

Intégrer les activités forestières, l'élevage extensif durable et la restauration du paysage

Z. Calle, E. Murgueitio et J. Chará



Cet exemple d'intensification naturelle illustre comment il est possible tout à la fois d'améliorer un système d'exploitation agricole, de générer des biens et services environnementaux et de dégager des zones fragiles, marginales et stratégiques pour les consacrer à des activités strictes de conservation.

Zoraida Calle est Coordonnateur de la restauration écologique, **Enrique Murgueitio** est Directeur exécutif et **Julián Chará** est Coordonnateur des recherches au Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Cali, Colombie.

Le secteur de l'élevage occupe environ 30 pour cent de la surface terrestre de la planète au travers du pâturage et de la culture fourragère. C'est un facteur essentiel du déboisement, de la dégradation des terres, de la pollution, du changement climatique, de la sédimentation des zones côtières et de la prolifération des invasions par les espèces étrangères (FAO et LEAD, 2009). Le lien entre la production agricole et la déforestation est particulièrement étroite en Amérique latine, où les activités d'élevage se sont étendues, principalement aux dépens des forêts. Une forme simplifiée d'élevage extensif basé sur des monocultures herbacées est pratiquée depuis des siècles en Amérique latine. Ce type de système a favorisé la dégradation environnementale et le changement climatique car il va

Pour répondre à la nouvelle image proposée de l'élevage extensif en zone tropicale, les animaux doivent paître dans un environnement ombragé et biologiquement diversifié, entourés d'une biomasse comestible de haute qualité. Ces taureaux pâturent sous un arbre à la pluie (Albizia saman) dans la réserve El Hatico, El Cerrito, Valle del Cauca, Colombie

à l'encontre de la dynamique naturelle des écosystèmes forestiers tropicaux¹ (Wassenaar *et al.*, 2007).

¹ Dans les écosystèmes forestiers tropicaux, la plupart des nutriments se trouvent à l'intérieur des plantes, des animaux et des microorganismes vivants. Les cycles fermés de nutriments se développent grâce à une végétation hautement diversifiée, dotée de denses réseaux de fines racines et de mycorhizes, en association avec des assemblages d'agents de décomposition efficaces.



L'élevage peut contribuer à maintenir les complexes réseaux trophiques et à restaurer la fertilité des terres dégradées, comme ici dans la vallée de la rivière Cesar, Colombie

L'un des paradoxes de l'élevage extensif en Amérique latine est que, alors qu'il s'agit à l'heure actuelle de la principale utilisation des terres, occupant plus de 550 millions d'hectares, les taux de charge et la productivité moyens sont faibles (0,59 tête par hectare, et respectivement 19,9 kg de viande de bœuf ou 89,7 litres de lait par hectare et par an; FAO, 2006). Avec quelques exceptions, cette utilisation des terres a des indices de production par animal et par hectare minimaux, et constitue une maigre contribution à l'emploi rural dans la région.

Malgré son inefficience et ses multiples effets négatifs sur l'environnement, l'élevage extensif n'est pas prêt de décliner à brève échéance en Amérique latine. Tout d'abord, cette activité est profondément enracinée dans l'héritage ancestral portugais et espagnol de la région. En second lieu, il existe une demande élevée et croissante pour tous les produits bovins. Troisièmement, cette activité a souvent été menée en réponse aux échecs de l'agriculture dus aux contraintes biophysiques du territoire (Hernández, 2001; Murgueitio, 2005). Enfin, elle est devenue au fil du temps instrumentale, en tant que moyen de consolider le contrôle sur les terres (Murgueitio et Ibrahim, 2008).

Toutefois, l'élevage extensif tropical peut être amélioré et il n'est pas nécessairement

négatif. Le bétail peut potentiellement servir de «convertisseur catalytique solaire mobile»², et transformer la cellulose contenue dans la biomasse végétale en glucides simples qui entrent dans la composition des complexes réseaux trophiques du sol et contribuent à restaurer la fertilité des terres dégradées (Patriquin et Moncayo, 1991). S'il est soumis à une gestion durable au sein de systèmes sylvo-pastoraux et s'il est intégré dans des couloirs de connexion et des aires protégées, l'élevage extensif peut même devenir un outil de la restauration des paysages. Le passage à grande échelle d'un élevage exigeant en intrants et exploitant des pâturages dégradés vers un système sylvo-pastoral respectueux de l'environnement pourrait avoir de multiples effets: renforcer la capacité de récupération des sols face à la dégradation et à la perte de nutriments, piéger de grandes quantités de carbone (de 1,2 à 6,1 tonnes par hectare et par an; Ibrahim *et al.*, 2010; Udawatta et Jose, 2011), réduire les émissions de gaz à effet de serre (Nair *et al.*, 2011) et contribuer à la protection des ressources en eau en améliorant les propriétés du sol et en réduisant la pollution (Chará, 2010). Des emplois pourraient ainsi être créés, et l'on pourrait produire, de façon durable, des aliments de haute qualité ainsi que d'autres biens.

Cet article présente une façon d'exploiter le potentiel contenu dans les systèmes d'élevage extensifs tropicaux en les transformant en systèmes sylvo-pastoraux intensifs (SSPI), il explore les moyens de mettre en œuvre une production durable de bois dans ces systèmes, notamment pourquoi et comment sélectionner certaines espèces, et il étudie les mesures susceptibles d'inciter à réaliser des SSPI.

QUE SONT LES SSPI?

La restauration des forêts et des paysages doit aller au-delà du boisement et du reboisement, voire de la restauration écologique, et se fixer pour objectif tant d'améliorer les moyens d'existence des populations que de garantir l'intégrité écologique (Minnemeyer *et al.*, 2011; Laestadius *et al.*, 2011). Les paysages devraient être restaurés et aménagés de façon à assurer une combinaison équilibrée de biens et services environnementaux, et non dans le seul but d'accroître le couvert forestier.

