

La Nature Comme Partenaire

ARGUMENTS POUR L'UTILISATION DE LA
RÉGÉNÉRATION NATURELLE DANS LA
RESTAURATION DES FORÊTS ET DES PAYSAGES



FERI Policy Brief



Convention on
Biological Diversity

Ce document d'orientation contient les conclusions de deux ateliers internationaux et d'un numéro spécial de *Biotropica* (Volume 48, Numéro 6, 2016). L'atelier intitulé "Le rôle de la régénération naturelle dans la restauration à grande échelle des forêts et des paysages: défis et opportunités" s'est tenu du 19 au 21 novembre 2014 au Jardin botanique de Rio à Rio de Janeiro, Brésil. Les ateliers "Promouvoir le rôle de la régénération naturelle dans la restauration à grande échelle des forêts et des paysages: défis et opportunités & Consultation pour rendre opérationnels la stratégie régionale et le plan d'action pour la restauration des forêts et des paysages en Asie-Pacifique" s'est tenu à Nanning, Province du Guangxi, Chine, du 19 au 21 juin 2017. Merci à George Gann, James Hallett et Lars Laestadius pour leurs commentaires constructifs sur les versions antérieures du document.

Citation

Chazdon, Robin L., Blaise Bodin, Manuel Guariguata, David Lamb, Bethanie Walder, Unna Chokkalingam, Kenichi Shono. 2017. *Partnering with nature: The case for natural regeneration in forest and landscape restoration*. FERI Policy Brief. Montreal, Canada.

Traduction: Anne de Valence

Disponible en ligne à:

www.feri-biodiversity.org/resources

Remerciements



Forest Ecosystem Restoration Initiative

L'Initiative de Restauration des Écosystèmes Forestiers (FERI) est soutenue par le Service Forestier de la République de Corée et mise en œuvre par le Secrétariat de la Convention sur la Diversité Biologique (CDB). Elle soutient les pays-membres en développement dans la mise au point et l'opérationnalisation de leurs objectifs nationaux et plans de conservation et de restauration des écosystèmes, dans le cadre du Plan Stratégique pour la Biodiversité 2011-2020 et des Objectifs d'Aichi pour la Biodiversité, en particulier les objectifs 5, 14 et 15.



Society for Ecological Restoration

La Society for Ecological Restoration est une organisation internationale non gouvernementale qui compte des membres dans 70 pays. SER fait progresser la science, les pratiques et les politiques de restauration écologique pour promouvoir la biodiversité, améliorer la résilience au changement climatique, et rétablir une relation écologiquement saine entre nature et culture. À travers ses membres, ses publications, ses conférences, son travail sur les politiques publiques et ses campagnes de sensibilisation, SER définit et démontre l'excellence dans le domaine de la restauration écologique.



PARTNERS:

Personnes et Reforestation dans les Tropiques: Un réseau d'éducation, de recherche et de synthèse
Un réseau de coordination de recherche interdisciplinaire qui rassemble des chercheurs en sciences naturelles et sociales pour aborder la complexité des processus socio-écologiques qui façonnent la reforestation tropicale.



La Nature Comme Partenaire

La régénération naturelle est un outil de restauration naturel et peu coûteux qui améliore la résilience, soutient la biodiversité locale et fournit de multiples biens et services écosystémiques. Cependant, pour des raisons sociales, culturelles et économiques, le potentiel de la régénération naturelle est souvent négligé lorsqu'il s'agit d'atteindre des objectifs de restauration à grande échelle ou d'atténuation du changement climatique. Ce document d'orientation recommande des changements de politiques spécifiques qui pourraient mettre en valeur le rôle de la régénération naturelle dans les interventions de restauration écologique et comme facteur essentiel de la restauration des forêts et des paysages.

