатов и информации

по улучшению лесных пород и сохранению генетических ресурсов среди пользователей как на местном, так и региональном уровнях.

Таблица 5. Приоритетные виды в основных экологических зонах Никарагуа

Приоритеты	Засушливая зона	Горная/предгорная зона	Влажная зона
Виды высокого приоритета	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Отсутствуют	<i>Pinus caribaea</i>
Виды среднего приоритета	<i>Azadirachta indica</i> <i>Bombacopsis quinata</i> <i>Gliricidia sepium</i>	<i>Pinus tecunumanii</i>	<i>Tectona grandis</i>
Виды, включенные в специальные программы научно-исследовательских работ	<i>Cedrela odorata</i> <i>Swietenia humilis</i>	<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cedrela odorata</i> <i>Swietenia humilis</i>
Виды низкого приоритета	<i>Albizia guachapele</i> <i>Albizia saman</i> <i>Caesalpinia velutina</i> <i>Callycophyllum candidissimum</i> <i>Cassia siamea</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Dalbergia retusa</i> <i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Leucaena leucocephala</i> <i>Leucaena salvadorensis</i> <i>Simarouba glauca</i> <i>Tabebuia rosea</i>	<i>Calliandra calothyrsus</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Juglans olanchana</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Pinus maximinoi</i>	<i>Acacia mangium</i> <i>Calliandra calothyrsus</i> <i>Carapa guianensis</i> <i>Cordia alliodora</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Dalbergia tucurensis</i> <i>Gmelina arborea</i> <i>Terminalia ivorensis</i> <i>Vochysia guatemalensis</i>

В 1991 году техническая группа CMG и BSF разработала первую стратегию по улучшению деревьев и сохранению генетических ресурсов в Никарагуа. Эта стратегия акцентировала внимание на засушливых зонах страны и первоначально включала 19 местных и 8 внедренных лесных видов, рекомендованных для использования в секторе лесного хозяйства Никарагуа, и в отношении которых создание лесонасаждений и сохранение семенных питомников считались приоритетными видами деятельности. Сохранение разнообразия лесных видов и мест происхождения являлось важным вопросом. При отборе видов руководствовались их экономическим значением, высоким настоящим и вероятном будущем спросе на семена, многочисленными способами использования, опасностью их исчезновения и / или генетической эрозии.

В 1994 году стратегия была пересмотрена и расширена с целью охвата всей страны. Для ее реализации, страна была разделена на три основные экологические зоны: 1) засушливая (25 000 км²), 2) предгорная (20 000 км²); 3) влажная (75 000 км²). К 1992 году *Pinus caribaea* (влажная зона) и *Eucalyptus camaldulensis* (засушливая зона) составили большую часть промышленных лесонасаждений. Тем не менее, в последние годы было очевидным значительное увеличение использования местных лиственных видов для производства высококачественной древесины или в агролесоводческих системах.

Улучшение деревьев

Программы улучшения будут иметь три уровня интенсивности, в зависимости от важности видов: масштабный уровень, промежуточный уровень, интенсивный уровень.

Масштабный уровень будет применяться в отношении видов второстепенного значения. Будут организованы семенные питомники или лесонаса-

ждения с обширной базой генетического материала из 50-100 неродственных, фенотипически исключительных деревьев одного и того же происхождения. Эти семенные питомники/лесонасаждения будут служить в качестве селекционных популяций, а также лесонасаждений для производства семян.

Промежуточный уровень будет использоваться в отношении видов промежуточного приоритета. Промежуточный уровень был разработан по следующим двум аспектам: 1) обеспечение улучшения вида, представляющего определенное значение, хотя он не включен в интенсивную программу; 2) подготовка гибкой программы генетического улучшения в случае изменения приоритетов. На всех уровнях, рассматривается применение многостороннего подхода к популяциям, а сохранение будет тесно связано с улучшением. Семенные питомники будут организованы с использованием перекрёстно-опыляющихся потомств 30-60 (в некоторых случаях и более) отобранных, неродственных плюсовых деревьев. По каждому виду может быть создано несколько семенных питомников. Первоначально эти семенные питомники будут также использоваться для испытания потомств с целью получения информации о генетической ценности материнских деревьев.