Il a été suggéré qu'un niveau élevé de production alimentaire ne pouvait être obtenu que dans le cadre d'une agriculture

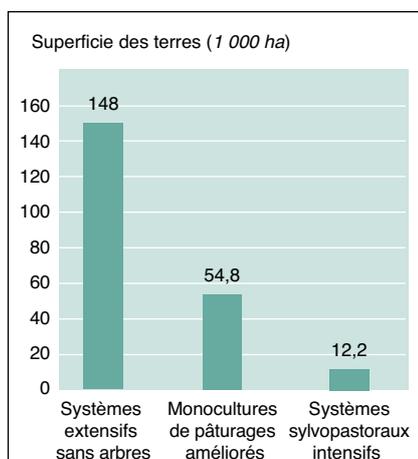
² Les convertisseurs catalytiques transforment les éléments toxiques contenus dans les émissions résultant de la combustion interne d'un moteur en substances moins toxiques.

Les SSPI adjoignent à une culture dense d'arbustes fourragers des graminées et des arbres tropicaux améliorés. Ce SSPI situé à Finca San Marcos, Tamalameque, Cesar, Colombie, associe *Brachiaria humidicola* (graminée), *Tithonia diversifolia* (arbuste fourrager) et *Acacia mangium* (arbre pour bois de construction)



moderne, ayant intensivement recours aux produits chimiques et exigeante en énergie, ce qui se traduit par un piètre habitat pour la faune sauvage; une agriculture alternative serait en revanche vouée à une faible productivité, bien qu'elle soit plus respectueuse de la biodiversité (Perfecto et Vandermeer, 2010). Toutefois, l'intensification agricole et un moindre usage des terres ne constituent pas nécessairement une dichotomie; l'intensification naturelle existe au sein de l'éventail. Il s'agit là de maximiser l'efficacité des processus biologiques tels que la photosynthèse, la fixation de l'azote et le recyclage des nutriments, de façon à stimuler la production de biomasse et accroître la matière organique du sol.

Les intrants intervenant dans les systèmes intensifs naturels sont davantage des processus biologiques que des carburants fossiles et des composés synthétiques, et ces systèmes requièrent d'appliquer des connaissances scientifiques modernes pour associer et gérer des espèces aux caractéristiques différentes. Les SSPI sont un bon exemple d'intensification naturelle, leurs bénéfices productifs découlant des mêmes processus qui fournissent les services écosystémiques.



En remplaçant les pâturages extensifs par des monocultures de pâturages améliorés ou des SSPI, il est possible de produire la même quantité de viande sur respectivement 36 ou 8 pour cent de la superficie (Murgueitio *et al.*, 2012).

Les SSPI sont une forme d'agroforesterie qui associe une culture dense d'arbustes fourragers (plus de 8 000 plantes par hectare), pour la pâture directe du bétail, à des graminées et des arbres tropicaux améliorés. La couche de végétation supérieure peut par exemple consister en arbres ou palmiers, avec des densités allant de 100 à 600 individus par hectare, selon les conditions biophysiques et climatiques de chaque système agroécologique. Les produits issus des arbres – comme le bois et les fruits – peuvent être orientés vers les marchés locaux et les entreprises agricoles, ou bien vers la protection de la biodiversité (Murgueitio *et al.*, 2010).

Les SSPI répondent au besoin croissant et urgent de transformer l'élevage extensif tropical en une activité respectueuse de l'environnement, rentable à court et moyen terme, susceptible de générer des emplois ruraux meilleurs et plus nombreux, et apte à fournir des aliments sains et de bonne qualité (viande, lait et fruits) de même que des cuirs et du bois. Ces systèmes sont adaptés à la production de viande bovine et de lait, et conviennent à l'élevage à aptitude mixte comme à l'élevage spécialisé, ainsi qu'à l'élevage de buffles, d'ovins et de caprins.

Les SSPI devraient s'appuyer sur des connaissances scientifiques et technologiques solides (Dalzell *et al.*, 2006; Shelton et Dalzell, 2007; Murgueitio *et al.*, 2011; Murgueitio *et al.*, 2012; Mahecha *et al.*, 2012). Ils sont de plus en plus mis en œuvre dans des exploitations modernes et rentables, en Colombie comme dans

d'autres pays d'Amérique latine. Du fait de leur taux de charge plus élevé (entre deux et cinq têtes par hectare), les SSPI permettent aux agriculteurs de concentrer la production dans les zones les plus adaptées de l'exploitation, laissant les terres fragiles être consacrées à la récupération des sols et à la protection de la biodiversité (Chará *et al.*, 2011). Ces systèmes se distinguent notamment par une production de biomasse et une qualité nutritionnelle du fourrage élevées, par une pâture rotative, marquée par des capacités de charge considérables et de brèves périodes de pâture suivies de longues périodes de récupération végétale, et par une haute productivité par hectare (figure 1).

Le bon fonctionnement d'un SSPI requiert:

- un approvisionnement permanent, à travers des abreuvoirs mobiles, en eau de haute qualité ainsi qu'en sel minéralisé;
- des haies vives en bordure et une division interne des enclos;
- des clôtures ou des rubans électriques, fixes ou mobiles, visant à concentrer la pâture sur des bandes étroites;
- un traitement non violent du bétail (Ocampo *et al.*, 2011).

Les SSPI comprennent des éléments de la gestion traditionnelle de l'élevage, des banques fourragères et des plantations de bois, mais diffèrent de manière significative de ces trois systèmes d'utilisation des terres:

- À la différence de l'élevage extensif de bovins conventionnel, les SSPI requièrent une gestion rigoureuse, un contrôle administratif et des ajustements permanents fondés sur un suivi attentif. Les protocoles de gestion sont simples mais obligatoires; par

1 Superficie requise pour obtenir une production annuelle de 10 000 tonnes de viande dans la région caribéenne de la Colombie, où existe une saison très sèche

exemple, une fois que le système est établi, les feux et les herbicides ne peuvent pas être utilisés. Au Mexique, les exploitants ayant obtenu les meilleurs résultats doivent leur succès à leur expérience agricole précédente et, dans certains cas, à leur formation en agriculture de précision (Solorio-Sánchez *et al.*, 2012).

