

gama de especies de aves que visitan los cacaotales de Talamanca. Aunque es probable que estos animales dependen fuertemente de los bosques cercanos como fuente de alimento y hábitat, su presencia en los cacaotales indica que se les utiliza como corredores.

Las fincas varían dependiendo de si se ubican en los el Valle o en las Laderas (< 300 m altitud) de las Reservas Indígenas. En la Ladera, donde viven las comunidades Cabecares, las fincas son mas grandes, tienen hasta 35 ha de bosque, 7 ha de potrero, 1 ha de cacao, 5 ha de barbechos (vegetación secundaria densa, hasta 7 m de altura, 3-5 años de edad), 0.5 ha de maíz, 0.5 ha de arroz y 0.25 ha de frijol. En el Valle, donde viven las comunidades Bribris, las fincas no tienen bosque, y si lo tienen, son pequeños (5-10 ha), tienen 3 ha de barbechos, 2-3 parcelas de banano, que suman 1.0-1.5 ha por finca y 2-3 lotes de cacao, que suman 1.5-2 ha por finca. El lote promedio de cacao es de 0.9 ha (rango entre 0.25 – 2.0 ha por lote). El área cultivada con plátano, si existe, es de 1 ha. Los bosques de galería son mas comunes en el Valle que en la Ladera, pero se encuentran más deteriorados.

Plátano y banano sin sombra se pueden observar en la planicie aluvial de los principales ríos del Valle de Talamanca. La producción de plátano, casi siempre a pleno sol, viene acompañada de manejo agronómico con agroquímicos. Banano con sombra se puede encontrar en el valle y en las colinas. Los bananales con sombra tienen típicamente menos sombra que los cacaotales; la densidad arbórea en bananales es la mitad de la de los cacaotales (Guiracocha et al 2000, Suarez 2001) y el dosel consta de un solo estrato de sombra alta, muchas veces constituida por árboles nativos. Rodales de laurel a bajas densidades en bananales se pueden observar en varios sitios. Plátano con rodales puros de laurel también se observan en los bancos aluviales a lo largo de los ríos principales (Telire y Sixaola).

El dosel de sombra de los cacaotales del Valle contiene muchos laureles de regeneración natural, guabas, varias especies de frutales como mamón chino (*Nephelium lappaceum*), aguacates (*Persea* spp.) y naranja (*Citrus sinensis*) y pejivayes (*Bactris gasipaes*). En las Laderas el dosel de sombra incluye varias especies remanentes del bosque, incluyendo surá (*Terminalia amazonica*), fruta dorada (*Virola* spp.), ojoche (*Brosimum* spp.), almendros de montaña (*Dypterix panamensis*) y varias especies de palmas (incluyendo, Chonta, *Iriartea exhorrida*, y otras). Ciertas especies arbóreas son abundantes en ciertas regiones, por ejemplo, jabillos, chilamates, cedro amargo (*Cedrela odorata*) y cocos (*Cocos nucifera*) son muy comunes en los cacaotales del Valle. son más comunes en el Valle; en cambio, cola de pavo (*Cupania cinerea*, una especie muy apreciada para leña porque arde aunque no esté seca) y pilón (*Hyeronima oblonga*), una madera semi-dura muy apreciada para construcción, son más abundantes en la Ladera. En ambas zonas, los doseles de sombra son bastante irregulares en su distribución espacial, con zonas de parches densos y otras zonas desprovistas de sombra en un mismo lote. Estudios en el Ecuador muestran resultados similares (Boa et al 2000).

Los cacaotales tienen cuatro estratos verticales bien diferenciados: piso, inferior (< 8m), intermedio (9-20 m) y alto (40-45 m). En la Ladera, el estrato alto está

compuesto por especies remanentes del bosque y en el Valle, por laureles, cedros y sangrillos (*Pterocarpum officinalis*). El estrato intermedio contiene mayormente árboles de guaba, frutales exóticos, pejivayes y cola de pava. Se observa mayor variedad de frutales en el Valle que en la Ladera. Muchos frutales fueron introducidos mediante viveros comunales hace 14 años. El cacao y el banano intercalado forman el estrato inferior. La composición botánica del piso del cacaotal varía dependiendo de si la sombra es densa o rala, de modo que las gramíneas son notorias en los cacaotales del Valle con poca sombra mientras que en cacaotales viejos con mucha sombra, el piso no tiene vegetación, solo una gruesa capa de hojarasca. Los agricultores ralean y plantan árboles en los cacaotales.

La diversidad florística y estructural de los cacaotales se relaciona directamente con el número de nichos, hábitats y recursos disponibles para la fauna silvestre. Los cacaotales más complejos estructuralmente ofrecen mayores oportunidades de hábitat y alimentación a un mayor número de especies animales.

Se pueden identificar varias tipologías cacaoteras:

- Cacaotales con una sola especie de sombra, casi a pleno sol y un solo estrato vertical. Son comunes en el Valle (ej. planicie Tsuiri-Cachabri), el dosel de sombra contiene 10-20 árboles medianos por hectárea o < 5 árboles/ha cuando se trata de árboles grandes, como jabillos (*Hura crepitans*) o chilamates (*Ficus* spp.) y mucha heterogeneidad espacial en la distribución de sombra dentro del lote. El dosel de sombra puede estar constituido únicamente de árboles de laurel de regeneración natural, guaba (*Inga* spp.) plantada o abundantes bananos (*Musa* spp.)
- Cacaotales con sombra de guaba mezclada con laurel (con y sin banano), dos o tres estratos de sombra
- Cacaotales diversificados con más de 10 especies arbóreas en el dosel de sombra, muchas de ellas residuos del bosque natural o mantenidas en los cacaotales mediante regeneración natural. Más de 200 tallos/ha, dosel de sombra a 30 m o más de altura, tres o más estratos.
- Policultivos de frutales con cacao en condiciones de huerto casero, muy cercanos a las viviendas.

La permanencia del cacao en el paisaje de Talamanca se encuentra amenazado por la baja disponibilidad de mano de obra familiar y los bajos rendimientos del cacao. Por ejemplo, productores jóvenes (quienes están recibiendo las fincas de sus padres o mayores) están eliminando el cacao y plantando plátano o granos básicos; productores viejos, interesados en mantener el cacao, no lo eliminan sino que solo lo recepan y plantan el sitio con musáceas o granos. La recepa no mata a las plantas de cacao, las

cuales posteriormente rebrotan y permiten reestablecer la producción en 3-4 años. Este sistema de manejo visualiza al cacaotal como un barbecho cultivado, en un esquema de recepa-cultivo-rebrote que aprovecha la fertilidad acumulada en la hojarasca (la renta forestal del cacaotal) y la biomasa recepada para obtener buenos rendimientos de los cultivos asociados. Se requiere mejorar la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad de estos cacaotales para evitar la expansión de cultivos menos diversos y pobremente estructurados (ej. granos y plátano) que reduzcan el potencial de las fincas para conservar biodiversidad.

LA ESTRATEGIA TALAMANQUEÑA

Se puede mejorar la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad en los cacaotales de Talamanca mediante:

- Diagnostico y planificación agroforestal de fincas y cacaotales
- Enriquecimiento y estructuración vertical del dosel de sombra con especies útiles para la familia (consumo y venta), animales domésticos (alimento) y fauna silvestre (alimento y hábitat)
- Aumentar la productividad del cacaotal (cacao, fruta, madera, fauna, etc.)
- Racionalizar el aprovechamiento de la biodiversidad (cacería, extracción de palmas, etc.)
- Regular poblaciones productivas, plagas o en peligro de extinción
- Sensibilizar, capacitar e involucrar a los productores en el monitoreo, conservación y manejo sostenible de la biodiversidad en sus fincas
- Incorporar la información sobre biodiversidad y producción sostenible en las estrategias de certificación y comercialización de los productos del cacaotal.

LAS ACCIONES

Planificación agroforestal de fincas

Con la aplicación del análisis agroforestal (Somarriba 1998): 1) Se identifican las oportunidades para manejar óptimamente el componente leñoso perenne de cada finca; y 2) Se elabora un plan de rehabilitación por finca. La rehabilitación la realizan los agricultores, integrados en Juntas de Trabajo, coordinadas y asistidas técnicamente por un equipo de promotores locales capacitados y supervisadas por el equipo técnico del Proyecto.

Doseles de sombra

Se manipula el dosel de sombra para: 1) crear las condiciones microambientales adecuadas para la buena producción de cacao, lo que puede involucrar raleo de árboles en parches con mucha sombra (anillamiento se utiliza comúnmente para eliminar árboles) y selección de regeneración o plantación de árboles en parches sin sombra. y 2) Enriquecer y estructurar verticalmente el cacaotal, de modo que se favorezca la conservación de la biodiversidad.

Se utilizan varios criterios, por ejemplo, se da preferencia a nativas, maderas de excelente calidad aunque crezcan lento, se atiende de emergencia a las especies amenazadas por sobre-explotación (*C. odorata*), se prefieren especies que aportan alimento o hábitat para fauna (silvestre y doméstica) o que producen resinas, gomas, nueces y otros sub-productos no perecederos de alto valor y poco peso.

Se puede introducir germoplasma superior de frutales. Los frutales son a la vez alimento para la familia, los animales domésticos (gallinas y cerdos) y para la fauna silvestre y constituyen una fuente potencial de dinero por la venta de frutas. Los cacaotales son focos de atracción de la fauna porque contienen una alta riqueza y abundancia de frutales. Incrementando la diversidad, calidad y producción de los frutales de la finca, se mejora la producción sostenible y la conservación de la biodiversidad.

Manejo del cacao

Los cacaotales se plantan por siembra directa de 2-3 semillas que dan origen a 1-2 tallos por sitio (lo que complica el manejo de la arquitectura de la planta), no se podan, no se fertilizan y no se deschuponan, por lo que crecen muy altos (7-8 m) y muy cerrados, lo que favorece a la monilia y deprime la floración. Los rendimientos son bajos, unos 200 kg ha⁻¹ año⁻¹. Se pretende reducir la altura de planta a unos 3-4 m para facilitar y abaratar la cosecha y el control de la monilia; el reemplazo de plantaciones sexuales por plantaciones injertadas de porte bajo es un meta a mediano plazo. Se utiliza un grupo de viveros comunales para acopiar y reproducir y diseminar germoplasma superior de cacao, frutales, nativas, etc.

Utilización de la biodiversidad

Los productores aprovechan una gran cantidad de productos vegetales y animales en sus fincas, incluyendo: animales de caza, madera de aserrío y leña, fibras para amarras, palmas para techos, pisos y paredes, plantas para medicinas y rito, frutas para consumo familiar y venta. En la mayoría de los casos, se desconoce si las tasas de aprovechamiento de esta amplia gama de recursos son sostenibles. Información a los gerentes del Territorio y sensibilización y educación en temas de biodiversidad a toda la población son imprescindibles.

Regulación de poblaciones

La biodiversidad puede tener impactos positivos o negativos sobre las producción

de la finca. Por ejemplo, las ardillas consumen el cacao y varias frutas valiosas, varias especies de aves consumen los granos destinados para la subsistencia familiar y la crianza de animales domésticos, roedores provocan pérdidas post-cosecha, fauna silvestre mata las gallinas, etc. Si las pérdidas son severas se requiere manejar las poblaciones plaga.

Otras poblaciones representan una oportunidad económica que no puede desaprovecharse. Es el caso de la profusa regeneración natural de laurel en cacaotales y bananales de todo Talamanca. El laurel es la principal madera producida en las Reservas, que de manejarse mejor, podría producir más en forma sostenible. Es posible optimizar el manejo de la regeneración natural de laurel para producir madera de aserrío.

Algunas especies se encuentran amenazadas y ameritan atención inmediata. Este es el caso del cedro amargo, sobreexplotado para construir botes, construcción y ebanistería. Se requiere repoblar las fincas con cedro amargo, introduciendo germoplasma superior (disponible en varios bancos internacionales y locales). La propagación es sencilla y barata y se conoce algo de su silvicultura, (manejo de la densidad arbórea y del barrenador apical, *Hypsipyla grandella*) y crecimiento. La facilidad de repoblar las fincas con cedro es una oportunidad que no podemos desaprovechar. Varias especies animales se encuentran amenazadas por sobre-cacería para consumo familiar y venta. La lista de especies amenazadas incluye sahinós (*Pecari tajacu*), tepescuintles (*Agouti paca*), cabro de monte (*Mazama americana*), venado blanco (*Odocoileus virginianus*) y varias gallináceas. Hay que reducir presión o restaurar poblaciones.

Participación local en conservación

La conservación de la biodiversidad en los cacaotales depende en gran medida en la forma en que los productores establecen y manejan el cacaotal y de la intensidad con que se caza. Decisiones como: cuáles especies de árboles plantar, a qué densidades y bajo cuál régimen de manejo, tienen efectos directos sobre la estructura y la composición del cacaotal y consecuentemente sobre las especies animales que lo usan como hábitat, fuente de alimento o tránsito. La actitud del productor ante la biodiversidad y la conservación es determinante, por ejemplo, en ciertas comunidades no conservan deliberadamente la biodiversidad y muchos se aprestan a cazar cualquier animal que entre en su finca. En otras comunidades no. Es importante sensibilizar, educar e involucrar a los productores en el monitoreo, conservación y manejo de la biodiversidad en sus fincas.

Biodiversidad, mercadeo y certificación

Estudiamos la composición florística y la presencia y abundancia de varios grupos animales en cinco hábitats de 60 fincas (bosques, dos tipos de cacaotales, bananales con sombra y platanales sin sombra). Monitoreamos escarabajos estiercoleros (indicadores de la presencia de fauna mayor), mamíferos terrestres (fuente de proteína

animal para las familias), aves y murciélagos (dispersores de semillas y polinizadores) y roedores (principales depredadores de semillas e importantes plagas agrícolas). El monitoreo lo realizan un equipo técnico y un grupo de 60 productores-investigadores, debidamente capacitados. Un sostenido esfuerzo de divulgación, capacitación de promotores y productores y la participación de la población local en el monitoreo son claves para mejorar la conservación de la biodiversidad en las fincas.