Интенсивный уровень включает два вида высокого приоритета: Eucalyptus camaldulensis, Pinus caribaea. Более детальные планы улучшения будут разработаны для максимального увеличения урожайности и других экономических характеристик, в целях повышения выгод лесного сектора в различных экологических зонах. При составлении таких планов улучшения, экономические и людские ресурсы, имеющиеся у CMG и BSF, будут подвергнуты реальной оценке.

Сохранение генетических ресурсов лесов

Усилия по сохранению генетических ресурсов лягут в основу всей работы по улучшению деревьев и будут осуществляться: 1) *in situ* - для видов и мест происхождения, которым придается высокий приоритет, и которые имеют подтвержденную генетическую ценность; 2) *ex-situ* - в качестве дополнения к *in-situ* стратегиям по этим же видам, а в некоторых случаях также по видам с более низким приоритетом. *In-situ* сохранение будет возможно только в тех районах, где давление на лесохозяйственные ресурсы допускает устойчивое управление. В большинстве случаев потребуются дополнительное *ex situ* сохранение. Стратегия признает необходимость определения приоритетных видов и мест происхождения в целях сохранения и управления ресурсами для удовлетворения потребностей в сохранении. Необходимо принять срочные меры для *in situ* сохранения некоторых из естественных мест происхождения *P. caribaea*, в том числе Аламикамба, представляющей международное значение. Другими видами, представляющими повышенную экономическую ценность и включенными в стратегию, являются *Bombacopsis quinata*, *Swietenia humilis*, *S. macrophylla*. До сих пор, Юкуль – место происхождения *P. tecunumanii*, который оказался лучшим местом происхождения в ходе международных испытаний, является единственным, в отношении которого CMG и BSF осуществили эффективную деятельность по *in-situ* сохранению.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация Организации Объединенных Наций

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) проводит международные усилия по борьбе с голодом. Работая в развитых и развивающихся странах, ФАО выступает в качестве нейтрального форума, где государства встречаются «на равных» для обсуждения условий соглашений и проведения политических дискуссий. ФАО также является источником знаний и информации, оказывая содействие странам в модернизации и улучшении сельского, лесного и рыбного хозяйства, а также обеспечении достаточного питания для всех людей.

Работа ФАО делится на две категории. *Регулярная программа* финансируется за счет взносов 191 члена ФАО и охватывает функции ФАО в качестве: 1) международного секретариата по вопросам лесного хозяйства, рыболовства и сельского хозяйства, 2) форума между государствами, 3) источника технических, правовых и политических специалистов в этих областях. Посредством своей *Полевой программы* ФАО оказывает помощь правительствам и помогает в разработке и реализации национальных и региональных стратегий, направленных на устойчивое развитие сельских районов. Принцип технического содействия ФАО в целях развития заключается в поддержке национальных институтов и помощи в создании национального и местного потенциала в районах, охваченных проектами. Ниже представлены пять основных задач Департамента лесного хозяйства ФАО, согласно среднесрочному плану 1992-1997 гг., которые в равной степени относятся к *Регулярной* и *Полевой программам* в области лесного хозяйства:

- оказывать содействие странам в повышении производительности и устойчивого использования лесных и древесных ресурсов, с целью максимального увеличения их вклада в сельское и социально-экономическое развитие;
- содействовать сохранению лесных экосистем и интеграции лесов и деревьев в системы землепользования;
- содействие увеличению ценности лесной продукции – как древесной, так и недревесной;
- поддерживать полное участие и справедливое распределение выгод среди всех людей, зависимых от лесохозяйственной деятельности, в особенности наиболее уязвимых групп;
- предоставлять консультации по вопросам стратегии и планирования национальным органам, занимающимся вопросами лесного хозяйства.