- À la différence des banques fourragères mixtes et d'autres systèmes s'appuyant sur la coupe et le transport du fourrage, les SSPI sont conçus pour tolérer la pâture directe par le bétail. Les clôtures électriques doivent être maniées de façon appropriée, en vue de garantir la pâture intense mais instantanée de minces bandes d'arbustes et graminées dans chaque enclos. Ces courtes rotations minimisent l'impact négatif des bovins sur le sol et facilitent la récupération des arbustes et des graminées. Une fois que le bétail s'est déplacé vers une bande de fourrage frais, les bousiers et les vers de terre ensevelissent ou détruisent rapidement les bouses, interrompant ainsi le cycle de vie de divers parasites (Giraldo *et al.*, 2011; Murgueitio et Giraldo, 2009).
- Les SSPI diffèrent des plantations d'arbres par divers traits: la densité inférieure de plantation; l'aménagement spatial des arbres, en rangées alternant avec des bandes de pâturages ou d'arbustes; l'orientation des rangées d'arbres – ouest-est au lieu de nord-sud –; et le calendrier et l'intensité des opérations d'éclaircie et d'élagage des arbres, tous deux déterminés en vue de minimiser l'ombre sur les pâturages.

*Pour qu'un SSPI fonctionne bien, certains mécanismes de contrôle doivent être mis en place. Dans l'exploitation agricole El Chaco, Pedras, Tolima, Colombie, du ruban électrique fait en sorte que la pâture se concentre sur d'étroites bandes. À noter, les arbustes de *Leucaena leucocephala* broutés au premier plan*



M. MURQUEITIO

Comme l'a révélé une analyse des variations de l'abondance des espèces d'oiseaux, suite à la mise en œuvre, à Quindío, Colombie, d'un projet sur des approches sylvopastorales régionales intégrées pour la gestion des écosystèmes (Regional Integrated Silvopastoral Approaches to Ecosystem Management: RISAEM), les systèmes sylvopastoraux peuvent donner lieu à un accroissement de la biodiversité dans les paysages agricoles. Cinq ans plus tard, le nombre total d'espèces d'oiseaux dans la zone du projet est passé de 146 à 193, celles dépendant des forêts étant passées pour leur part de 74 à 104, les espèces migratoires de 10 à 19, et une espèce en danger ayant recolonisé la région (Chará *et al.*, 2011). La diversité des espèces de fourmis dans les systèmes sylvopastoraux est apparue équivalente à celle enregistrée dans les forêts résiduelles. Les systèmes sylvopastoraux avec une végétation complexe peuvent comporter des niveaux significatifs de biodiversité (Harvey *et al.*, 2005; 2006; Sáenz *et al.*, 2007) et fournir d'importants services écosystémiques, tels

que la gestion naturelle des ravageurs, le piégeage du carbone, la conservation des sols et de l'eau, la contribution au cycle des éléments nutritifs, la protection hydrique et la pollinisation des cultures.

INTRODUIRE DES ARBRES ET PRODUIRE DU BOIS DANS DES SSPI

Les SSPI peuvent associer le profit à court terme dérivant de la production de lait et/ou de viande et l'investissement à long terme dans le bois.

Les espèces d'arbres, les traitements sylvicoles et les facteurs agroécologiques déterminent la production de bois dans les SSPI. Les arbres pour bois de construction sont plantés le long de lignes doubles ou triples, séparées par des bandes de pâturage de 15 à 30 mètres de large. La densité initiale des arbres dans ces systèmes équivaut ainsi à la moitié, voire moins, de celle que l'on observe dans les plantations d'arbres homogènes. L'interception de la lumière par les arbres variant entre 10 et 40 pour cent, les SSPI permettent la pâture jusqu'à la récolte finale du bois. Le pâturage contrôlé est autorisé quatre à huit mois après la plantation des graminées et des arbustes fourragers; toutefois, l'entrée du bétail sur les lignes réservées aux arbres est soumise à restriction pour une durée allant jusqu'à 18 mois, au moyen de clôtures électriques. Au bout de cette période,



J.E. RIVERA

Les SSPI peuvent accroître la biodiversité des paysages agricoles, comme ce SSPI âgé de 2 ans, établi sur des sols dégradés des piémonts amazoniens. Exploitation agricole Buenos Aires, El Doncello, Caquetá, Colombie

les animaux ont accès à l'intégralité de la zone du SSPI.

Selon les espèces et la région, l'éclaircie ou la récolte du bois peut commencer à la septième année, les récoltes suivantes pouvant se faire jusqu'à la vingtième ou vingt-cinquième année. On estime que le volume total de bois est inférieur de 30 pour cent à celui observé dans les plantations conventionnelles, mais cette réduction est contrebalancée par le prix plus élevé de la récolte finale de bois. Dans ces systèmes en effet, l'éclaircie et l'élagage sont conçus pour maximiser les diamètres des arbres, au-dessus de 30 cm (pour les pins et les eucalyptus de 15-16 ans), et accroître de 50 pour cent le volume du bois à haute valeur commerciale (Esquivel *et al.*, 2010).

Sélection des espèces

La composante élevage des SSPI oriente la sélection des arbres vers les espèces fixatrices d'azote, les arbres fruitiers susceptibles de compléter l'alimentation du bétail et les sources de bois de construction, à usage des exploitations agricoles, des marchés locaux et de l'industrie.

L'architecture du houppier est un autre aspect important de la sélection des arbres. En général, les espèces dotées de troncs droits, de petits houppiers et d'un élagage naturel, telles que *Cordia gerascanthus*, sont préférées aux arbres très ramifiés avec des troncs tordus. Cependant, de grands arbres fixateurs d'azote à graines comestibles, comme *Albizia saman*, *Albizia guachapele* et *Enterolobium cyclocarpum* (tous de la famille des Fabaceae) se trouvent habituellement dans les SSPI en faible densité.

On utilise des espèces avec des houppiers ouverts permettant à une quantité suffisante de lumière de parvenir au sol, plutôt que des arbres au couvert dense faisant écran à la lumière du soleil. Les manguiers constituent une exception à cet égard car les avantages fournis par la récolte abondante de fruits nourrissants

qui en dérivent et l'accroissement du recyclage des nutriments qu'ils impliquent compensent la moindre production de fourrage sous le houppier. Les espèces avec de petites feuilles se décomposant rapidement sont préférées à celles dotées de feuilles larges et épaisses qui forment une litière persistante. *Tectona grandis* constitue une exception car le bétail mange certaines des feuilles tombées au sol, tandis que le piétinement et l'urine combinés accélèrent la décomposition des feuilles restantes.