La información sobre la biodiversidad en los cacaotales de Talamanca podría facilitar el acceso a otros esquemas de certificación ecológica y mercados nicho. Actualmente no existen mecanismos para compensar o premiar a los productores por conservar biodiversidad en sus fincas o por adoptar prácticas de manejo que promuevan la conservación. Se requiere desarrollar sellos que reconozcan el valor de los cacaotales para, por ejemplo, conservar aves, fijar carbono, amortiguar áreas protegidas, etc. y que se logren mejores precios para los productores.

RECOMENDACIONES PARA PRODUCIR SOSTENIBLEMENTE Y CONSERVAR BIODIVERSIDAD EN LOS CACAOTALES

- Elevar la productividad del cacaotal mediante la aplicación de mejores prácticas agroecológicas.
- Asegurar que el manejo incluye prácticas que favorezcan la conservación, el aprovechamiento racional y la producción sostenible. Los cacaotales ofrecen muchas esperanzas para la conservación si se maneja correctamente según los principios descritos arriba.
- Mantener un dosel de sombra diverso y estructuralmente complejo.
- Lograr que la población local toma interés en la biodiversidad de sus fincas y pone en marcha acciones deliberadas para conservar. Pensamos que un primer paso en esta dirección es lograr que la población local conozca lo que tienen en sus fincas, evalúe los impactos de sus acciones sobre la biodiversidad y aproveche racionalmente sus recursos.
- Desarrollar mejores estrategias de certificación y mercadeo de los productos del cacaotal que se traduzcan en mayores ingresos para el productor.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BOA, E., BENTLEY, J. AND STONEHOUSE, J. 2000. Cacao and neighbour trees in Ecuador. How and why farmers manage tress for shade and other purposes. CABI Bioscience, Final Technical Report, UK

- GUIRACOCHA, G., HARVEY, C., SOMARRIBA, E., KRAUSS, U. Y CARRILLO, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 8(30):7-11.
- JOHNS, N. D. 1999. Conservation in Brazil's chocolate forest: the unlikely persistence of the traditional cocoa agroecosystem. *Environmental Management* 23(1):31-47.
- REITSMA, R., PARRISH, J.D. AND MCLARNEY, W. 2001. The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. *Agroforestry Systems* 53:185-193.
- SUAREZ, A. 2001. Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales y bananales indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sci., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 74 p.
- SOMARRIBA, E. 1998. Diagnóstico y Diseño agroforestal. *Agroforestería en las Américas* 5(17/18):68-72.

Parte VI

Comunidades indígenas e
agricultura familiar em
Sistemas Agroflorestais

Os Agentes Agroflorestais Indígenas do Acre

Renato Antonio Gavazzi¹

¹ Comissão Pró-Índio do Acre, Acre, cpiacre@uol.com.br; r.gavazzi@uol.com.br

Passado o período da conquista política-fundiária e da ocupação produtiva inicial dos territórios, os povos indígenas, agricultores e seringueiros do Acre se colocam frente ao terceiro milênio com a seguinte questão: como tornar esses espaços conquistados efetivamente ocupados, viabilizando formas de organização política-econômica de acordo com os padrões sociais e culturais de seus membros, e que permitam formas mais favoráveis de inserção na economia regional e nacional?

Entre as estratégias que vêm sendo definidas, a capacitação de professores, agentes de saúde e agroflorestais índios foi identificada como um passo necessário para potencializar e desencadear os processos de reorganização política, econômica e cultural e a efetiva garantia da ocupação produtiva de suas terras. Estes indivíduos indígenas, desde então em processo de capacitação pela Comissão Pró-Índio do Acre, CPI/AC, têm funcionado como importantes atores na conscientização de seus respectivos grupos a respeito dos condicionamentos sócio-ambientais impostos pela atual conjuntura, bem como na implementação de uma série de programas de saúde, educacionais, culturais e produtivos destinados à diversificação das fontes alimentícias e das alternativas econômicas hoje disponíveis.

O projeto Formação de Agentes Agroflorestais Indígenas, AAFIs, é assim uma ação educacional de formação de jovens e adultos indígenas de 8 etnias em 15 terras indígenas em 8 municípios do estado do Acre para a gestão ambiental de seus territórios. Esta ação educacional é desenvolvida como parte das estratégias do Setor de Agricultura e Meio Ambiente da Comissão Pró-Índio do Acre, em seu trabalho mais amplo de apoio e assessoria aos povos indígenas da região nos vários aspectos de suas demandas políticas atuais.

O projeto tem origem em 1996, como ação educacional específica junto à nova categoria social dos Agentes Agroflorestais Indígenas, mas remonta a 1983, quando começaram a se formar professores indígenas numa abordagem intercultural e bilíngüe sob responsabilidade institucional da entidade.

OS CURSOS - SEUS FUNDAMENTOS, METODOLOGIA E PROPOSTA PEDAGÓGICA

O projeto tem uma filosofia pedagógica e ambiental de base intercultural: a tendência à preservação, sistematização dos conhecimentos tradicionais das populações indígenas, é feita no diálogo criativo e crítico com técnicas e saberes de outras culturas, que tenham relevância e sentido cultural, ambiental e sócio-econômico nos contextos em que serão pensados e aplicados.

A educação voltada à gestão ambiental, neste contexto, permite um vínculo estreito

entre os processos educativos e a realidade, estruturando as atividades em volta dos problemas reais que a comunidade indígena vem experimentando. Porém os problemas ambientais, num curso de formação, devem também ser enfocados através de uma perspectiva interdisciplinar e globalizadora. Num curso de Agentes Agroflorestais Indígenas, é imprescindível que as disciplinas de língua indígenas, ecologia, arte e ofício, matemática, história e outras disciplinas, contribuam a partir de outros enfoques para construção das novas possibilidades na gestão dos recursos naturais dentro e fora de seus territórios.

A metodologia de trabalho pedagógico dos cursos parte da "autoria", marca registrada dos processos educativos desenvolvidos pela CPI desde 1983. Através deste princípio, traduzido numa metodologia, os agentes são chamados a pensar, produzir e aplicar os conteúdos do programa curricular relativo à questão socioambiental, de forma a pôr em relação seus próprios conhecimentos, com os saberes das demais culturas por eles requisitados para apropriação e incorporação na dinâmica de suas culturas (a esta relação entre conhecimentos tradicionais e novos conhecimentos estão chamando de interculturalidade).

Considera-se especialmente importante na programação deste trabalho educativo o manejo dos recursos naturais com a implantação de sistemas agroflorestais, enfatizando-se as espécies frutíferas; a implantação e manejo da horta orgânica; o manejo da palha para cobertura de casa; o manejo de frutíferas da floresta; manejo da caça e pesca; a criação de animais silvestres da Amazônia; a reutilização e reciclagem de madeira para a confecção de móveis e esculturas da arte indígena contemporânea. Prioriza-se a expressão e o registro dos aspectos culturais de sua compreensão do meio ambiente e incentiva-se a discussão das técnicas tradicionais relacionadas aos saberes diversos sobre este meio, entendido nas suas complexas relações "homem-natureza".

As modalidades inter-relacionadas de ação pedagógica da equipe da CPI/AC junto aos membros das comunidades indígenas são:

- 1 - Cursos intensivos com duração de cerca de 300 horas anuais, em que os agentes agroflorestais das diversas etnias e regiões se reúnem para troca de conhecimentos e saberes com outros agentes e com a equipe da entidade. Os cursos são desenvolvidos no Centro de Formação dos Povos da Floresta, espaço de propriedade da instituição na zona rural da cidade de Rio Branco. Tem a duração média de 50 dias, tempo usualmente utilizado como carga horária desejável desde o primeiro módulo. Atualmente conta com a participação aproximada de 38 AAFIs, normalmente aqueles que realizaram os cursos anteriores, apontadas pelas comunidades para assumirem tais tarefas.
- 2 - Oficinas Itinerantes em algumas das Terras Indígenas, aonde alguns membros do projeto vão para acompanhar a implantação dos SAFs durante a formação à distância e ministram cursos mais curtos, com cerca de 120 horas, referidos

nos problemas enfrentados nos trabalhos dos AAFIs com os SAFs e em suas próprias práticas de discussão com outros membros da comunidade nos contextos de aldeia como professores, alunos, agentes de saúde, lideranças tradicionais e parentes em geral.

- 3 - Formação à distância que são as viagens de assessoria, compreendida como um conjunto de atividades educativas e práticas, como as atividades de implantação e manejos dos trabalhos agroflorestais, hortas orgânicas, levantamento e sistematização dos plantios, o acompanhamento do trabalho dos AAFIs na visita técnica de assessores às aldeias e o registro e a reflexão por meio dos diários de trabalho, além das pesquisas e levantamentos feitos pelos agentes ao longo do ano. Esta fase a distancia, ocorrida como etapa complementar e posterior aos cursos, supõe assim, em alguns de seus momentos, a presença de membros da equipe de assessoria, que se desloca às aldeias de cada um dos agentes para apoiar e avaliar as ações por ele desenvolvidas na sua comunidade, o impacto destas ações sobre a realidade, as dificuldades e os avanços de cada experiência particular.
- 4 - Visitas feitas pelos agroflorestais visando a aprendizagem pela troca e intercâmbio entre Projetos relacionados ao Desenvolvimento Sustentável, denominados aqui também como Conhecimento em Rede. São estas visitas coletivas propiciadas durante a etapa de curso na cidade de Rio Branco, ou individuais, durante o ano, pelo convite a alguns dos AAFIs para viajar a outro projeto em outro estado ou país que possa ser referência nova importante e estímulo à descoberta e melhoria de seu trabalho como agroflorestal.

QUEM SÃO OS AGENTES?

"Nós, Agentes Agroflorestais Indígenas, somos pessoas indicadas pelas nossas comunidades para trabalhar na gestão ambiental de nossas Terras Indígenas e est: mos pensando num futuro melhor. Por isso estamos trabalhando no manejo dos recursos naturais e agroflorestais em nossas Terras. Estamos implantando os sistemas agroflorestais em nossos roçados novos, capoeiras e quintais. Queremos junto das nossas comunidades produzir muitas frutas para num futuro próximo ter muita fartura de alimento para todos os nossos parentes" AAFIs 2000.

Os agentes agroflorestais a quem se destinam as ações de formação são jovens e alguns adultos formados pelos professores indígenas nos últimos 19 anos a partir das novas escolas em funcionamento nas suas aldeias; ou seja, estes agentes representam uma nova geração de jovens das sociedades indígenas do Acre que são a expressão dos processos escolares de aquisição da escrita e da segunda língua e de outros bens e técnicas demandadas pelo contato com a sociedade nacional.

O projeto atua junto a 66 Agentes Agroflorestais indígenas de 8 etnias pertencem a 2 famílias lingüísticas Pano e Aruak, entre os primeiros encontram-se os grupos Kaxinawá, Yawanawá, Katukina, Jaminawá e Shāwanawá e classificados como Aruak, existem os Ashenika, Manchineri e Apurinã habitando 15 Terras Indígenas, estas terras têm área agregada de 1.327.526 hectares e que juntos compõem uma população de cerca de 6.000 indivíduos, habitando regiões de fronteira, Brasil, Peru e Bolívia. Receberam uma formação escolar bilíngüe e intercultural relacionada à aquisição e desenvolvimento lingüístico em língua indígena e portuguesa, em suas modalidades oral e escrita, noções básicas da matemática para enfrentamento das relações de contato, alguns conceitos e técnicas da geografia, história, e das ciências naturais. Também vem experimentando uma nova formação específica na área de gestão do seu meio ambiente, possibilitada pelos 8 cursos realizados, que soma 2300 horas aula.

Atualmente, como resultado esperado dos cursos, os agentes vêm produzindo diversas variedades de mudas (exóticas e nativas), implantando e manejando sistemas agroflorestais em suas comunidades, produzindo bancos de encaixes (onde não se utilizam pregos), esculturas para uso e venda. Além disso, eles vêm realizando levantamentos ou inventários sobre os recursos naturais de suas terras - classificação por padrões lingüísticos e culturais de espécies da fauna e flora amazônica.

Por outro lado, nestes sete anos uma significativa área de suas roças, capoeiras e quintais foram utilizados para implantação dos sistemas agroflorestais, com o trabalho dos agentes e outros da comunidade.

Os Agentes Agroflorestais foram, até o momento, autores de três livros didáticos e outros materiais para-didáticos (pôster em língua indígenas) já publicados e difundidos para estudo nas escolas de suas comunidades e de outras. Podem ser integrados nas escolas como transversalidade ao currículo na área de ciências, língua, geografia e meio ambiente. "Legumes Frutas, Bichos, e os Índios - A Ecologia da Floresta" 1996 - "Chegou o Tempo de Plantar as Frutas" - 1998 - "Cadernos de Pesquisa - 1999". Nestes livros, expressam-se de forma bilíngüe seus conhecimentos tradicionais e coletivos e os "novos" conhecimentos apropriados e interpretados sobre os temas debatidos e estudados nos cursos.

Também definem seu campo de interesse profissional, e as áreas de atuação privilegiadas para a gestão ambiental que estão começando a fazer de sua terra indígena, na formação de uma mentalidade e de uma prática de plantio e manejo e uma ação de controle, fiscalização.

Também é importante entender como estes cursos e seu currículo influencia positiva ou negativamente uma linha de trabalho, uma forma de valorar e agir em relação ao meio ambiente, e a cultura, assim como são estes cursos respostas parciais e sempre incompletas do que almejam apreender e fortalecer do que sabem para poder agir adequadamente aos anseios e projetos de todas as comunidades. A seguir, apresenta-se sua última formulação escrita sobre quem são eles e o que fazem em suas aldeias como parte de sua formação a distancia, assim como expressam com vigor o que querem de apoio e compromisso de todos as instituições afins.

“SOMOS PARTE DA EDUCAÇÃO”

Para trabalharmos na gestão ambiental, estamos nos conscientizando dos problemas ambientais. Queremos prevenir esses problemas, vigiando, fiscalizando, cuidando e controlando os nossos territórios.