В рамках *Регулярной программы* была создана Группа экспертов ФАО по генетическим ресурсам лесов в соответствии с инструкциями 14-й сессии Конференции ФАО (1967, Пункты 244, 245): «244. *Генетические ресурсы лесных деревьев... Признается тот факт, что, так как техногенное развитие имеет место как в менее, так и в более развитых районах мира, резервы генетической изменчивости, сохраняемые в естественных лесах, были вытеснены или вытесняются в возрастающих масштабах. Кроме того, усилия по изучению и сбору генетических ресурсов лесов были недостаточными и плохо согласованными в мировом масштабе.* 245. *Конференция обратилась к Генеральному директору с просьбой учредить Группу экспертов по генетическим ресурсам лесов для содействия планированию и координации усилий ФАО по изучению, использованию и сохранению генетических ресурсов лесных деревьев и, в частности, оказания помощи в подготовке детальной краткосрочной программы и разработке проекта долгосрочной программы действий ФАО в этой области, а также предоставления информации правительствам государств-членов».* Регулярная программа ФАО является более ограниченной по масштабам, чем Полевая программа, однако, с помощью Группы экспертов, она выделяет средства на конкретные действия, направленные на содействие сохранению и использованию генетических ресурсов лесов (ГРС), зачастую особых видов. В 1994/95 гг. она выделила 82 000 долларов США 23 странам (в среднем 3 600 долларов США на грант, максимум 11 000 долларов США и минимум 2 000 долларов США) совместно с национальными институтами на разведку, сбор семян, распространение, *in situ* и *ex situ* сохранение, а также организацию и оценку полевых испытаний.

Более крупная Полевая программа ФАО включала примерно 61 проект (общий объем внешнего финансирования составил 120 млн. долларов США). Основная деятельность по этой Программе осуществлялась в одной или более следующих сфер, связанных с ГРЛ: 1) закупка семян деревьев; 2)

улучшение деревьев и сохранение ГРЛ; 3) сохранение природных ресурсов и охрана природы; 4) лесопользование. Тем не менее, большинство проектов были предназначены для стран Африки и Азии/Тихоокеанского региона (как количество проектов, так и общий объем денежных средств), и только 8 стран Латинской Америки/Карибского бассейна. Ни одна страна из засушливых тропических районов этого региона не участвовала в Программе. Проекты акцентировали внимание на *in situ* сохранении экосистем и устойчивом лесопользовании.

Источники информации

Данное исследование основывается, главным образом, на следующих источниках:

- Hellin JJ, Hughes CE. 1993. *Leucaena salvadorensis*: conservation and utilization in Central America [*Leucaena salvadorensis*: сохранение и использование в Центральной Америке]. Serie Miscelánea de CONSEFORH 39-21/93. CONSEFORH, Siguatepeque, Honduras.
- Lopes A. 1996. The effects of forest fragmentation on genetic variation in *Leucaena salvadorensis* populations [Влияние фрагментации лесов на генетическую изменчивость в популяциях *Leucaena salvadorensis*]. Unpublished MSc dissertation. Univ. of Oxford.

Учебное руководство по генетическим ресурсам лесов

МОДУЛЬ 1 Стратегии сохранения видов

- 1.1 *Leucaena salvadorensis*: генетическая изменчивость и сохранение
- 1.2 *Talbotiella gentii*: генетическая изменчивость и сохранение
- 1.3 *Shorea lumutensis*: генетическая изменчивость и сохранение

МОДУЛЬ 2 Деревья вне лесов

- 2.1 Сохранение разнообразия древесных пород в агролесах какао в Нигерии
- 2.2 Разработка вариантов сохранения двух видов деревьев за пределами лесов

МОДУЛЬ 3 Цепь поставок семян деревьев

- 3.1 Эффект бутылочного горлышка при восстановлении *Araucaria nemorosa*
- 3.2 Посадка деревьев в фермерских хозяйствах в Восточной Африке: как обеспечить генетическое разнообразие?

МОДУЛЬ 4 Управление лесным хозяйством

- 4.1 Воздействие выборочной рубки на генетическое разнообразие двух амазонских древесных пород
- 4.2 Может ли выборочная рубка ухудшить генетическое качество последующих поколений посредством дисгенетической селекции?
- 4.3 Сохранение *Prunus africana*: пространственный анализ генетического разнообразия для управления недревесной продукцией леса

МОДУЛЬ 5 Степень локальности – масштаб адаптации

- 5.1 Отбор посадочного материала для восстановления лесов на тихоокеанском побережье северо-запада США
- 5.2 Адаптация к местным условиям и восстановление лесов в Западной Австралии

Будут опубликованы и другие модули, в том числе: лесоводство, окультуривание деревьев, восстановление лесов, генетическая модификация