Le passage des pâturages ouverts aux SSPI s'accompagne souvent d'une appréciation accrue de la biodiversité au sein du système agricole. Ainsi, certaines fermes laitières dans les Andes centrales et orientales de la Colombie ont remplacé leurs monocultures de *Pennisetum clandestinum* (herbe kikuyu) par des SSPI qui associent des herbes cespitueuses et stolonifères, des légumineuses rampantes, une couche intermédiaire d'arbustes fourragers – *Sambucus* spp. et *Tithonia diversifolia* – et l'aune des Andes, *Alnus acuminata*, fixateur d'azote, dans le couvert supérieur. Une fois que les herbicides ont été supprimés, un certain nombre d'herbes adventices colonisent le système. Toutefois, les agriculteurs ont appris à valoriser de «mauvaises herbes» telles que *Sida acuta* et *Sida rhombifolia*, qui sont toutes deux immédiatement broustées par le bétail.

Obstacles à l'introduction d'arbres

Les éleveurs des tropiques admettent souvent qu'ils ont des préjugés à l'égard des arbres croissant sur les pâturages. Les monocultures herbagères sont favorisées en Amérique latine, au moins en partie pour des raisons esthétiques. Les fabricants d'herbicides ont contribué à renforcer ce goût pour les pâturages ouverts, et certaines institutions de recherche concentrent leurs efforts sur la mise au point d'«herbes miraculeuses» et la promotion de la culture à grande échelle de quelques espèces de *Brachiaria*, plutôt que sur le développement de systèmes naturels plus complexes.

Un petit nombre d'arbres pour bois de construction se sont révélés utiles pour ébranler de telles barrières. Certains des pionniers en matière d'adoption de SSPI ont choisi de planter des espèces connues, telles que *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp., *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* et *T. grandis*. Cependant, les arbres pour bois d'œuvre locaux prennent peu à peu une place grandissante sur la scène des SSPI dans diverses régions.

Sélection réussie d'espèces indigènes

Comme dans le reboisement, introduire de nouvelles espèces dans les SSPI comprend des risques. Des projets peuvent échouer du fait d'un choix inapproprié d'espèces, résultant de connaissances insuffisantes



L'architecture du houppier est un autre aspect important de la sélection des arbres. *Cordia gerascanthus*, une espèce indigène dont la conservation inquiète à l'échelle mondiale, dispose d'une structure idéale pour être intégrée dans un SSPI

quant aux prestations d'arbres indigènes dans des contextes différents. Toutefois, un patrimoine considérable de connaissances a été développé sur ces derniers. Plus de 130 espèces néotropicales ont été passées en revue par divers projets nationaux, et plusieurs d'entre elles ont montré une bonne aptitude à croître rapidement et à survivre dans des zones dégradées (van Bruegel *et al.*, 2011; Hall *et al.*, 2011; Montagnini et Finney, 2011, et références à l'intérieur).

Dans les contreforts andins, un agriculteur pionnier du département de Meta, en Colombie, a choisi de tester le rare et endémique *Mimosa trianae* sur son exploitation, en même temps que *A. mangium*, *G. arborea* et d'autres espèces. Cette espèce d'arbre indigène pratiquement inconnue a surpassé ses rivales exotiques et a montré une croissance impressionnante. Collectée par les botanistes uniquement huit fois depuis 1856, cette espèce fixatrice d'azote va probablement devenir l'un des éléments clés des SSPI dans les contreforts andins où, paradoxalement, l'élevage pourrait contribuer à la sauver de l'extinction.

Un autre exemple consiste dans le système sylvo-pastoral fondé sur la succession

contrôlée de *Piptocoma discolor*, dans les contreforts amazoniens de Caquetá, Colombie. Une fois que les herbicides ont été éliminés, en tant qu'instrument permettant de maintenir les pâturages dans cette région humide, cette espèce se régénère vigoureusement et est broutée par le bétail. Il s'agit non seulement d'un excellent arbuste fourrager, mais aussi d'un arbre à croissance rapide producteur de bois, qui forme des poteaux droits utiles pour la construction. Ainsi, *P. discolor* fournit aussi bien du fourrage que du bois, et dispose de l'architecture idéale tant pour la constitution de haies vives que pour son inscription dans les systèmes sylvo-pastoraux (Hurtado *et al.*, 2011).

Certains SSPI comportent deux espèces d'arbres locales ou plus. Une zone de la région caribéenne sèche de la Colombie est soumise à des limitations saisonnières du fait du drainage insuffisant. Dans un SSPI destiné à l'élevage de bovins à aptitude mixte, ont été associés des pâturages améliorés, une couche intermédiaire constituée de l'espèce locale *Guazuma ulmifolia* – plantée avec une forte densité de façon à être broutée directement et entretenue en tant qu'arbuste fourrager – et une couche

de frondaison en bandes, où l'on trouve les espèces locales d'arbres pour bois de construction *Cordia gerascanthus* et *Tabebuia rosea* et l'espèce en danger *Pachira quinata* (Galindo *et al.*, 2010; Galindo, Galindo et Blanco, 2010; Calle *et al.*, 2012).