A profissão do agente agroflorestal não é só plantar as frutíferas, palmeiras e outras árvores na aldeia. Mas é também orientar a comunidade no cuidado do nosso meio ambiente, na conservação e no manejo dos nossos recursos naturais florestais. Somos também parte da educação e parte da saúde: na parte da saúde, trabalhamos na produção de alimentos, as verduras e as frutas do SAF. Também discutimos e orientamos os problemas do lixo, contaminação das nossas águas e a conservação o nosso meio ambiente limpo e sadio. Dentro da aldeia, somos os representantes da educação ambiental indígena. Fazemos parte da escola, ensinando as pessoas da comunidade e outras pessoas fora da comunidade. Somos os educadores ambientais indígenas. Como educadores ambientais, estamos lutando junto da floresta para conservar as nossas riquezas naturais dentro de nossas terras demarcadas.

AS NOSSAS ORGANIZAÇÕES

Somos as pessoas que fazemos parte das nossas organizações. Estamos trabalhando junto de nossas lideranças, professores, agentes de saúde, presidentes de associações e com o pessoal da nossa comunidade no manejo dos recursos naturais, elaborando e discutindo com as nossas comunidades o plano de uso dos recursos naturais das nossas florestas, que são a nossa maior riqueza que temos nessa terra, nesse estado, nesse país.

Fazemos reuniões, discutimos com a comunidade, ensinamos e orientamos nossos parentes na gestão ambiental. Estamos preocupados com a destruição do planeta. Queremos que nossas florestas continuem de pé, dando força para nós que estamos de passagem por essa terra.

AS NOVAS ALTERNATIVAS

Estamos lutando para aprender novas alternativas para que possamos chegar em nossas comunidades com um novo plano de trabalho que envolva mais a comunidade e que traga melhoria para todos nós índios que vivem a muitos e muitos anos nessa terra chamada Brasil.

Trabalhamos na reciclagem de madeira, transformamos os troncos de madeira em esculturas, pedaços de tábuas em bancos, vendemos esses produtos para muitos lugares do Acre e do Brasil. Estamos mostrando com o nosso trabalho um novo produto da floresta, uma nova alternativa econômica de vender os nossos recursos naturais transformados em peças utilitárias. Estamos conseguindo um bom preço por esses produtos, mostrando com o nosso trabalho que é possível não derrubar as florestas.

SOMOS O FISCALIZADOR, O GUARDA DA FLORESTA

Para ter a nossa gestão ambiental, queremos trabalhar junto dos órgãos de fiscalização do meio ambiente. Sem destruição e sem miséria. Porque uma das funções do Agente Agroflorestal Indígena é fiscalizar a sua Terra Indígena das invasões, dos caçadores, pescadores profissionais, madeireiros, e outras pessoas que têm interesse nos nossos recursos naturais do meio ambiente.

SOMOS FUNCIONÁRIOS DA FLORESTA

Nós queremos que a nossa profissão seja reconhecida dentro do estado, porque nós somos os funcionários da floresta. Queremos que o estado reconheça a nossa profissão e que o governo da floresta ajude para ter mais cursos aqui no Centro de Formação dos Povos da Floresta. Nós precisamos do reconhecimento dentro do estado do Acre. Nós precisamos de mais força, para unir as nações indígenas.

Nós precisamos de ajuda, de compromisso e compreensão para que reconheçam a nossa profissão com agente fiscalizador. Somos os guardas das nossas terras e de nossas florestas.

Estamos plantando várias árvores de frutíferas, madeiras de lei, palheiras e outras árvores de utilidade para o nosso povo, para a nossa sociedade.

Trabalhamos para orientar a nossa comunidade no manejo das caça, das pescas, das palhas, nos enriquecimentos das capoeiras. Estamos buscando melhorar a nossa vida na Terra Indígena, tentando evitar e defender-nos das invasões. Prestamos serviços à comunidade, como o professor e o agente de saúde vem prestando também.

Estamos começando a reflorestar as Terras Indígenas de fartura e alegria para todos os seres vivos.

Agentes Agroflorestais Indígenas 2000.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- GAVAZZI, R.A.; SPYER, M.R. (ORG.) 1998. Atlas Geográfico Indígena do Acre – Brasília – Comissão Pró Índio do Acre/Ministério da Educação e do Desporto.
- GAVAZZI, R.A. (ORG) 1996. Legumes, Frutas, Bichos e os Índios – A ecologia da Floresta – Rio Branco – Comissão Pró-Índio do Acre.
- GAVAZZI, R.A. (ORG) 1998. Chegou o Tempo de Plantar as Frutas – Rio Branco - Comissão Pró-Índio do Acre.
- GAVAZZI, R.A. 2001. Às margens do rio: educação intercultural e professores indígenas – Revista do Departamento de Geografia - USP - São Paulo.
- IDIAZABAL, M.M. & GAVAZZI, R.A. (ORG) 1999. Caderno de Pesquisa – Rio Branco - Comissão Pró-Índio do Acre.
- LITTLE, E. (ORG) 2002. Políticas ambientais no Brasil – Brasília – p. 115–128.
- MONTE, N.L. & SENA, V.O. (ORG) 2001. Festejando 22 anos de história – Comissão Pró Índio do Acre – Rio Branco.
- MONTE, N.L. 2003. Novos frutos das escolas da floresta - - Rio de Janeiro.
- VIVAN, J.L.; MONTE, N.L.; GAVAZZI, R.A. 2002. Implantação de tecnologia de manejo agroflorestal em terras indígenas do Acre – Experiências PDA – Ministério do Meio Ambiente – Brasília.
- VIVAN, J.L. 1998. AGRICULTURA & FLORESTA – princípios de uma interação vital – Guariba.
- VIVAN, J.L. 2000. Diagnóstico e desenho participativo de sistemas agroflorestais – manual de campo para extensionista – Emater – Rio Grande do Sul.

Sistemas Agroflorestais Indígenas na Amazônia: Uma Visão Histórica

Robert Pritchard Miller¹

Agência de Cooperação Técnica a Programas Indigenistas e Ambientais,
Brasília, robert@waimiriarioari.org.br

INTRODUÇÃO

Nos anos recentes, revisões da história da Amazônia pré-colombiana têm descartado um modelo de ocupação humana no qual o meio ambiente amazônico sustentava somente pequenos núcleos populacionais. A releitura das crônicas dos primeiros viajantes europeus na região e as pesquisas arqueológicas indicam um cenário bastante diferente, com grandes complexos populacionais ocupando as margens dos rios principais. Estes povos possuíam sistemas agrícolas baseados em um grande número de variedades de plantas cultivadas, nos quais o plantio de árvores frutíferas fazia parte da estratégia alimentar. O presente trabalho tem como objetivo explorar o significado destes sistemas agroflorestais pré-colombianos, e a sua persistência como herança cultural entre os povos indígenas da atualidade.

PRÉ-HISTÓRIA E HISTÓRIA

Evidências arqueológicas indicam que populações de caçadores-coletores pré-ceramistas habitavam vários sítios na Amazônia entre 11.000 a 10.000 anos atrás. A ocupação inicial da Gruta da Pedra Pintada, perto de Monte Alegre-PA, por exemplo, data de 11.200 a 10.500 anos atrás, e escavações nesse local indicam uma subsistência baseada na exploração de uma gama de recursos aquáticos e florestais (Roosevelt et al., 1996). Em outras regiões das terras baixas neotropicais, pesquisas indicam que houve uma intensificação nas práticas de exploração de plantas e na interferência humana no meio ambiente por volta de 10.000 a 8.600 anos atrás. Estas práticas resultaram em formas de horticultura que enfatizaram ambos tubérculos nativos e grãos, e provavelmente incluíam também o manejo ou cultivo de árvores frutíferas. Ao redor dos 7.000 anos atrás, ocorria a produção de alimentos em escala maior, com o cultivo de roças distantes das moradias (Piperno e Pearsall, 1998). Num sítio em Rondônia, onde a ocupação por caçadores-coletores data de 9.000 anos atrás, vestígios da atividade agrícola começaram a aparecer a 4.500 anos (Miller, 1992).

Durante este período pré-histórico, algumas árvores frutíferas nativas passaram por um processo de domesticação e foram incorporados aos sistemas agrícolas. Conforme Lathrap (1977) o “quintal” de frutíferas e outras plantas úteis constituiu o

primórdio da experimentação agrícola, com a adição de tubérculos numa fase posterior. Já Piperno e Pearsall (1998) acreditam que os tubérculos foram o foco dos primeiros sistemas agrícolas, sendo as árvores componentes secundários. É provável, porém, que a domesticação das árvores frutíferas acompanhou a domesticação de tubérculos, uma vez que áreas cultivadas ao redor das moradias propiciam um local ideal para o estabelecimento de frutíferas (a partir de sementes descartadas) e a eventual domesticação das mesmas.

Os primeiros povos horticultores na Amazônia deixaram como vestígio sítios arqueológicos de tamanho modesto, indicando núcleos de habitação relativamente pequenos. Contudo, entre 2.000 a 3.000 anos atrás núcleos populacionais de tamanho bem maior já existiam no médio e baixo rio Orenoco na Venezuela, e a 2.000 anos havia na calha do rio Amazonas a presença de culturas caracterizadas pela estratificação social, elaborada arte cerimonial e redes de troca bem estabelecidas (Roosevelt, 1994). Sociedades com estas características foram descritas pelo frei jesuíta Gaspar de Carvajal no relato da expedição de Francisco Orellana, que partiu do Peru e chegou até a foz do rio Amazonas nos anos 1541-2. Estes primeiros exploradores encontraram aldeias muito grandes, com estoques de alimentos tais como beijos de mandioca, milho, peixes secos e tartarugas em currais (Carvajal, 1970). Cenário semelhante foi descrito pelo padre jesuíta Cristóbal de Acuña, que fez o mesmo percurso em 1639. A província da nação Omagua, com muitas aldeias, tinha uma extensão de mais de 200 léguas (1 légua = 4,5-5,0 km), e em terras da nação Yorimane foi encontrada uma aldeia cuja extensão era de mais de uma légua (Acuña, 1994). Porém, em menos de 100 anos após este relato, essas grandes nações tinham sucumbido às epidemias de doenças importadas, à escravatura e ao trabalho das missões. Padre João Daniel, no relato das suas atividades entre 1757 a 1776, descreveu grandes porções do Amazonas e seus tributários como completamente desertas (Daniel, 1976).

A leitura dos relatos dos primeiros viajantes europeus fornece esparsas informações sobre os sistemas agroflorestais indígenas. Carvajal, por exemplo, cita somente que “muitos tipos de frutas” foram encontradas em uma aldeia, e que o caminho que levava a outra aldeia era margeada por fruteiras. Acuña registra que além dos alimentos básicos como mandioca, batata doce e cará, os índios cultivavam bananas (?), abacaxi, goiaba, abiu, castanha, algodão e tabaco.

Mesmo com o desaparecimento das grandes nações indígenas, as crônicas do período colonial nos permitem algumas noções sobre a agricultura indígena da época. Padre João Daniel, por exemplo, descreveu em detalhe os métodos da agricultura indígena, e menciona alguns “fructos hortenses” como a ata, o biribá, o caju, uma variedade de jenipapo de frutos grandes, a goiaba, o mamão e o maracujá. Vários tipos de ingá, a pitomba e a ginja também são mencionados, sem detalhes sobre o seu cultivo. O naturalista Alexandre Rodrigues Ferreira, na Amazônia de 1783 a 1792, relatou que a pupunheira era uma das primeiras árvores plantadas por agricultores em frente das suas casas e nas roças. Os indígenas a plantavam ao redor das suas aldeias, e para viajantes nos rios, vistas de longe

essas palmeiras eram sinais seguros da proximidade de habitação humana (Ferreira, 1972).

Não sabemos os detalhes do cultivo das árvores nos sistemas agrícolas pré-colombianos, mas podemos tentar reconstruir as práticas agroflorestais indígenas a partir das práticas dos povos indígenas da atualidade. Essa abordagem será discutida a seguir.

SISTEMAS AGROFLORESTAIS INDÍGENAS

A revisão das evidências históricas e arqueológicas leva a crer que muitos grupos indígenas atuais representam fragmentos populacionais e culturais que sobreviveram e se reagruparam após a hecatombe colonial. Sistemas agrícolas baseadas numa variedade de plantas domesticadas também sobreviveram, fornecendo os elementos para compor os sistemas agrícolas e agroflorestais dos povos indígenas atuais. Nas últimas décadas a literatura antropológica e etnobiológica têm registrado uma variedade de práticas agroflorestais indígenas na região amazônica, que são resumidas a seguir:

- Árvores úteis da floresta são poupadas na abertura de roças;
- Plântulas de espécies florestais úteis são poupadas quando regeneram nas roças;
- Árvores frutíferas crescendo em capoeiras são poupadas na ocasião da abertura de novas roças;
- Sementes de frutíferas são plantadas entre os cultivos da roça;
- Mudanças de frutíferas são transplantadas dos quintais das casas para as roças;
- São poupadas mudas que se estabelecem a partir de sementes dispersas ao acaso nas proximidades das moradias;
- Sementes de frutíferas são plantadas ao longo de caminhos em roças velhas ou em clareiras na floresta.

Estas práticas variadas de cultivo de árvores podem resultar em várias configurações de sistemas agroflorestais:

- O “quintal” ou conjunto de árvores frutíferas e outras plantas úteis tais como condimentos e medicinais, crescendo próximo da moradia;

- Um cinturão de frutíferas ao redor da aldeia;
- Árvores frutíferas em roças, dividindo o espaço com culturas agrícolas;
- Pomares de frutíferas mistas;
- Capoeiras enriquecidas com frutíferas.

CONCLUSÕES

Os sistemas agroflorestais dos povos indígenas representam um estoque de conhecimentos sobre plantas cultivadas, o quais foram aprimorados ao passar de séculos, se não milênios. Provavelmente estes sistemas agroflorestais representam tecnologias que evoluíram passo a passo com a domesticação de plantas silvestres e a sua incorporação em sistemas de produção de alimentos. A hecatombe colonial cortou os laços de interligação social e econômico dos complexos sistemas culturais amazônicos, mas dos escombros sobraram algumas tradições culturais, entre elas as plantas cultivadas. Os sistemas agrícolas indígenas atuais, portanto, representam a herança cultural dos povos que existiam na Amazônia no passado.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- ACUÑA, C.d. 1994. Novo descobrimento do Grande Rio das Amazonas. Rio de Janeiro: Agir.
- CARVAJAL, G.d. 1970. The discovery of the Amazon. New York: AMS Press.
- DANIEL, J. 1976. Tesouro descoberto no Rio Amazonas. Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional.
- FERREIRA, A.R. 1972. Viagem filosófica pelas Capitânicas do Grão-Pará, Rio Negro, Mato Grosso e Cuiabá. Rio de Janeiro: Conselho Federal de Cultura.
- LATHRAP, D.W. 1977. Our father the cayman, our mother the gourd: Spinden revisited, or a unitary model for the emergence of agriculture in the New World. Em *Origins of Agriculture*. Haia: Mouton. ps. 713-751.
- MILLER, E.T. 1992. Arqueologia nos empreendimentos hidrelétricos da Eletronorte; resultados preliminares. Brasília: Eletronorte.
- PIPERNO, D.R. E PEARSALL, D.M. 1998. The origins of agriculture in the lowland Neotropics. San Diego: Academic Press.
- ROOSEVELT, A.C. 1994. Amazonian anthropology: strategy for a new synthesis. Em *Amazonian Indians from prehistory to present: anthropological perspectives*. Tucson: University of Arizona Press.
- ROOSEVELT, A.C., LIMA DA COSTA, M., LOPES MACHADO, C., MICHAB, M., MERCIER, N., VALLADAS, H., FEATHERS, J., BARNETT, W., IMAZIO DA SILVEIRA, M., HENDERSON, A., SLIVA, J., CHERNOFF, B., REESE, D.S., HOLMAN, J.A., TOTH, N.E.; SCHICK, K. 1996. Paleoindian cave dwellers in the Amazon: the peopling of the Americas. *Science* 272: 373-384.

A Experiência com Agrofloresta no Projeto de Assentamento Dirigido Humaitá/Porto Acre/AC

Fabiana Mongeli Peneireiro¹

¹ Parque Zoobotânico, Universidade Federal do Acre; fmpeneir@hotmail.com

Quando me convidaram para palestrar sobre “sistemas agroflorestais em assentamentos rurais”, eu logo pensei: “vou apresentar nossa experiência no Humaitá. Nada é mais seguro nesse caso do que falar, de um jeito simples, daquilo que a gente conhece por ter vivido, e, melhor ainda seria se os próprios produtores pudessem falar das suas experiências”. Portanto, vou tentar, nesse pouco tempo, apresentar nosso trabalho, trazer algumas reflexões e finalizar com o depoimento de alguns produtores, companheiros desse desafio, o de trilhar novos caminhos na agricultura, tentando mostrar que é possível produzir em harmonia com a natureza e melhorar a vida das famílias rurais com agrofloresta, numa visão integrada.

Nosso trabalho começou no Projeto de Assentamento Dirigido Humaitá, município de Porto Acre / AC, quando a Central de Associações, sob intermédio da Comissão Pastoral da Terra, procurou a nossa equipe do Arboreto, setor do Parque Zoobotânico, da Universidade Federal do Acre. Naquele tempo, no final de 1998, já procuravam uma alternativa para o uso da terra, já que perceberam que muita mata já havia sido derrubada, a pecuária entrava com força, e os agricultores, baseados na agricultura de subsistência de corte e queima e pecuária extensiva, não melhoravam de vida.

Atendendo ao convite, sugerimos uma reunião para que pudessemos nos **apresentar**, mostrar a nossa linha de trabalho e identificar quais agricultores teriam interesse em iniciar um trabalho conosco. No início foram identificados 15 agricultores interessados, com os quais combinamos que visitaríamos seus lotes para conhecermos a propriedade, suas atividades, a família. O próximo passo foi então realizarmos o **Sondeio**, que nada mais é do que um método de diagnóstico, para conhecermos a realidade. A partir desse levantamento é que vamos decidir se realmente será desenvolvido um trabalho com sistemas agroflorestais, pois temos convicção de que só faz sentido trabalhar com SAFs numa comunidade se realmente existe uma demanda concreta, caso contrário, o trabalho fica desconectado da realidade do produtor e torna-se então mais um pacote, que cai de pára-quedas, fadado ao fracasso. Se a proposta chegar como mais uma panacéia, sem tentar responder a uma demanda real, não haverá co-responsabilidade por parte dos agricultores no processo, e se houver qualquer falha, a culpa será sempre do técnico e logo a proposta cairá no esquecimento, ou, pior ainda, já terão um pré-conceito contra SAF's.

O Sondeio foi realizado a partir das visitas em cada propriedade, onde se fez um reconhecimento do lote e das atividades realizadas, bem como de suas interações. As informações foram representadas num mapa desenhado pelo(a) próprio(a)

produtor(a), e, por meio de entrevistas (semi-estruturadas), que se trata mais de uma conversa informal, orientada por um roteiro memorizado previamente, pudemos conhecer a família, seus anseios, os principais problemas enfrentados e as potencialidades.

As informações de todas as famílias visitadas foram então sistematizadas e apresentadas aos agricultores, em reunião, para que então, a partir da **devolução dos resultados do Sondeio**, pudéssemos fazer o **planejamento participativo**. É nesse momento que, junto com os agricultores, identificamos os problemas principais e as potencialidades da comunidade. No caso do Humaitá, um dos principais problemas identificados foi a “**terra fraca**”: a maioria já havia alcançado, ou mesmo ultrapassado, o limite de desmatamento permitido por lei, portanto, não tinham mais terra nova, que são áreas de mata bruta que, quando derrubada e queimada, tornam-se propícias para a lavoura de arroz e milho. A essas culturas, pela tradição na região, segue o feijão e a macaxeira, que podem ser um ou dois plantios, para então ser introduzido pasto ou senão, a terra é abandonada devido à invasão das chamadas plantas daninhas, entre as quais o sapé é o mais temido e comum. Assim, a agricultura de subsistência vai deixando um rastro de terra improdutiva, até chegar no limite do lote, então, como tem acontecido em muitos casos, as famílias acabam vendendo seus lotes para fazendeiros, que vão concentrando mais terras em seu poder, e indo para a cidade, ou, como é comum no Humaitá, vão a buscas de novos lotes, em novos projetos de assentamento (ainda sem infra-estrutura: sem ramais, sem energia elétrica, sem água, mais distante dos mercados consumidores), reiniciando o ciclo de destruição e sofrimento dessas famílias. Os assentados, pelo menos no Humaitá, acabam sendo os que ampliam a fronteira agrícola e os fazendeiros acabam usufruindo as melhorias de infraestrutura que chegam, pois para a família rural, a terra já está degradada para agricultura e a criação extensiva de gado não resolve as suas necessidades, pois a pecuária extensiva só é compensatória em grandes extensões de área, ou seja, viável para o fazendeiro e não para os colonos.

Muitas das famílias assentadas levantadas no Sondeio, descapitalizadas fizeram financiamento para lavoura de café e pupunha para palmito. Nesses casos, o maior problema enfrentado, além do desenvolvimento insatisfatório das plantas, era com relação ao **controle do mato**. A braquiária, a grama, o sapé e outras plantas rapidamente ocupavam as entrelinhas dos plantios em monocultivo e o produtor, com enxada, terçado, roçadeira ou mesmo herbicida, tentava, em vão, combatê-las.

Outro problema também constantemente citado foi o **fogo accidental**, que acaba destruindo as lavouras.

Dentre as muitas potencialidades levantadas observamos o uso de mucuna preta em capoeiras novas, reduzindo a necessidade de abertura de novas áreas, o uso de puerária nas entrelinhas do café, plantio consorciado.

Assim, partindo da real necessidade das famílias, foram levantadas as prioridades e traçadas metas para o trabalho conjunto entre produtores e técnicos. O uso de leguminosas foi sugerido como alternativa para o controle do mato. Foram

entregues um punhado de leguminosas para cada um testar.

A próxima atividade disse respeito à **sensibilização e motivação**. Foi realizado um **curso sobre o uso da terra**, para compreenderem porque a terra fica fraca, para que, a partir desse entendimento, pudessem ser propostas alternativas. Nesse caso a agrofloresta surge como uma alternativa para solucionar esse problema, pois foi compreendido no curso que, se nos inspirarmos em como funciona uma floresta, que mantém a terra sempre protegida, rica em matéria orgânica, as áreas de produção podem se manter produtivas por muito mais tempo.

Para isso, foi utilizado um flanelógrafo, onde pode ser ilustrados o funcionamento da floresta, a derrubada, a queima e a compreensão do ciclo da água e dos nutrientes. A metodologia utilizada é sempre de estímulo à reflexão para que o conhecimento seja sistematizado ou construído a partir das experiências de vida das pessoas. Para isso nos inspiramos nas idéias do ilustre educador Paulo Freire. Esse flanelógrafo é um dos materiais didáticos desenvolvidos para compor a “Mochila do Educador Agroflorestal”, onde também se encontram vídeos, gravuras, maquete, um manual do educador e uma apostila com os fundamentos da agrofloresta. Esses outros materiais foram utilizados no **segundo curso**, que foi a respeito de **sistemas agroflorestais**, onde se propôs a **pesquisa participativa**. Todos, curiosos por conhecer mais sobre agrofloresta e mesmo sobre o uso de leguminosas, se prontificaram a montar pequenas áreas experimentais, cada um com seu desenho próprio, planejado por si mesmo, com a participação dos técnicos.

A troca de experiências a partir de visitas as áreas dos próprios agricultores é fundamental no processo de construção do conhecimento. No primeiro curso, sobre uso da terra, visitamos áreas onde já se utilizava mucuna no preparo da área para o plantio de feijão e também onde se plantava consorciado. Nesse caso, o papel do técnico é o de um agente catalisador, que viabiliza o contato dos agricultores com práticas interessantes, estimula a reflexão e a discussão e sistematiza as idéias. O que mais nos emocionou durante essa atividade foi ouvirmos dos produtores “eu sabia disso, eu só não sabia que sabia”. Quando a extensão deixa de ser passiva e passa a ser um processo educativo, nossa função como técnico se assemelha muito à de uma parteira. “...Somos parteiros de idéias...”, como dizia nosso querido falecido Jean Pierre, da CPT do Acre. Nessas trocas de experiências pudemos visitar áreas onde foram semeadas as leguminosas cedidas no início do nosso trabalho para que os agricultores conhecessem sua ação no controle do mato. Como era de se esperar, dos 15 agricultores, apenas 5 semearam. Um deles semeou com bastante critério, e quando os companheiros viram o resultado das leguminosas sobre o mato e sobre o solo, perceberam que tinham perdido tempo em não terem plantado. Todos eles resolveram instalar parcelas experimentais com as leguminosas, dentre elas crotalaria, mucuna preta, feijão-de-porco e feijão guandu.

Depois dos dois cursos de sensibilização, prosseguiu-se então com a **instalação das áreas experimentais e com as trocas de experiências entre os agricultores**. Os resultados de sucesso obtidos nas áreas experimentais eram

rapidamente adotados em áreas maiores e os erros eram muito importantes para o processo de aprendizagem, e logo a seguir se propunha ajustes e novos testes.

Essa metodologia, representada sucintamente no esquema 1 é a que tem sido testada nas comunidades com as quais o Arboreto/PZ/UFAC tem trabalhado para que, numa abordagem educativa, a agrofloresta seja incorporada no uso da terra. E com essa abordagem, subsidiada pela metodologia de educação agroflorestal, que temos também capacitado técnicos extensionistas do estado para trabalharem dessa maneira, construindo o conhecimento junto com os agricultores.

Com o desenrolar desse trabalho, outras famílias ficaram sabendo da proposta e foi sugerido que um novo projeto fosse escrito, de maneira que contemplasse mais famílias. O projeto foi aprovado pelo Fundo Nacional do Meio Ambiente/MMA e teve início (ou continuidade) em agosto de 2001. O mesmo processo foi realizado com os novos integrantes do grupo, com um detalhe importante: o grupo já tem agricultores experientes, multiplicadores, que mudaram completamente o uso da terra, se apropriaram de um discurso inovador, e que estimulam os outros a experimentarem, pois tem resultados para mostrar.

No segundo sondeio realizado, envolvendo as novas famílias, os problemas não foram muito diferentes dos encontrados no primeiro, e as potencialidades, obviamente, foram muito mais numerosas. Eles já tinham, na própria comunidade, a solução para os seus problemas. Nesse grupo novo foram realizados cursos sobre saúde preventiva, organização comunitária, aproveitamento dos alimentos, agricultura orgânica, todos a partir de demandas levantadas. Temos trabalhado muito em parceria com outras instituições, no caso com a CPT (Comissão Pastoral da Terra), a SEATER – GP (Secretaria Executiva de Assistência Técnica e Garantia da Produção), o DFA/MAA (Delegacia Federal da Agricultura do Acre / Ministério da Agricultura).

Hoje o grupo tem participado de vários eventos envolvendo agricultores de outras comunidades, tem exposto suas experiências (no Encontro Nacional de Agroecologia – ENA, realizado no Rio de Janeiro em julho de 2002, por exemplo), e tem contribuído, inclusive, na formação dos técnicos extensionistas do estado, que não tem experiência em trabalhar com agroecologia e nem utilizam essa metodologia de abordagem.

Também cabe ressaltar que consideramos fundamental a participação das mulheres e das crianças em todas as atividades do grupo, só assim vamos criando uma cultura de trabalho em grupo e de envolvimento de toda a família, para que haja harmonia dentro da própria família.

Claro que não são apenas sucessos que encontramos nessa caminhada. Acima de tudo aprendemos muito com todos e nos sentimos parte de uma grande família. Um ponto frágil ainda é a organização, pois trabalhamos apenas com quem realmente deseja se envolver nessa proposta e isso faz com que o grupo seja disperso numa grande área. À distância entre as famílias dificulta nosso

acompanhamento e a interação mais freqüente entre elas. Por outro lado, o fato de estarem dispersas aumenta a irradiação do trabalho em diferentes pontos do assentamento.

Temos nos inspirado no trabalho do agricultor-pesquisador Ernst Gotsch, que tem praticado agrofloresta há mais de 20 anos e desenvolve suas pesquisas em sua própria fazenda no município de Piraí do Norte, Bahia. Além de seu belo trabalho de amor a natureza e respeito à vida para criar suas agroflorestas, nos estimula o fato dele também ser um agricultor e ter apresentado idéias inovadoras a respeito de sistemas agroflorestais. Temos testado muitas dessas idéias com os agricultores e eles têm constatado que funcionam.