INCITATIONS À L'ADOPTION DE SSPI

Les personnes voulant mettre en œuvre des SSPI doivent faire face à deux principaux types d'obstacles:

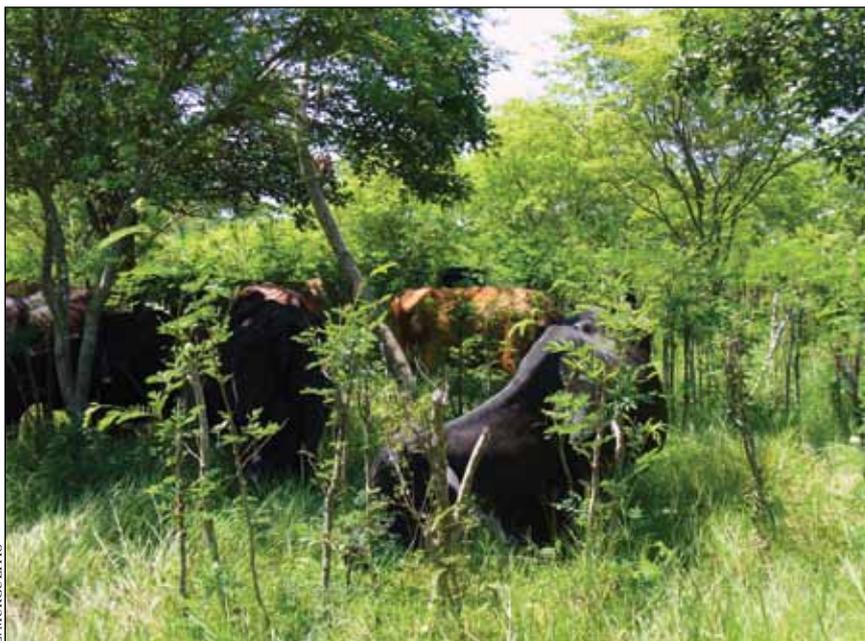
1. *Obstacles financiers.* Les coûts initiaux élevés que représente l'établissement de la plupart des SSPI battent en brèche la vision traditionnelle de l'élevage tropical comme activité requérant un faible investissement. Quoique l'investissement puisse être récupéré dans un délai relativement bref (3-4 ans), la plupart des agriculteurs, des techniciens et des banques n'ont pas assimilé cette forme de pensée relativement nouvelle au sujet de l'élevage.
2. *Obstacles liés aux connaissances.* La complexité des SSPI requiert un savoir spécialisé et une assistance technique (Calle, 2008; Chará *et al.*, 2011).



Un patrimoine considérable de connaissances a été développé, concernant le succès des arbres indigènes dans les SSPI. *Mimosa trianae* Benth (Fabaceae) est un arbre endémique pratiquement «inconnu» qui s'est révélé plus performant que ses rivaux exotiques dans les systèmes sylvo-pastoraux des contreforts andins. Exploitation agricole Andorra, Cubarral, Meta, Colombie

TABLEAU 1. Mesures d'incitation utilisées pour promouvoir le passage de pratiques conventionnelles non durables à des systèmes sylvopastoraux et à d'autres utilisations durables des terres

| Incitations | Contexte socioéconomique et échelle d'application | Contraintes |
|--|--|---|
| Don d'arbres, fournitures et équipement | Petits groupes d'agriculteurs locaux | Seuls les arbres polyvalents qui offrent un avantage économique direct sans concurrencer les cultures commerciales sont attirants pour les agriculteurs Risques: Paternalisme, adoption limitée et manque de soin apporté aux arbres une fois les projets finis |
| Traitement des documents de propriété des terres | Tous niveaux (des petits aux grands propriétaires), zones post conflit et colonies à la frontière agricole | Cette mesure d'incitation devrait être l'étape finale de la fermeture d'une frontière agricole, une fois que l'on est parvenu à une absence de déboisement. La certification d'une propriété doit s'appuyer sur des normes environnementales claires visant à protéger les zones de conservation Risques: Corruption, incitations perverses au déboisement, concentration des terres et acquisition des terres par des acheteurs internationaux |
| Exemption de taxe foncière | Terres fertiles et terres prisées proches de villes et d'infrastructures telles que systèmes d'approvisionnement en eau, barrages et routes Échelle locale (municipalité), mais souvent liée à une politique nationale | Des informations à jour sur la propriété foncière doivent être disponibles. Les incitations doivent être cohérentes avec le coût d'opportunité de la terre; cette incitation n'est pas suffisamment attractive dans des zones avec des activités rentables non durables telles que l'activité minière et les monocultures commerciales |
| Financement d'assistance technique (AT) et vulgarisation sylvopastorale | Nécessaire à toutes les échelles | Requiert une formation spécialisée pour les vulgarisateurs et les techniciens Les coûts de l'AT doivent être appropriés à chaque échelle de production. L'AT ne devrait être ni complètement subventionnée ni très coûteuse. Cela exige la disponibilité permanente de ressources financières |
| Crédit pour l'établissement de SSPI | Nécessaire à toutes les échelles mais doit être adapté à chaque groupe de parties prenantes | Les principales limites consistent dans le manque d'accès au crédit des petits agriculteurs, ainsi que dans les obstacles bureaucratiques. Le système financier crée des entraves (en augmentant les taux d'intérêt ou en exigeant davantage de garanties) Il existe un risque d'échec si la technologie n'est pas appropriée à un écosystème donné Les schémas de crédit doivent être conçus de façon à ce que le flux des paiements soit synchronisé avec les aspects biologiques du système |
| Incitations spéciales liées au crédit sylvopastoral (comme l'incitation à la capitalisation rurale en Colombie) | Politique nationale avec une application à toutes les échelles | Un développement technologique est nécessaire en vue de garantir un investissement adéquat des incitations. Il faut adapter la technologie à des conditions spéciales telles que les écosystèmes montagneux tropicaux, les zones sujettes aux inondations, les sols acides et les zones peu fertiles Incitation limitée par le financement disponible. Elle est confrontée aux mêmes limitations que l'accès au crédit. Les prêts de groupe doivent être développés. Des financements nationaux visant des changements à l'échelle du paysage ne sont pas encore disponibles |
| Application des incitations forestières aux systèmes d'élevage (comme le certificat d'incitation forestière en Colombie) | Les incitations devraient être applicables à toutes les échelles mais, dans la pratique, sont concentrées dans les zones de grosse production de bois Peut atteindre les échelles nationale ou régionale. Avec un développement technologique supplémentaire, les avantages disponibles pour les systèmes d'élevage pourraient devenir équivalents à ceux destinés aux plantations forestières | De plus amples connaissances sur les espèces locales sont requises. La technologie visant à introduire des espèces forestières sur des terres d'élevage extensif fait complètement défaut Le développement des pratiques sylvicoles, les marchés et les techniques pour traiter le bois produit dans les systèmes sylvopastoraux sont insuffisants |
| Paiement des services environnementaux | L'eau est susceptible de fournir des opportunités aux petits propriétaires terriens dans les principaux bassins versants; la biodiversité s'applique à diverses échelles; le carbone est essentiellement attractif pour les grands propriétaires ou les projets à grande échelle Échelle locale pour l'eau, régionale pour le carbone et la biodiversité. Les incitations au niveau national n'existent que dans des pays spécifiques | Requiert des connaissances de base et un suivi du service environnemental offert Le financement est très limité (c'est-à-dire dans le cadre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques). La plupart des pays n'ont pas de financements spécifiques et dépendent de la coopération internationale La différenciation entre paiements à court et à long terme est essentielle. Les arbres indigènes requièrent des encouragements supplémentaires |
| Incitations commerciales spécialisées (y compris dans les prix des produits des SSPI) | Nécessaires à toutes les échelles. Les petits agriculteurs ont besoin d'accéder aux marchés et aux subventions au travers du processus de certification. Les producteurs plus importants et les entrepreneurs ont besoin de mécanismes d'encouragement et de promotion pour accéder aux circuits de commercialisation | Les conditions requises sont notamment les suivantes: traçabilité et certification du lait, de la viande et du bois; protocoles de certification; certificateurs impartiaux; paiement du coût de la certification; et existence d'une demande de produits certifiés sur les marchés spécialisés (produits respectueux de l'environnement, neutres en carbone, avec une faible empreinte en eau ou issus du commerce équitable) Des campagnes fortes et prolongées à l'attention des consommateurs jouent un rôle important dans l'accroissement de la demande de produits issus des SSPI |