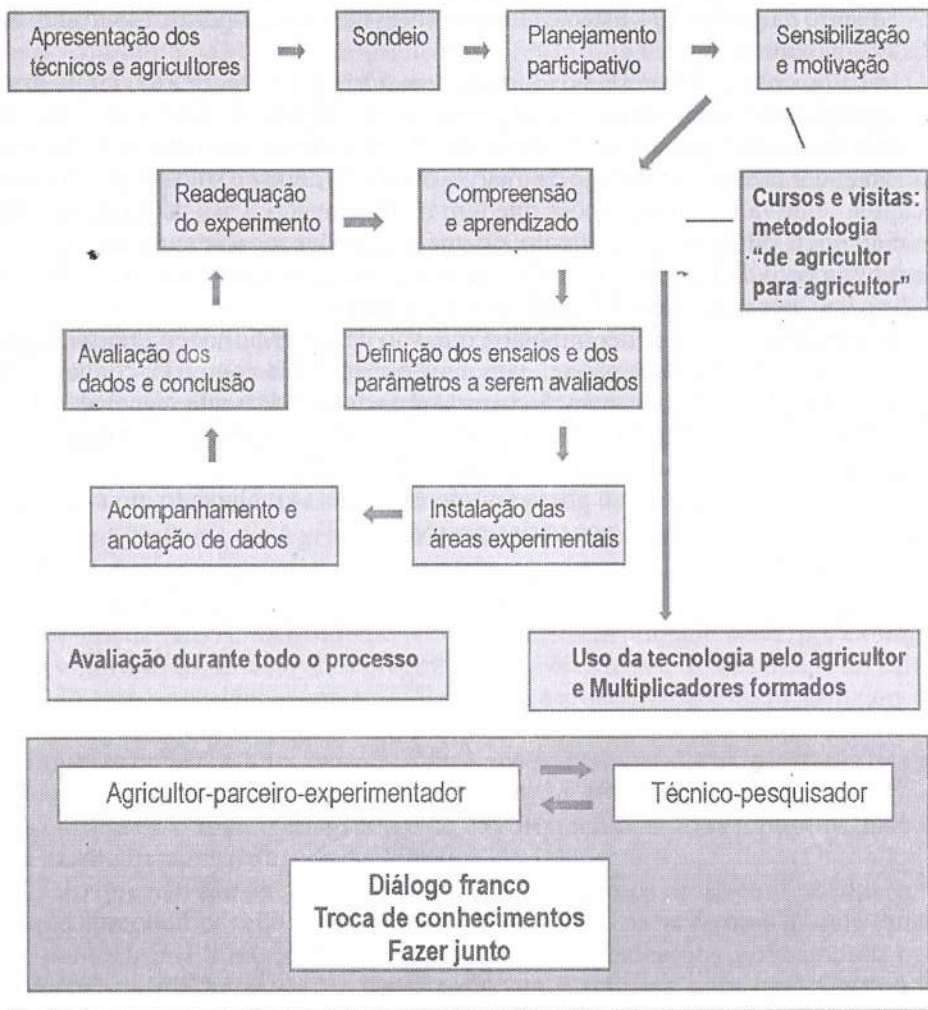
No quadro da página 194 estão os fundamentos idealizados por Ernst Gotsch, nos quais nos baseamos.

O trabalho com agrofloresta no Humaitá tem tido um caráter prático muito grande. O aprendizado ocorre durante a implantação e condução do SAF e se consolida durante as trocas de experiências e nos mutirões. Concluímos que a melhor metodologia é a do aprender fazendo. O manejo da matéria orgânica (deixar o solo sempre coberto) e a capina seletiva foram inovações que tem revolucionado o uso da terra, pois tem reduzido mão-de-obra no controle do mato, tem proporcionado um melhor desenvolvimento da lavoura e inclusive identificamos que viabilizou mais safras de milho no ano, por manter o solo úmido por mais tempo.

Como podemos ver nos depoimentos que vão aparecer no vídeo que será apresentado, hoje os agricultores não odeiam mais o mato, pelo contrário, conhecem os benefícios das plantas da regeneração natural quando devidamente manejadas. Hoje não temem mais a competição entre as plantas, desde que estejam combinadas adequadamente. Fico feliz por ter a oportunidade de trabalhar com eles e na equipe do Arboreto, pois aprendo muito e posso ver meus sonhos se realizando, pois são compartilhados e postos em ação por várias pessoas.

Esquema 1 - Metodologia usada no desenvolvimento dos trabalhos agroecológicos no Humaitá.

Metodologia usada no desenvolvimento dos trabalhos agroecológicos no Humaitá. A agrofloresta é o eixo fundamental, mas temos trabalhado também com leguminosas nos sistemas de produção, e buscamos nunca perder de vista a visão integrada para o desenvolvimento rural, considerando a melhoria da qualidade de vida da família como um todo (levando em conta saúde, alimentação, beneficiamento, comercialização).



| COMO É NA NATUREZA | ANALOGIA COM A AGROFLORESTA |
|---|---|
| <p>1. a teimosia da vida em predominar - numa área desmatada, a tendência é sempre a ocupação com mais e mais vida, de diferentes formas (plantas e animais), com grande variedade de espécies;</p> | <p>- que nossas intervenções sejam no sentido de sempre aumentar a vida no local (em quantidade e qualidade)</p> |
| <p>2. adaptação das espécies ao local - as espécies recrutadas numa determinada área é função das condições principalmente de substrato. Se se trata de um solo pobre em matéria orgânica e nutrientes, as espécies a se estabelecerem serão mais rústicas, menos exigentes.</p> | <p>- devemos escolher as espécies de acordo com as condições do local (solo, clima). Para isso, é importante conhecer as espécies da região e observar as plantas indicadoras; - o lugar (clima e relevo) e condições de solo (em solos degradados, com pouca matéria orgânica, utilizar plantas menos exigentes; em ambientes onde já houve bastante concentração, como as baixadas, por exemplo, as plantas mais exigentes se desenvolverão bem. Além disso, é importante observar se o solo encharca ou não, para que as espécies sejam escolhidas também em função da tolerância ao encharcamento);</p> |
| <p>3. sistema completo desde o início - as espécies de futuro (aquelas de vida mais longa) já estão presentes desde o início, junto com aquelas que não vão durar tanto quanto elas mas que são importantíssimas para prepararem as condições para as de futuro se desenvolverem (melhorando a terra e criando um ambiente de sombra satisfatório);</p> | <p>- devemos semear todas as espécies (de vida curta, média e longa) de uma só vez.</p> |
| <p>4. simultaneidade e adensamento dos consórcios podemos observar diferentes combinações de espécies que dominam o sistema numa determinada fase. Esses consórcios, cujos componentes apresentam ciclo de vida semelhante, vão se sucedendo uns aos outros. Cada consórcio, caracterizado pelo tempo de vida, ou período no qual chega a dominar no sistema, é composto por diferentes espécies, que ocupam diferentes estratos. Cada espécie do consórcio aparece em alta densidade no estado juvenil, mesmo quando observamos que nem todos os indivíduos chegam a se estabelecer e frutificar quando adultos, pois vão sendo selecionadas e aquelas mais adaptadas ao micro lugar. Porém, a ocupação do espaço por muitos indivíduos é imprescindível para que alguns indivíduos adultos possam chegar vigorosos a idade madura, e a presença de todos os indivíduos de todas as espécies de todos os consórcios é fundamental para o desenvolvimento de todo o sistema.</p> | <p>- devemos semear todas as espécies em alta densidade e, depois, ir selecionando aquelas mais vigorosas. - as espécies deverão ter ciclos de vida curto, médio e longo. As de ciclo curto vão criar condições para as de ciclo médio e longo e as de ciclo médio para as suas sucessoras. - o espaço deve ser aproveitado da melhor maneira possível. Assim, além do plantio adensado, como foi explicado anteriormente, todos os estratos (alturas diferentes) devem ser ocupados. Assim, para as plantas de vida curta, podemos escolher as de porte alto médio e baixo, da mesma forma para as de vida média e longa. Dessa maneira o espaço vertical, tanto para aproveitamento da luz, quando da terra, pelas raízes de diferentes tamanhos e formas, é bem aproveitado.</p> |
| <p>5. dinâmica - Constantemente no ecossistema natural podemos observar os agentes que dinamizam o sistema, como o vento, as pragas (formigas cortadeiras, lagartas, etc.), que transformam a matéria orgânica e rejuvenesce o sistema, melhorando o solo, criando condições de luz para o crescimento das outras plantas e revitalizando as plantas naturalmente "podadas". Numa floresta, as pragas e doenças existem, mas de forma equilibrada, sem causar danos severos, pois sua função é importante como dinamizadora do sistema</p> | <p>- devemos fazer papel do vento e das pragas, manejando o sistema através da capina seletiva e da poda. - as pragas e doenças deverão ser vistas como nossos professores, que nos mostram os pontos frágeis do sistema. A biodiversidade é um fator importante para manter esse equilíbrio, assim como a interação entre as espécies (que geram condições de iluminação, solo, etc). Se esses pontos forem observados, notaremos que não teremos danos severos nos sistemas agroflorestais sucessionais.</p> |
| <p>6. cooperação x competição - as plantas da floresta vivem muito bem, umas bem próximas às outras, mostrando que, desde que a combinação das plantas esteja adequada, não há problema com competição</p> | <p>- ao escolher as espécies para comporem os consórcios, é importante considerar a estratificação e o ciclo de vida e, desde que não pertençam ao mesmo grupo, de mesmas características, pode-se efetuar o plantio como se fossem monocultivos sobrepostos, obedecendo aos espaçamentos convencionais (no caso das plantas de ciclo curto). No caso das árvores frutíferas, elas devem ser plantadas por sementes, em alta densidade, para depois então serem selecionadas as de maior vigor.</p> |

Parte VII
Informática e
estatística em
Sistemas Agroflorestais

Protótipo do Sistema de Informações Agroflorestais - Banco de Dados

Gladys Ferreira de Sousa¹, Elisa Vieira Wandelli¹,
Wenceslau Geraldes Teixeira

¹Pesquisador da Embrapa, CPAA, Manaus (AM),

gladys@cpaa.embrapa.br; elisa@cpaa.embrapa.br; lau@cpaa.embrapa.br

INTRODUÇÃO

As pesquisas em sistemas agroflorestais (SAF) tiveram na última década um grande incentivo, gerando um volume considerável de informações tecnológicas nas instituições nacionais e internacionais. A utilização dessas informações para a geração de tecnologia agroflorestal tem sido difícil, porque elas estão dispersas e fragmentadas em áreas específicas de estudos. O aproveitamento das vantagens oferecidas pelo emprego de sistemas agroflorestais depende da organização dessas informações disponíveis, o que além de permitir estudos de simulação de novos modelos também poderá fundamentar a tomada de decisão de pesquisadores e produtores sobre a melhor combinação de espécies e de práticas agrícolas.

HISTÓRICO DA DISCUSSÃO DO BANCO DE DADOS DE SAF

No I Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, realizado em Porto Velho, em 1994, um dos assuntos tratados referiu-se a importância de parâmetros biofísicos envolvidos nos diferentes sistemas de uso da terra e a manipulação destas informações para modelagem em sistemas agroflorestais. No II Congresso de SAF, em Belém, em 1998, a discussão evoluiu para a organização de um banco de dados de SAF direcionado a permitir exercícios de modelagem e simulação. Na ocasião, a Embrapa Informação Agropecuária aceitou as propostas de liderar o processo de criação do banco de dados e coordenar a realização de um Workshop sobre Modelagem e Organização de Informações Experimentais de sistemas agroflorestais, previsto para o segundo semestre de 1999, que acabou não se viabilizando.

Durante a Reunião Técnica sobre banco de dados, realizada no III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, em Manaus, em 2000, foi definido que as informações deveriam ser disponibilizadas em dois níveis: banco de dados com informações gerais, que seria administrado pela recém-criada Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais (SBSAF); e o banco de dados com informações detalhadas de parcelas experimentais, as quais dariam suporte aos exercícios de modelagem e simulação em sistemas agroflorestais.

Dando início aos objetivos acima propostos, em novembro de 2001, a Embrapa Floresta, em parceria com o ICRAF e a ESALQ, realizou um Workshop Internacional em Modelagem e Simulação de Sistemas Agroflorestais, com treinamento no uso

dos modelos WaNuCas do ICRAF e HyPar do Institute of Terrestrial Ecology (ITE).

De novembro de 2001 a maio de 2002 a Embrapa Amazônia Ocidental trabalhou em um protótipo de banco de dados, que está disponível na home page www.cpaa.embrapa.br. Desde maio de 2002, que queremos apresentar nessa palestra e chamamos de Sistema de Informação de Sistemas Agroflorestais – SISAF.

O objetivo do SISAF é fornecer um instrumento de aglutinação das informações agroflorestais para atender desde extensionistas, produtores e estudantes interessados em informações qualitativas como, espécies e práticas de manejo, até pesquisadores interessados em informações quantitativas para simulações e modelagens.

PROCESSO METODOLÓGICO

Para a execução desse projeto optou-se por trabalhar com estagiários da área de engenharia de sistemas, que se propuseram desenvolver junto à equipe do setor de informática da Embrapa Amazônia Ocidental, uma versão preliminar do banco de dados. Este seria disponibilizado em um software que cobrisse as expectativas nas áreas de pesquisa, modelagem, educação e difusão de sistemas agroflorestais.

O sistema de informação criado seria composto por uma base de dados acessada através de uma página Web para a captação e atualização dos dados de SAF. Determinou-se por iniciar com um protótipo que seria desenvolvido e, posteriormente, aperfeiçoado e implantado na sua totalidade. A aceitabilidade pelos usuários seria medida e as possíveis variáveis requeridas pelo sistema seriam identificadas e reformuladas.

Uma maquete de um sistema agroflorestal foi delineada para servir de referência para construção do protótipo do SISAF. Em seguida, os agentes responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de informação e os clientes, em princípio a equipe de SAF da Embrapa Amazônia Ocidental, definiram os objetivos gerais e as exigências do mesmo.

ESQUEMA COMPUTACIONAL DO PROTÓTIPO DO SISAF

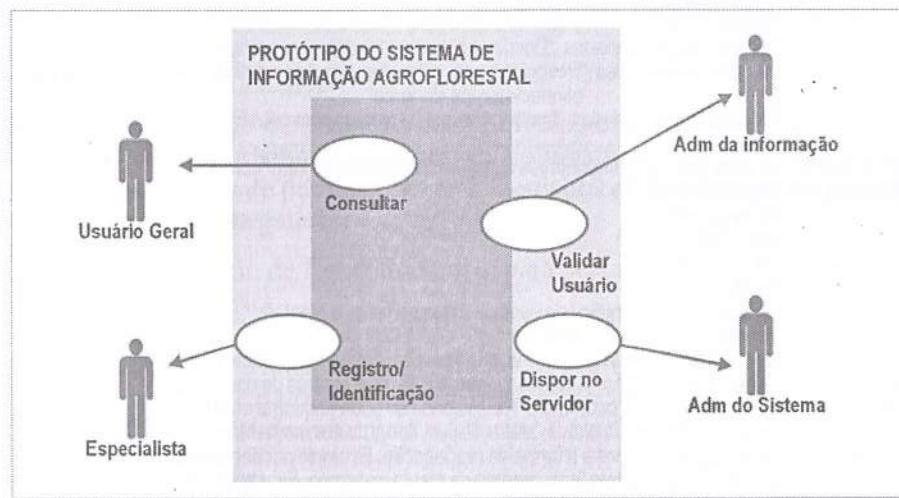
Como suporte ao gerenciamento desse trabalho, foi utilizada uma metodologia padrão de desenvolvimento de sistemas homologada pela Embrapa, a qual se baseia no ciclo de vida do desenvolvimento de um sistema de informações formada pelas seguintes etapas:

1. **Planejamento:** Identificação do problema, onde se observa de maneira objetiva o que ocorre com a organização, manejo, distribuição e publicação da informação.
2. **Análise:** determinação de requisitos de informação, onde se faz um estudo de como os dados são manejados. Aqui se identifica a informação que o usuário necessita para fazer a tomada de decisão e os dados que precisam ser distribuídos e publicados. Nesta etapa também foram analisadas as necessidades e requisitos do sistema, para definir a ferramenta a ser utilizada para a criação do sistema, tendo em conta as exigências do mesmo.

3. **Projeto e Codificação:** elaboração do projeto e desenvolvimento do software; o uso de menus e todas as opções a serem implementadas, incluindo o desenho da base de dados para armazenar as informações a serem manipuladas, o software e a página Web.
4. **Testes:** ajustes e manutenção do sistema.
5. **Implementação e implantação:** implantação, avaliação do sistema e treinamento de usuários.

A Figura 1 mostra as relações entre os agentes da informação (usuários, administradores da informação, especialistas, etc.) e o sistema. No diagrama se visualiza de forma geral as seqüências de interações e cenários, isto é, funcionamento do sistema num momento determinado.

Figura 1 - Visão macro do funcionamento do sistema de informação agroflorestal analisado



SITUAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO E BANCO DE DADOS

No final de abril de 2002, concluiu-se parte dos levantamentos e análises preliminares das informações que compõem o banco de dados dos sistemas agroflorestais trabalhados na Embrapa Amazônia Ocidental. Para a coleta de informações para o sistema foi elaborada uma proposta de organização da informação mostrada parcialmente na Tabela 1. Embora de caráter geral, teve como propósito organizar informações de modo mais amigável e mais facilmente manipulável em entidades, atributos e relacionamentos. Soma-se, ainda, a necessidade de combinar a padronização das coletas de informações em SAF que poderão permitir no futuro utilizá-las nos modelos de simulação.

Tabela 1. Organização da informação quantitativa para cada modelo de sistema agroflorestal que compõe o banco de dados do SISAF

| | |
|--|---|
| 1. Primeira e principal entidade: Sistemas Agroflorestais | |
| Atributos: | <p>Nome "nome com que se conhece o sistema ou sua principal característica".</p> <p>Croqui "Imagem de Campo que descreve a forma de plantar o SAF"</p> <p>Tipo de SAF "Conforme a classificação. Exemplo: silvipastoril"</p> <p>Componentes "Componentes usados inicialmente no SAF"</p> <p>Possíveis mudas de plantas</p> <p>Espaçamento "Distribuição das parcelas e os arranjos espaciais"</p> <p>Tipo de Solo "onde foi implantado o SAF"</p> <p>Melhor Clima "O Clima em que foi implantado o SAF"</p> <p>Animais "Os animais incluídos no SAF, se houver"</p> <p>Práticas de manejo "Os adubos necessários para a manutenção do SAF, conservação do solo, podas, estímulo a polinização, manejo de animais, ao longo do tempo..."</p> <p>Controle biológico "como realizar o controle biológico"</p> <p>Vantagens do modelo testado</p> <p>Desvantagens do modelo testado</p> <p>Evolução do SAF "Descrição do crescimento do SAF e as possíveis trocas"</p> <p>Observações "Notas sobre o SAF"</p> <p>Palavras-chaves</p> <p>Publicações relacionadas "Documentos relacionados com o modelo de SAF"</p> <p>Pessoas relacionadas "Pesquisadores, extensionistas, financiadores ou pessoas que tem conhecimentos do tema"</p> <p>Instituições relacionadas "Instituições que trabalham com o SAF"</p> |
| 2. Entidade: Plantas (para todos os componentes agroflorestais citados no item "componentes") | |
| Atributos: | <p>Nome Científico</p> <p>Nome Vulgar</p> <p>Sinônimos</p> <p>Foto</p> <p>Família</p> <p>Espécie "Nome científico da espécie à que pertence a planta"</p> <p>Variedades "Diferentes tipos, clones"</p> <p>Discriminação "Pode ser perene, semi perene, palmeiras, leguminosas, ..."</p> <p>Origem e distribuição "Lugar de Origem da planta e lugares de distribuição"</p> <p>Países de ocorrência "Países onde se pode encontrar esta planta"</p> <p>Descrição "Forma da planta, altura, folhas, flores, frutos, sementes, ..."</p> <p>Propagação "Conforme à forma de propagação. Exemplo por sementes ou enxertia"</p> <p>Dados de crescimento "crescimento da planta no tempo. Ex. altura, diâmetro, ..."</p> <p>Produzido "Pode ser fruto, raiz, grãos, adubo, ..."</p> <p>Produção "Conforme o produto e o número de colheitas/ano e ao produzido/planta informando o tempo em que a planta inicia a produção"</p> <p>Função que desempenha no SAF "Pode ser rompe - ventos, produção, ..."</p> <p>Espaçamento "Distribuição da planta para seu melhor aproveitamento"</p> <p>Composição "Composição química da planta"</p> <p>Usos "Os usos que se dão à planta, para que serve"</p> <p>Solo "Tipo de solo onde foi implantado o SAF"</p> <p>Faixa ideal de pH</p> <p>Clima "O Clima em que foi implantado o SAF"</p> <p>Lugares de Semeadura</p> <p>Observações</p> <p>Palavras-chaves</p> <p>Publicações relacionadas</p> <p>Pessoas relacionadas "Pesquisadores, extensionistas, financiadores ou pessoas que tem conhecimentos do tema"</p> <p>Instituições relacionadas</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| 3. Entidade: Solos | |
| Atributos: | <p>Nome</p> <p>Localização (Foto)</p> <p>Textura</p> <p>Estrutura</p> <p>Porosidade</p> <p>Permeabilidade</p> <p>Densidade</p> <p>Cor</p> <p>Profundidade Efetiva</p> <p>Reação</p> <p>pH</p> <p>Matéria orgânica</p> <p>Observações</p> <p>Palavras-chaves</p> <p>Publicações relacionadas</p> <p>Pessoas relacionadas "Pesquisadores, extensionistas, financiadores ou pessoas que tem conhecimentos do tema"</p> <p>Instituições relacionadas</p> |

ALCANCES DO SISTEMA

Dentro da elaboração do protótipo foram criadas uma página Web de informações qualitativas sobre sistemas agroflorestais e uma base de dados com informações sobre experiências de pesquisa. Alguns requisitos que podem ser mencionados sobre o sistema são os seguintes:

- 1) Foi desenvolvido de forma dinâmica, para permitir seu crescimento e constante alimentação;
- 2) Permite ter um padrão no manejo da informação sobre SAF;
- 3) O sistema é o primeiro desenvolvido em seu tipo na Embrapa Amazônia Ocidental. Por essa razão ele é um modelo geral, mas é, também, interativo entre a demanda de informação (usuário) e os possuidores da informação (pesquisadores, instituições), o que permitirá o aprimoramento nas suas próximas versões.

O sistema apresenta algumas limitações tais como:

- As funções se realizam através de ferramentas para administração da base de dados e requerem um conhecimento mais avançado por parte do administrador do sistema.
- A análise do sistema deve ser aperfeiçoada.

Um dos pontos interessantes do sistema, no entanto, é que, no estágio atual, emite relatórios com base nos seus arquivos de dados sobre os seguintes pontos: Descrição do sistema agroflorestal, Evolução do crescimento dos componentes, Análise do solo do sistema agroflorestal, Condições climáticas no sistema agroflorestal, Balanço do sistema agroflorestal, Descrição da produtividade dos componentes dentro do

sistema agroflorestal, Dinâmica de implantação anual do sistema agroflorestal, Dinâmica de implantação mensal dentro do sistema agroflorestal, Insumos de adubação aplicados no sistema agroflorestal, Práticas de manejo no sistema agroflorestal através do tempo e Gasto de mão-de-obra no desenvolvimento do sistema agroflorestal.

FUTURAS AÇÕES PARA O SISAF

O protótipo do SISAF disponível na home page da Embrapa Amazônia Ocidental, é apenas uma primeira etapa de um projeto em fase de implantação. Entretanto, o desenvolvimento do sistema em sua totalidade, necessita de recursos, principalmente, para aquisição de equipamentos e de Softwares essenciais para o aprimoramento do sistema, reuniões técnicas de planejamento e validações das ações já realizadas. Atualmente busca-se captar recursos para viabilizar as ações de análise de sistema, que não podem ser desenvolvidas apenas com estagiários, como foi realizada nessa primeira fase. A Embrapa Amazônia Ocidental contratou um novo engenheiro de sistema que, em conjunto com a equipe de sistemas agroflorestais deverá contribuir de forma efetiva para transformar o protótipo em banco de dados e sua posterior manutenção.

A avaliação do protótipo precisa ser feita, assim como o seu aperfeiçoamento, que permitirá não somente consultas como também realizar exercícios de modelagem e simulação. A avaliação será feita através da aplicação de questionários e entrevistas junto ao público capacitado e durante o IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Com essas informações serão realizadas as mudanças necessárias e a manutenção futura do sistema. Na continuidade do trabalho espera-se que o sistema amplie sua base de dados integrando outras bases relacionadas a sistemas agroflorestais.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas Nelcimar Reis Sousa, engenheira agrônoma (pesquisadora) e José Raimundo Barbosa, analista de sistema da área de informática da Embrapa Amazônia Ocidental, pelas sugestões e críticas ao presente texto.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CARDOSO, C. V.; SILVA, A. L. 2000. Modelagem de Dados e Funcional. Versão 1.0. Brasília.
- PEREIRA, L.; SILVA, J. da; MOSQUERA, M. 1996. Metodologia de desenvolvimento de sistemas baseada em objetos. Embrapa, MAARA, DIN. Brasília.
- SÁ, T.D. de A. 1994. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994, Porto Velho. 1999. Colombo-PR: EMBRAPA-CNPFFlorestas. 522p. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 27). p.391-431.
- SILVA, F.C. da; NARCISO, M.G.; BERNARDES, M. S.; MOURA, M.S.F. 1999. Sistemas de Suporte à Decisão em Produção Agroflorestal. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO CONTEXTO DA QUALIDADE AMBIENTAL E COMPETITIVIDADE, 2., 1998, Belém. Palestras, Belém-PA: Embrapa Amazonia Oriental, 1999. 237p. (Embrapa Amazonia Oriental. Documentos, 25). p. 219-225.

Delimitação e Análise de Experimentos Agroflorestais

Hilton Thadeu Zarate do Couto¹

Departamento de Ciências Florestais/ESALQ/USP htczcouto@ciagri.usp.br

INTRODUÇÃO

Consideram-se experimentos agro-florestais aqueles envolvendo duas ou mais culturas dentro de uma mesma área, sendo pelo menos uma dessas culturas de espécies arbóreas.

O objetivo principal de um sistema agro-florestal é a integração de árvores na paisagem agrícola, para diversificar e dar sustentabilidade à produção com benefícios sociais, econômicos e ambientais para os proprietários e produtores rurais.

Os sistemas agro-florestais são classificados em duas categorias básicas: simultâneos e seqüenciais. No sistema simultâneo, as árvores e culturas são cultivadas juntas ao mesmo tempo e no mesmo terreno. Neste sistema a competição entre as árvores e demais culturas é principalmente por luz, água e nutrientes. O objetivo dos experimentos da categoria simultânea é otimizar a competição para que a produção total seja máxima. No sistema seqüencial, as árvores e as culturas são rotacionadas no mesmo terreno. Geralmente estes sistemas iniciam com culturas e terminam com árvores. Os experimentos visam estudar o efeito da rotação na ciclagem de nutrientes, fixação de nitrogênio e supressão de ervas daninhas.

Delimitação e análise de experimentos são duas atividades que são ligadas uma a outra. A análise dos resultados de um experimento deve ser levada em consideração durante o planejamento e durante a análise dos dados, a interpretação leva em conta o delimitação usado. Os experimentos são possivelmente o melhor modo de conduzir um estudo, pois o pesquisador tem controle sobre os elementos do estudo, permitindo a determinação das causas e efeitos. Para experimentos envolvendo consórcio de duas ou mais culturas anuais vários trabalhos enfocando o assunto são encontrados na literatura. Entretanto quando se têm consórcios envolvendo culturas de ciclos curtos e longos (portanto experimentos de ciclo longo), como os sistemas agro-florestais, há escassez de trabalhos que tratam do delimitação e análise estatística do experimento.