Inciter à investir dans les SSPI peut conduire à augmenter la productivité agricole et à générer des biens et services écosystémiques, tout en aidant à conserver et à restaurer les terres dégradées. Exploitation agricole El Chaco, Piedras, Tolima, Colombie

Quoi qu'il en soit, les éleveurs d'Amérique latine doivent s'adapter rapidement au changement climatique, de même qu'aux défis posés par les récents accords de libre-échange, qui impliqueront de produire de la viande bovine et des produits laitiers de haute qualité à un prix plus bas, tout en adhérant aux rigoureuses normes environnementales. Des incitations et des instruments financiers sont donc nécessaires pour promouvoir l'adoption à grande échelle des SSPI. Dans le passé, les programmes de coopération privés, publics et internationaux ont eu recours à des mesures d'incitation pour promouvoir l'adoption de systèmes sylvopastoraux et d'autres pratiques agroécologiques. Les principaux outils pour accroître les SSPI consistent dans les incitations financières, le paiement des services environnementaux, l'assistance technique spécialisée, les prix à l'innovation décernés aux agriculteurs et les préférences du marché. Le tableau 1 présente les mesures d'incitation qui ont été utilisées, l'échelle de leur application et leurs contraintes.

Le coût moyen par hectare de la mise en œuvre de SSPI dans la région caribéenne sèche de la Colombie est de 2 500 dollars EU, un quart (625 dollars EU) correspondant à la main d'œuvre (Solarte *et al.*, 2011). Dans le cadre du projet RISAEM, le revenu moyen par hectare de l'élevage extensif est passé de 237 à 888 dollars EU en Colombie, au Costa Rica et au Nicaragua, suite à l'adoption

de pratiques sylvopastorales – non exclusivement des SSPI – (Banque mondiale, 2008). En moyenne, les pâturages conventionnels fournissent un emploi rural pour 100 ha, tandis que des SSPI consolidés fournissent cinq emplois pour la même superficie. Durant la phase d'établissement, les SSPI peuvent fournir jusqu'à un emploi pour 3 ha (Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria [CIPAV], données non publiées). Ces statistiques s'appliquent aux élevages de petite, moyenne et grande dimension, dans la mesure où les SSPI sont adaptés à toutes les échelles – à partir du moment où il est possible de lever les obstacles financiers et ceux liés aux connaissances.

Les SSPI peuvent améliorer la capacité de charge, la faisant passer de à peine 0,5 à 3,0 têtes par hectare. Un hectare de SSPI peut accroître le revenu d'une exploitation d'au moins 440 dollars EU par hectare et par an. Aussi ces systèmes sont-ils particulièrement aptes à contribuer à la réduction de la pauvreté rurale (CIPAV, données non publiées).

En 2006, dans le Michoacán, Mexique, les élevages à aptitude mixte des vallées arides de Tepalpatépec et Apatzingán ont commencé à remplacer leurs systèmes d'élevage sans arbres, qui requéraient des aliments du bétail et des intrants chimiques abondants, par des systèmes sylvopastoraux intensifs. À ce jour, plus de 4 000 ha de SSPI ont été établis. Une récente évaluation des impacts sociaux et économiques de

ce projet a révélé que le taux de rendement interne de ces systèmes montait de 5-11 pour cent à 33,5 pour cent lorsque l'on tenait compte de la rentabilité du lait, de la viande et des graines de leucaena. La multiplication par cinq du revenu des agriculteurs et par deux des dépenses des exploitations ont stimulé l'économie locale. En outre, les SSPI ont accru la valeur des terres locales de 33 pour cent (González-Pérez et Solorio-Sánchez, 2012).

CONCLUSIONS

Dans certaines parties de l'Amérique latine, la restauration écologique est indéfendable si elle n'est pas manifestement à la base de la survie humaine (Society for Ecological Restoration International–Société internationale pour la restauration écologique –, Science and Policy Working Group, 2004). La restauration doit compléter et renforcer la production alimentaire (Minnemeyer *et al.*, 2011). Les SSPI constituent un bon exemple d'utilisation des terres, capable tout à la fois d'accroître la productivité et la rentabilité d'un système agricole, de générer des biens et services écosystémiques, et de dégager des zones fragiles, marginales et stratégiques pour les consacrer à des activités strictes de conservation. Cependant, ces systèmes ne pourront prendre de l'ampleur en Amérique latine que grâce au soutien national et international, au travers de politiques gouvernementales, de préférences commerciales et de l'accès au paiement des services environnementaux.

REMERCIEMENTS

Nous sommes très reconnaissants aux personnes suivantes, qui mettent en œuvre ou améliorent les systèmes sylvopastoraux mentionnés dans cet article: Fernando Uribe, Carlos Hernando Molina, Enrique José Molina, Luis Solarte, Adolfo Galindo, Jorge Esquivel et Oscar Tafur. Stefano Pagiola, la Banque mondiale, la Fundación Produce Michoacán (Mexique) et la Federación Colombiana de Ganaderos

(Fedegán) ont contribué de manière substantielle au développement de mesures d'incitation visant à promouvoir les systèmes sylvopastoraux intensifs. ♦



Références

- Banque mondiale.** 2008. Implementation completion and results report (TF-50612) on a grant in the amount of SDR 3.7 million equivalent (US\$4.5 million) to Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) for the Integrated Silvopastoral Approaches to Ecosystem Management Project in Colombia, Costa Rica and Nicaragua. Washington, D.C., Banque mondiale.
- Calle, A.** 2008. What makes an early adopter? Transforming landscapes one farmer at a time. *Tropical Resources*, 27: 7–14.
- Calle, Z., Murgueitio, E., Galindo, W., Galindo, V., Uribe, F. et Solarte, L.** 2012. El móncoro o solera *Cordia gerascanthus*: un árbol nativo ideal para los sistemas silvopastoriles de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Carta Fedegán*, 128: 54–64.
- Chará, J.D.** 2010. Impacto de los sistemas silvopastoriles en la calidad del agua. In M. Ibrahim et E. Murgueitio, eds., *Proceedings of the VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la Producción Agropecuaria Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)–Centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria (CIPAV).
- Chará, J., Murgueitio, E., Zuluaga, A. et Giraldo, C., eds.** 2011. *Ganadería Colombiana Sostenible*. Cali, Colombie, CIPAV.
- Dalzell, S.A., Shelton, H.M., Mullen, B.F., Larsen, P.H. et McLaughlin K.G.** 2006. *Leucaena: a guide to establishment and management*. Sydney, Australie, Meat & Livestock Australia Ltd.
- Esquivel, J., Lacorte, S., Goldfarb, C., Fassola, H., Colcombet, L. et Pachas N.** 2010. Sistemas silvopastoriles con especies maderables en la República de Argentina. In M. Ibrahim et E. Murgueitio, eds. *Actas del VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaría Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE–CIPAV.
- FAO.** 2006. *Rapport sur l'élevage 2006*. Rome (disponible aussi sur: www.fao.org/docrep/010/a0255f/a0255f00.htm).
- FAO et Initiative élevage, environnement et développement (LEAD).** 2009. *L'ombre portée de l'élevage: impacts environnementaux et options pour leur atténuation*, par H. Steinfield, P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M. Rosales et C. de Haan. Rome, FAO (disponible aussi sur: www.fao.org/docrep/012/a0701f/a0701f00.htm). (Traduction française de l'édition anglaise, *Livestock's long shadow: environmental issues and options*, publiée en 2006.)
- Galindo, W.F., Galindo, V.A. et Blanco, C.A.** 2010. El guácimo en sistemas silvopastoriles en Sucre. *Carta Fedegán*, 121: 96–99.
- Galindo, W.F., Naranjo, J.F., Murgueitio, M.M., Galindo, V.A., Murgueitio, E. et Tatis, R.** 2010. Producción de carne bovina con sistemas silvopastoriles intensivos basados en *Guazuma ulmifolia* y otras especies en la región del Caribe seco de Colombia. In M. Ibrahim et E. Murgueitio, eds., *Actas del VI Congreso Latinoamericano Agroforestería para la Producción Agropecuaria Sostenible*. Turrialba, Costa Rica, CATIE–CIPAV.
- Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J. et Calle, Z.** 2011. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4: 115–122. DOI: 10.1111/j.1752-4598.2010.00112.x.
- González-Pérez, J.M. et Solorio-Sánchez, F.J.** 2012. Indicadores sociales y económicos de los SSPI del valle de Tepalcatepec, Michoacán, México, cinco años de madurez. In F.J. Solorio-Sánchez, C. Sánchez-Brito et J. Ku-Vera, eds., *Memorias IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Morelia, Mexique, Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Hall, J.S., Love, B.E., Garen, E.J., Slusser, J.L., Saltonstall, K., Mathias, S., van Bruegel, M., Ibarra, D., Bork, E.W., Spaner, D., Wishnie, M.H. et Ashton, M.** 2011. Tree plantations on farms: evaluating growth and potential for success. *Forest Ecology and Management*, 261(10): 1675–1683.
- Harvey, C.A., Villanueva, C., Villacís, J., Chacón, M., Muñoz, D., López, M., Ibrahim, M., Gómez, R., Taylor, R., Martínez, J., Navas, A., Sáenz, J., Sánchez, D., Medina, A., Vilchez, S., Hernández, B., Pérez, A., Ruiz, F., López, F., Lang, I., et Sinclair, F.L.** 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 111(1–4): 200–230.
- Harvey, C.A., Medina A., Sánchez, D.M., Vilchez, S., Hernández, B., Sáenz, J.C., Maes, J.M., Casanoves, F. et Sinclair, F.L.** 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *Ecological Applications*, 16(5): 1986–1999.
- Hernández, L., éd.** 2001. *Historia ambiental de la ganadería en México*. Xalapa, Mexique, Instituto de Ecología.
- Hurtado, E., Tafur, O., Calle, Z., Ortiz, L.H., Zambrano, F., Gacharná, N., Cuartas, C. et Murgueitio, E.** 2011. El árbol boca de indio o cenizo: este árbol es forrajero, maderable y de rápido crecimiento para la ganadería del trópico húmedo. *Carta Fedegán*, 126: 64–70.
- Ibrahim, M., Guerra, L., Casasola, F. et Neely, C.** 2010. Importance of silvopastoral systems for mitigation of climate change and harnessing of environmental benefits. In FAO, sous la direction de M. Abberton, R. Conant et C. Batello, *Grassland carbon sequestration: management, policy and economics. Proceedings of the workshop on the role of grassland carbon sequestration in the mitigation of climate change*. Integrated Crop Management, Vol. 11. Rome, FAO.
- Laestadius, L., Maginnis, S., Minnemeyer, S., Potapov, P., Saint-Laurent, C. et Sizer, N.** 2011. Carte des opportunités de restauration du paysage forestier. *Unasylva*, 62(2): 47–48.
- Mahecha, L., Murgueitio, M., Angulo, J., Olivera, M., Zapata, A., Cuartas, C., Naranjo, J. et Murgueitio, E.** 2012. Ceba de bovinos doble propósito pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. In F.J. Solorio-Sánchez, C. Sánchez-Brito et J. Ku-Vera, eds., *Memorias IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Morelia, Mexique, Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Minnemeyer, S., Laestadius, L., Sizer, N., Saint-Laurent, C. et Potapov, P.** 2011. *A world of opportunity*. Washington, D.C., Institut des ressources mondiales. Disponible sur: www.wri.org/restoringforests.