DELIMITAÇÃO EXPERIMENTAL

O termo delimitação experimental é usado de diversos modos na literatura e por estatísticos. A definição mais simples é "descrição da estrutura lógica de um experimento" ou ainda, "o arranjo dos tratamentos no experimento". Um experimento é a tentativa de testar uma hipótese. A essência de um experimento é controlar fatores de modo que somente os fatores de interesse são variados. Há dois tipos principais de experimentos, os estudos de observações ou experimentos de mensuração e os experimentos manipuláveis. Os estudos de observações àqueles que as características específicas das populações são observadas e medidas, mas não os objetos de estudo não são modificados. Nos experimentos

manipuláveis, os tratamentos são aplicados as unidades experimentais e em seguida observados os efeitos. No mínimo dois tratamentos são necessários.

Todos os experimentos envolvem tomar algum tipo de medição nas unidades experimentais. A unidade experimental ou parcela é a menor divisão do material experimental e cada unidade experimental pode receber tratamentos diferentes (Fig. 1).

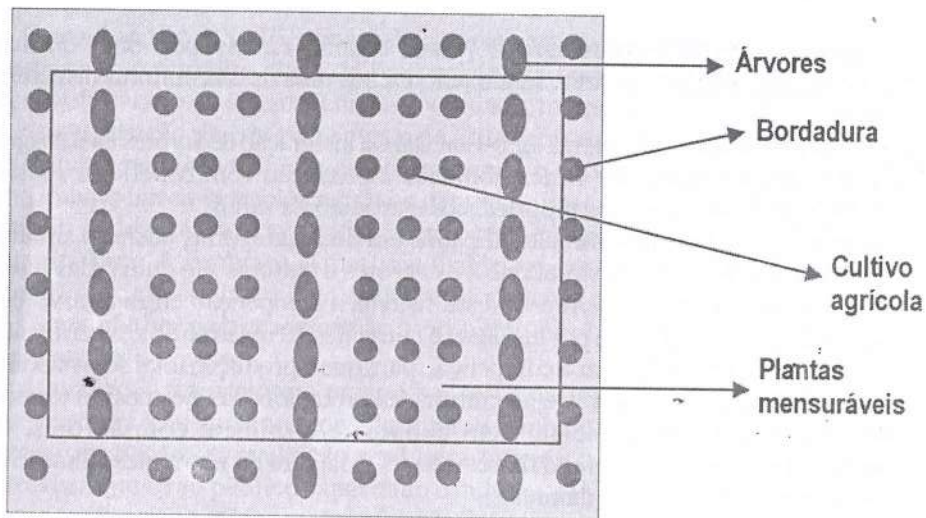


Figura 1- Unidade experimental típica

Os tratamentos são variáveis que são controladas pelo pesquisador e são chamadas de variáveis independentes. Os tratamentos podem ser de dois tipos: qualitativos e quantitativos. Como exemplos de tratamentos qualitativos são as variedades, espécies, número de cultivos, épocas de plantio, etc.. São exemplos de tratamentos ou fatores qualitativos: quantidade de fertilizantes aplicada, temperatura, umidade, etc.

Há três características básicas que um experimento deve ter para assegurar sucesso nos resultados: casualização, repetição e controle local. A casualização ou aleatoriedade é o modo como os tratamentos são alocados nas unidades experimentais, ou seja, ao acaso. Com isso evita-se possível interferência do ambiente no experimento. (Fig. 2).

Repetição significa ter mais de uma unidade experimental por tratamento e é necessária para permitir a estimativa do erro experimental, que por sua vez permitirá o cálculo dos testes estatísticos. Aumentando o número de repetições pode-se aumentar a precisão de uma estimativa estatística. Um dos erros frequentes nos experimentos agro-florestais é o que se chama de pseudo-repetição. A pseudo-repetição pode trazer problemas de confundimento dos tratamentos com uma ou mais variáveis ambientais (solo, clima, por exemplo). A Figura 3 ilustra um caso de pseudo-repetição. Há ainda a possibilidade de se fazer a pseudo-repetição no tempo.

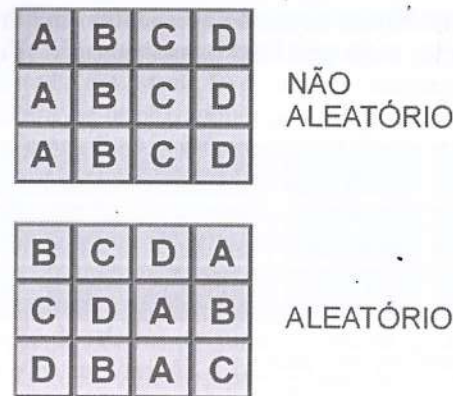


Figura 2- Alocação dos tratamentos nas unidades experimentais.

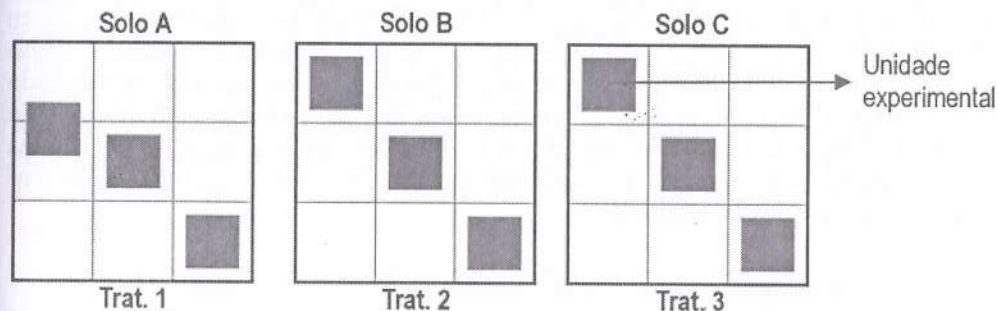


Figura 3 - Pseudo-repetição.

O controle local pode ser feito de diversas maneiras, mas a principal é através do delineamento experimental. Há diversos tipos de delineamentos experimentais, mas os principais são: inteiramente casualizado, blocos ao acaso, fatoriais e parcelas subdivididas. Os experimentos inteiramente casualizados são usados somente quando se tem um ambiente conhecidamente homogêneo e é ilustrado na Figura 4.

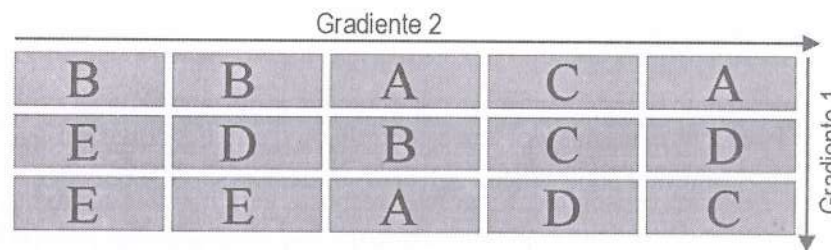


Figura 4 - Experimento inteiramente casualizado.

Os experimentos em blocos ao acaso apresentam maior controle local que os inteiramente casualizados e em geral são os mais usados (Fig. 5). Cada bloco deve conter todos os tratamentos.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|-----------|
| B | C | A | E | D | Bloco I |
| C | B | D | A | E | Bloco II |
| E | A | B | C | D | Bloco III |

↓ Gradiente

Figura 5 - Experimento em blocos ao acaso.

Os experimentos fatoriais envolvem dois ou mais fatores (tratamentos) diferentes e diferentes níveis de cada fator. É possível com este tipo de experimento calcular a interação entre estes fatores. Experimentos envolvendo o fator densidade de plantas por hectare com diferentes níveis (500, 1000 e 1500) e o fator poda, também com diferentes níveis (1º, 2º e 3º ano). Este tipo de delineamento experimental é muito parecido com os delineamentos em parcelas subdivididas, nos quais, dentro de cada fator (parcela) se tem outro fator (subparcela). A Fig. 6 ilustra os dois tipos de delineamentos. Geralmente se prefere os delineamentos fatoriais, mas em alguns casos onde não é possível se instalar no campo experimentos desse tipo, as alternativas são as parcelas subdivididas.

| FATORIAL | | | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| B2 | C1 | B3 | A2 | C2 | A1 | C3 | B1 | A3 | Bloco I |
| B3 | A1 | A2 | C2 | A3 | C1 | B2 | C3 | B1 | Bloco II |
| B1 | A1 | C2 | A2 | B3 | A3 | B2 | C1 | C3 | Bloco III |

| PARCELA SUB-DIVIDIDA | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----------|
| A1 | A3 | A2 | B2 | B3 | B1 | C1 | C3 | C2 | Bloco I |
| C1 | C2 | C3 | B2 | B1 | B3 | A2 | A3 | A1 | Bloco II |
| B2 | B1 | B3 | C1 | C3 | C2 | A1 | A2 | A3 | Bloco III |

VARIÁVEL RESPOSTA

Num experimento os tratamentos são considerados como uma variável explicativa ou independente, que o pesquisador tem o controle. A variabilidade das variáveis não controladas é alocada no resíduo do experimento. Nos experimentos de monocultivos, quando não se usam consórcios, a variável resposta geralmente é a produção de grãos ou o volume de madeira e, portanto de mais fácil obtenção. Nos experimentos agro-florestais são duas as abordagens principais na definição da variável resposta,

sendo uma baseada na cultura principal e a outra abordagem, na produção combinada das culturas consorciadas. Em alguns sistemas agro-florestais, o interesse centraliza-se sobre a cultura principal e esta situação é encontrada nos sistemas agro-florestais que envolvem uma cultura de importância econômica consorciada com árvores de usos múltiplos (adubação verde, sombreamento, quebra-vento, cerca-viva, etc.). A análise desse sistema é mais simples, uma vez que a variável de interesse refere-se apenas à resposta da cultura principal e a análise estatística é feita por procedimentos univariados. Os experimentos envolvendo sistemas consorciados apresentam dados multivariados, ou seja, cada unidade experimental fornece várias variáveis-respostas, relativas a dois ou mais componentes. Visando evitar a abordagem multidimensional é comum a transformação dos dados em uma única unidade e a partir dessa variável realizar a análise de forma univariada. Contudo, a combinação dessas variáveis é difícil de ser obtida, uma vez que as mesmas diferem entre si, sobre vários aspectos, como valores econômicos, energéticos, ecológicos e sociais. Portanto, para se obter uma única variável é necessária a conversão, por algum critério de equivalência, todos os rendimentos em um único valor, de maneira que se possa realizar a comparação estatística dos tratamentos pela abordagem univariada. Os dois critérios mais usados são a produção equivalente (PE) e a razão de área equivalente (LER). A produção equivalente é o método mais prático e consiste em analisar os componentes através de uma variável comum (PE), que pode ser a produção de matéria seca (diretamente ligada à fixação de carbono), proteína, etc., ou converter as produções observadas em um único padrão monetário. A função usada é a seguinte:

$$PE = \sum_{i=1}^m r_i \bar{y}_i,$$

onde,

PE = produção equivalente referente aos m componentes do sistema agroflorestal;

y_i = rendimento médio do i-ésimo componente ($i = 1, 2, \dots, m$);

r_i = valor relativo ao i-ésimo componente, estabelecido em relação a um padrão definido arbitrariamente.

Um exemplo do uso desse método pode ser a consorciação de milho com *Acácia mangium*. Neste exemplo não é considerada a taxa de juros do investimento, que em algumas situações, principalmente em ciclos longos, pode ser importante. Ao fim de 5 anos pode-se ter a produção em cada parcela experimental, e para cada componente do sistema (grãos e madeira). Sabendo-se que uma tonelada de milho equivale a 17 m³ de madeira, o valor de PE será:

$PE = 17 y_1 + y_2$, onde

y_1 = produção de milho (T/ha);
 y_2 = produção de madeira (m³/ha).

Se uma unidade experimental produzir 6 t de milho e 80 m³ de madeira por hectare, ao final de 5 anos, a $PE = 182$ unidades.

A razão de área equivalente (LER) é a medida de comparação entre a performance de uma espécie em consórcio e o desempenho da mesma em monocultivo. É o método mais empregado na análise de experimentos envolvendo culturas consorciadas. O LER recebeu essa denominação por ser um coeficiente que mede a área de terra em monocultivo necessária para a obtenção de uma mesma produção para o caso do cultivo consorciado. Supondo que um hectare de terra cultivada de forma consorciada é possível obter 80 m³ de madeira e 6 t de grãos. Quando cultivada em monocultivo seria necessário 0,75 ha para a produção de 80 m³ de madeira e 0,5 ha para a produção de grãos. Assim, para se obter a mesma produção das espécies consorciadas é necessários 1,25 ha (0,75 + 0,5) de terras com monocultivo. Portanto o valor de LER será 1,25. Quando o LER é maior que 1, como no exemplo dado, pode-se afirmar que os rendimentos dos cultivos consorciados supera os monocultivos. Se o LER for igual a 1, não há vantagens, mas se for inferior a 1, o cultivo consorciado é desfavorável. Portanto a fórmula de LER é:

$$LER = \sum_{i=1}^m \frac{y_i}{z_i}, \quad \text{onde}$$

Y_i = produção observada do i -ésimo componente, quando cultivado de forma consorciada, em uma determinada unidade de área;

Z_i = produção do i -ésimo componente na mesma unidade de área, quando cultivado em monocultivo.

Portanto, nos experimentos agro-florestais, para se calcular o LER, é necessário ter as formas de monocultivo das espécies consorciadas como tratamentos.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a coleta dos dados do experimento e observando as recomendações já definidas para o delineamento e definição da variável resposta, o próximo passo é a análise estatística dos dados. A definição do delineamento experimental supõe um modelo estatístico que apresenta algumas características que devem ser oriundas dos dados colhidos. O modelo estatístico para um experimento inteiramente ao acaso é:

$y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$, onde,

y_{ij} = são as observações das variáveis em estudo;
 μ = média geral do experimento;
 t_i = efeito do tratamento;
 e_{ij} = resíduo.

O modelo em blocos ao acaso possui a seguinte expressão:

$$y_{ij} = \mu + t_i + b_j + e_{ij}$$

sendo b_j = efeito do bloco.