- Montagnini, F. et Finney, C., eds.** 2011. *Restoring degraded landscapes with native species in Latin America*. Hauppauge, États-Unis d'Amérique, Nova Science Publishers.
- Murgueitio, E.** 2005. Silvopastoral systems in the neotropics. In M.R. Mosquera-Losada, A. Rigueiro-Rodríguez et J. McAdam, eds., *Silvopastoralism and sustainable land management: proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain, in April 2004*, pp. 24-29. Wallingford, Royaume-Uni, CAB International.
- Murgueitio, E., Cuartas, C., Narango, J.F., Murgueitio, M.M., Córdoba, C.P., Uribe, F., Molina, C.H. et Solarte, L.H.** 2010. *Manual de establecimiento y manejo de los SSPi*. Bogotá, Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán), Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) et CIPAV.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A. et Solorio, B.** 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10): 1654–1663. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.09.027.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C. et Naranjo, J.F.** 2012. Los sistemas silvopastoriles intensivos, herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. In F.J. Solorio-Sánchez, C. Sánchez-Brito et J. Ku-Vera, eds., *Memorias IV Congreso Internacional Sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Morelia, Mexique, Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Murgueitio, E. et Giraldo C.** 2009. Sistemas silvopastoriles y el control de parásitos. *Carta Fedegán*, 115: 60–63.
- Murgueitio, E. et Ibrahim, M.** 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina. In E. Murgueitio, C. Cuartas et J.F. Naranjo, eds., *Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo*, pp. 19-40. Cali, Colombie, CIPAV (disponible aussi sur: www.cipav.org.co/pdf/noticias/PaginasSSPCIPAV.pdf).
- Nair P.K.R., Tonucci, R.G., Garcia, R., et Nair, V.D.** 2011. Silvopasture and carbon sequestration with special reference to the Brazilian savanna (Cerrado). In B.M. Kumar et P.K.R. Nair, eds., *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges*. Advances in Agroforestry, Vol. 8, Part 1. New York, Springer. DOI: 10.1007/978-94-007-1630-8_8.
- Ocampo, A., Cardozo, A., Tarazona, A., Ceballos, M. et Murgueitio, E.** 2011. La investigación participativa en bienestar y comportamiento animal en el trópico de América: oportunidades para nuevo conocimiento aplicado. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3): 332–346.
- Patriquin, D.G. et Moncayo, F.** 1991. Cerrando el ciclo de los nutrientes, conceptos obtenidos de la agricultura orgánica. In A. Zapata et R. Espinel, eds., *Sistemas agropecuarios sostenibles y desarrollo rural para el trópico*. Vol. 1. Cali, Colombie, CIPAV.
- Perfecto, I. et Vandermeer, J.** 2010. The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(13): 5786–5791. DOI: 10.1073/pnas.0905455107.
- Sáenz, J.C., Villatoro, F., Ibrahim, M., Fajardo, D. et Pérez, M.** 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agropaisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45: 37–48.
- Shelton, M. et Dalzell, S.** 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pasture. *Tropical Grasslands*, 41: 174–190.
- Society for Ecological Restoration International, Science & Policy Working Group. (Société internationale pour la restauration écologique, Groupe de travail sur la science et les politiques).** 2004. *The SER International primer on ecological restoration*, version 2. Tucson, États-Unis d'Amérique, Society for Ecological Restoration (SER) International. Disponible sur: www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp 2004. (Version française, *L'abécédaire sur l'écologie de la restauration de la SER Internationale*, version 2, disponible sur: www.ser.org/pdf/SER_Primer_in_French.pdf).
- Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Uribe, F. et Murgueitio, E.** 2011. Estimación de costos de establecimiento para sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*, pasturas mejoradas y árboles maderables en el Caribe seco Colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24: 518.
- Solorio-Sánchez, F.J., Solorio-Sánchez, B., Casanova-Lugo, F., Ramírez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A., Ku-Vera J. et Aguilar-Pérez, C.** 2012. Situación actual global de la investigación y desarrollo tecnológico en el establecimiento, manejo y aprovechamiento de los sistemas silvopastoriles intensivos. In F.J. Solorio-Sánchez, C. Sánchez-Brito et J. Ku-Vera, eds., *Memorias IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos*. Morelia, Mexique, Fundación Produce Michoacán, Universidad Autónoma de Yucatán.
- Udawatta, R.P. et Jose, S.** 2011. Carbon sequestration potential of agroforestry practices in temperate North America. In B.M. Kumar et P.K.R. Nair, eds., *Carbon sequestration potential of agroforestry systems: opportunities and challenges*. Advances in Agroforestry, Vol. 8, Part 1. New York, États-Unis d'Amérique, Springer. DOI: 10.1007/978-94-007-1630-8_2.
- Van Bruegel, M., Hall, J.S., Craven, D.J., Gregoire, T.G., Park, A., Dent, D.H., Wishnie, M.H., Mariscal, E., Deago, J., Ibarra, D., Cedeño, N. et Ashton, M.S.** 2011. Early growth and survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management*, 261(10): 1580–1589. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.08.019.
- Wassenaar, T., Gerber, P., Verburg, P.H., Rosales, M., Ibrahim, M., Steinfeld, H.** 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: the geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change*, 17(1): 86–104. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.03.007. ♦