A análise estatística corresponde a realização de um análise de variância e consequente teste de hipótese. Duas hipóteses são testadas:

H_0 = hipótese nula
 H_A = hipótese alternativa.

Para que a análise de variância seja válida, o modelo deve ter:

- Homogeneidade das variâncias;
- Independência dos resíduos;
- Normalidade dos resíduos.

Para a verificação dessas condições faz-se a análise dos resíduos do modelo. Quando essas condições não são observadas, o teste pode apresentar resultados falsos, ou seja, rejeitar a hipótese nula quando ela é verdadeira ou aceitar a hipótese nula quando ela é falsa. Quando o problema aparece nos dados é comum se fazer a transformação dos dados e caso isto não solucione, utiliza-se os testes não-paramétricos.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- CARVALHO, A.C.A. 1996. O método bootstrap e sua aplicação em análise de dados agroflorestais com variáveis aleatórias tipo razão. Piracicaba, ESALQ/USP, 88 p (Dissertação de Mestrado).
- FEDERER, W. T. 1993. Statistical Design and Analysis of Intercropping Experiments. Nova York, Springer Verlag, Vol. 1: Two Crops, 300 p.
- GONÇALVES, S. R. 1982. Consorciação de culturas – técnicas de análise e estudo da distribuição LER. Brasília, UNB, 218p (Dissertação de Mestrado).
- MONTEGOMERY, D.C. 1997. Design and Analysis of Experiments. 4ª Ed. Nova York, Wiley, 704p.
- NAIR, P. K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. Agroforestry Systems, 3:97-128.

- NETER, J; KUTNER, M.H.; NACHTSHEIM, C.J. & WASSERMAN, W. 1996. Applied Linear Statistical Models. 4ª Ed. Irwin, 1408 p.
- OYEJOLA, B.A. & MEAD, R. 1982. Statistical assessment of different ways of calculating land equivalent ratios (LER). Experimental Agriculture, Londres, 18:125-138.

Parte VIII

Aspectos políticos e socioeconômicos,
ensino e difusão de tecnologia
em Sistemas Agroflorestais

Delivering on the Promise of Agroforestry

Pedro A. Sanchez¹

¹ University of California, Berkeley

FROM PANACEA TO AN APPLIED SCIENCE

Agroforestry-putting trees on farms for the benefit of farm families and the environment-is an ancient practice that was transferred from the realm of indigenous knowledge into agricultural research about 25 years ago (Bene et al., 1977). During the 1980s agroforestry was promoted widely as a sustainability-enhancing practice with great potential to increase crop yields, conserve soil and recycle nutrients while producing fuelwood, fodder, fruit and timber (Steppler and Nair, 1987; Nair, 1989). At that time agroforestry was regarded almost a panacea for solving land-use problems in the tropics. Many development projects pushed agroforestry technologies without the backing of solid research. During the 1990s however, agroforestry research has gradually been transformed from a collection of largely descriptive and empirical studies into more scientific approaches, based on process-oriented research (Sanchez, 1995; Young 1997; Buck et al, 1999).

Agroforestry is now recognized as an applied science based on principles of natural resource management (TAC, 1998; Izac et al., 1999). The application of such principles includes the following research practices:

- Participatory, multidisciplinary and analytical approaches
- Technological and policy research
- Working at different spatial and temporal scales
- Beneficiaries at the community, national and global levels
- Working through the research-development continuum
- Working in partnership with governmental and non-governmental organizations
- Moving rapidly into on-farm research with a decreasing degree of researcher control
- Assessing impact in economic, social and environmental terms
- Being a credible partner in development

Agroforestry is a very extensive practice. It is found from the Arctic to the south temperate regions, but it is most extensive in the tropics. Approximately 1.2 billion people (24% of the world's population) depend directly on agroforestry products and services in rural and urban areas of developing countries (Leakey and Sanchez, 1997).

Agroforestry products include fuelwood, livestock fodder, food, fruits, poles, timber and medicines. Agroforestry services include erosion control, soil fertility replenishment, improved nutrient and hydrological cycles, boundary delineation, poverty reduction as well as enhanced food security, household nutrition, watershed stability, biodiversity,

and carbon sequestration. Many agroforestry systems are superior to other land use systems at global, regional, watershed and farm scales because they optimize trade-offs between increased food production, poverty alleviation and environmental conservation (Izac et al., 1999).

Such developments are all well and good, but after 25 years has the promise of agroforestry been realized? The answer is increasingly yes. Some indigenous agroforestry systems have stood rigorous scientific tests and now serve as examples that can be used across the tropics. The complex agroforests of Indonesia are one such example (Michon, 1997). Research based on the principles of competition for light, water and nutrients (Ong and Huxley, 1996), as well as on the complexity of interacting socioeconomic and biophysical factors (Sanchez, 1995), have led to new agroforestry components that indeed increase the sustainability and profitability of existing farming systems. Two such components are the domestication of indigenous trees (Leakey et al., 1996; Leakey and Tomich, 1999) and soil fertility replenishment (Buresh et al., 1997). In the process some widely promoted practices have not met the science-based tests and are no longer advocated at a large scale.

This paper describes two contrasting agroforestry developments that are working effectively to assure food security, reduce poverty and enhance ecosystem resilience at the scale of thousands of smallholder farmers. The first deals with the removal of a biophysical constraint, and the second the removal of a policy constraint. These examples come from the work of ICRAF and its partners because I am most familiar with them. Readers should recognize there are several other examples of successful agroforestry that have been produced by a wide variety of institutions across the world (Buck et al., 1999).

SOIL FERTILITY IN AFRICA

The first example deals with a problem that was invariably identified by farmers in diagnosis and design exercises throughout the subhumid and semiarid tropics of sub-Saharan Africa (henceforth Africa). Soil fertility depletion in smallholder farms is now recognized as the fundamental biophysical root cause responsible for declining food security in this region (Sanchez et al, 1997a,b; Pieri, 1998; Sanchez and Jama 2002; Sanchez, 2002). By fundamental root cause I mean that no matter how effectively other constraints are remedied, per-capita food production in Africa will continue to decrease unless soil fertility depletion is effectively addressed.

During the 1960s, the fundamental root cause of declining per capita food production in Asia was the lack of short-statured, high-yielding varieties of rice and wheat. Food security was only effectively addressed with the advent of improved germplasm in this region. Then other key aspects that had been largely ineffective (enabling government policies, irrigation, seed production, fertilizer use, pest management, research and extension services) came into play in support of the new varieties.

The need for soil fertility replenishment in Africa now is analogous to the need for

“Green Revolution-type” germplasm in Asia three decades ago. Two of the fathers of the Green Revolution, Norman Borlaug and M. S. Swaminathan certainly agree with this analogy (Borlaug and Dowsell, 1994; M. S. Swaminathan, personal communication, July 1998). A full description of the magnitude of nutrient depletion, its underlying socioeconomic causes, the consequences of soil fertility depletion and the various strategies for tackling this constraint have been described elsewhere (Buresh et al 1997; Sanchez et al, 1997a,b, 1999). I will focus on an agroforestry approach, product of 10 years of research by ICRAF and collaborators (Sanchez, 2002).

Nitrogen and phosphorus are the most severely depleted nutrients in smallholder African farms. Although such constraints can be effectively addressed with imported mineral fertilizers, economic and policy constraints make mineral fertilizer use extremely limited in such farms. But Africa has ample nitrogen and phosphorus resources—nitrogen in the air and phosphorus in many rock phosphate deposits. The challenge is to transfer these natural resources to where they are needed in plant-available forms. For nitrogen this is achieved with biological nitrogen fixation by leguminous woody fallows, and for phosphorus with the direct application of reactive, indigenous rock phosphate in combination with biomass transfers of non-leguminous shrubs.

Two-year leguminous fallows accumulate about 200 kg N/ha in its leaves and roots which, upon incorporation into the soil and subsequent mineralization provide sufficient nitrogen for two or three subsequent maize crops, doubling to quadrupling maize yields (Kwesiga and Coe 1994; Kwesiga et al., 1997, 1999). The greatest impact of this work is in Southern Africa where about 10, 000 farmers are now using *Sesbania sesban*, *Tephrosia vogelii*, *Gliricidia sepium* and *Cajanus cajan* in a 2-year fallow, 2-3-year maize rotation (Rao et al 1998). Currently the equivalent amount of mineral fertilizer in the region would cost US\$ 240/ha, an unrealistic amount to farmers who make less than 1 US dollar per day.

The overall results were best summarized by one farmer, Sinoya Chumbe of Kampheta village near Chipata, Zambia when he stated:

“Agroforestry has restored my dignity. My family is no longer hungry; I can even help my neighbours now” (April 12, 1999).

In many high-potential areas of East Africa, smallholder farms are depleted of both nitrogen and phosphorus necessitating the combined use of organic and mineral sources of nutrients (Palm et. al, 1997). Short-term improved fallows of 6-16 months duration of *Tephrosia vogelii*, *Crotalaria grahamiana* and *Sesbania sesban* are an effective and profitable way of adding about 100 kg N/ha and recycling other nutrients in nitrogen-depleted soils of Western Kenya. Fallows as short as six months have tripled maize yields in villages where farmers are now practicing a fallow-crop rotation every year in this bimodal rainfall environment (Niang et al., 1998, Rao et al 1998).

In phosphorus-deficient soils Minjingu rock phosphate from northern Tanzania has proven to be as effective as imported triple super phosphate as well as more profitable (Sanchez et al., 1997a, 1999; Niang et al, 1998). Basal applications of 125 - 250 kg P/ha as a capital investment are beginning to be used by farmers with an expected residual effect of five years. In addition, biomass transfers from hedges of the wild sunflower tithonia (*Tithonia diversifolia*) have shown tremendous effects on yields of maize and high-value crops such as vegetables in western Kenya (Gachengo et al, 1998; Jama et al, 1999).

Tithonia biomass has high concentrations of N, P and K and decomposes very rapidly in the soil (Palm et al., 1997). Given the large additions of soluble carbon and nutrients to the soil when tithonia leaves decompose, we speculate that these processes may enhance phosphorus cycling and therefore the conversion of mineral forms of phosphorus into organic ones (Nziguheba et. al, 1998).

Combinations of tithonia biomass with phosphorus fertilisers have shown to be very effective (Rao et al 1998). The abundance of tithonia in roadsides and farm hedges at intermediate elevations in subhumid Africa makes it an additional natural resource that can be managed for soil fertility replenishment.

About 4000 farmers are currently trying these techniques in Western Kenya. Most of the dissemination work is done at the village scale as a pilot development project (Niang et. al, 1998). Hosea Omollo, assistant chief Barsauri Sublocation, Siaya District in Nyanza Province summarized the results as follows:

“For the first time there have been no hunger periods in this village. Only two ears of maize have been reported stolen this year” July 7, 1998.

Many farmers adopting tithonia biomass transfers have shifted from maize to high-value vegetables which are readily sold in nearby towns, effectively entering the cash economy. One farmer, Charles Ngolo of Ebuyango sublocation, Vihiga District, Western Province, reported that his annual cash income increased from US\$100 to \$1000 with the sale of sukuma wiki (*Brassica oleracea cv. acephala*—kale) and commented:

“ My wife and I are living the tithonia life. I built a new house with a tin roof and we are going to be able to send our children to school” June 4, 1997.

These people now farming on replenished soils have achieved food security, and the last one mentioned is beginning to see his way out of poverty.

The promise of agroforestry has been delivered to them. The question now is now how to scale-up the delivery, from thousands to millions of farmers. This is the major challenge facing national governments which ICRAF's new Development Division intends to facilitate (ICRAF, 1998).

Enabling policies at the national, district and community levels are beginning to emerge in support of the technological breakthroughs (ICRAF, 1998). They include

enhancing the availability of phosphorus fertilizer and high quality seeds, microcredit, and village chiefs fining farmers whose cattle eat their neighbor's sesbania fallows (Sanchez et al., 1997). The Kenya Government established a pilot project on soil fertility recapitalization and replenishment for Western Kenya and funded it. Furthermore the Kenya Government as a member of the CGIAR, is now providing considerable financial support for ICRAF to conduct the more strategic research underpinning the replenishment practices. Technological and policy research are therefore two sides of the same coin in agroforestry. Their joint impact will enable soil fertility replenishment to make a major contribution toward achieving food security in Africa.

TREE TENURE IN SOUTHEAST ASIA

In other instances, agroforestry research delivers improved policies, not technologies, but such policies must be backed by a sound biophysical base. The complex agroforests of Indonesia are indigenous systems invented by local peoples over generations living at the margins of tropical rainforests in Sumatra (Torquebiau, 1984). After slash-and-burn, food crops are planted along with coffee, pepper, fruit trees (*Lansium domesticum*-duku, *Durio zibethinus*-durian) and the resin-producing damar tree (*Shorea javanica*). The trees eventually shade out the crops, occupy different strata and produce high-value products such as fruits, resins, medicinals and high-grade timber (de Foresta and Michon, 1994).

Biophysical scientists have studied the productivity and ecological dimensions of these systems (Michon and de Foresta 1996; Michon, 1997). The villagers in Krui, Lampung Province, who make a living from these complex agroforests, have an obviously higher standard of living than those who grow only crops (Bouamrane, 1996). Plant diversity in the mature complex agroforests is in the order of 300 species/ha, which approximates that of adjacent undisturbed forests (420 plant species/ha). The richness of bird species in mature damar agroforests is approximately 50% that of the original rainforest and almost all mammal species are present in the agroforest (de Foresta and Michon, 1994). This is possible because such agroforests, composed of hundreds of small plots managed by individual families, occupy contiguous areas of several thousand hectares in Sumatra.

The problem was that farmers did not have land tenure, since their agroforests are classified as State Forest Lands by the Ministry of Forestry. In 1992, the government awarded a forestry company the right to harvest an estimated 3 million commercially valuable trees planted by these local people. This created a great deal of uncertainty among Krui agroforesters who adopted a 'wait and see' strategy and chose not to plant more trees until they would know for sure that they would be able to harvest the benefits of their work. In the words of Pak Hedrus, one of the Krui agroforesters, to a television crew:

“ Up to now, the government does not know what to make of this land. We are trying to explain that it is a forest garden and not a virgin forest” February, 1994.