Figure 1

La régénération naturelle peut fournir un large éventail de biens et services écosystémiques avec des bénéfices de l'échelle locale à globale

Réguler les flux d'eau et réduire les inondations

Augmenter le stockage du carbone

Réduire les coûts et accroître la superficie de la restauration forestière

Réduire la température de l'air

Fournir du bois de construction, de chauffage, et autres produits forestiers pour l'usage local

Procurer nourriture et habitat à la faune sauvage

Procurer des ressources aux pollinisateurs

Améliorer la qualité de l'eau

Offrir une valeur esthétique pour l'écotourisme et la récréation

Améliorer la qualité des sols et réduire l'érosion

Illustration d'Eduardo de Barros



1. Qu'est-ce que la régénération naturelle et quels sont ses avantages?

La régénération naturelle est connue sous de nombreux noms: végétation en jachère, forêt secondaire, succession, densification naturelle, restauration passive, repousse, seconde croissance ou broussailles. Ces termes recouvrent un même processus: après la déforestation, l'exploitation forestière et l'utilisation des terres, une nouvelle couverture forestière peut émerger - spontanément ou par l'aide humaine - de la mémoire écologique de l'écosystème forestier antérieur et du paysage environnant¹. Elle peut également résulter de perturbations naturelles à grande échelle comme des cyclones, inondations ou incendies.

La régénération naturelle est un processus biologique qui peut être assisté et géré afin d'augmenter le couvert forestier et d'atteindre le rétablissement de l'écosystème autochtone ou de certaines de ses fonctions. La restauration écologique repose sur des processus de régénération naturels pour rétablir l'écosystème forestier². La régénération naturelle peut également être une composante de la restauration des forêts et des paysages, entre autres types d'interventions³, et fait partie des plans d'action nationaux qui soutiennent les objectifs de restauration des écosystèmes tels que l'objectif d'Aichi 15⁴.

En plus de renforcer la résilience et d'offrir de multiples biens et services écosystémiques, la régénération naturelle peut s'avérer très efficace pour rétablir la biodiversité locale, les interactions entre espèces et les mouvements au sein des paysages⁵ (**Figure 1**).

Lors de la régénération naturelle, la biodiversité locale est enrichie par:

- la propagation naturelle d'arbres et d'arbustes par des graines, racines, souches ou taillis ;
- la régénération de sources génétiques autochtones adaptées aux conditions locales du sol et du climat ;
- les pollinisateurs, herbivores et agents de dispersion associés aux graines d'arbres colonisateurs.

Un grand nombre de ces bénéfices peuvent également être obtenus par de l'ensemencement direct ou la plantation d'arbres, mais au prix de coûts et d'efforts significativement plus élevés^{4,5}. Dans les régions tropicales, la régénération naturelle spontanée et assistée est plus efficace que la plantation d'arbres pour rétablir la biodiversité et la structure forestière en prenant compte les facteurs tels que l'âge de la forêt, l'usage antérieur des terres, les conditions du paysage et les précipitations⁶. Compte tenu de ces avantages, privilégier la régénération naturelle dans les zones adaptées permet d'allouer plus efficacement les ressources financières, humaines et semencières à des zones qui ont un besoin critique d'interventions d'ensemencement et de plantation d'arbres pour restaurer le couvert forestier et soutenir les moyens de subsistance locaux.



2. La régénération naturelle: où, quand, comment

Un certain nombre de conditions sociales, réglementaires et écologiques doivent être remplies pour que la régénération naturelle se produise^{1,4}. La régénération naturelle peut se produire lorsque les facteurs écologiques suivants sont présents:

- faibles niveaux de perturbation du sol et rétention de la couche arable ;
- proximité de vestiges forestiers ou de réserves qui permettent la colonisation de la végétation à partir de graines, de racines ou de pousses dispersées ;
- protection contre les incendies, le pâturage d'animaux et la récolte excessive ;
- présence minimale d'herbes prônes aux incendies, de fougères, de vignes ligneuses et d'espèces invasives, susceptibles d'entraver l'établissement d'arbres.

Quand certaines conditions ne sont pas remplies, la plantation d'enrichissement, le désherbage ou la plantation intensive peuvent être nécessaires afin de restaurer le couvert forestier et ses qualités.

Les conditions écologiques favorables à la régénération naturelle sont associées à des contextes sociaux et réglementaires particuliers concernant

l'usage des terres. Par exemple, le défrichement récent d'une forêt suivi d'une courte période d'exploitation des terres qui n'aurait pas fortement perturbé le sol créent des conditions favorables. Les terres agricoles abandonnées en raison de l'intensification agricole, de la baisse de la rentabilité agricole ou de possibilités d'emploi plus favorables pour les agriculteurs connaîtront généralement une régénération naturelle si le sol n'est pas trop dégradé.

Dans les aires protégées ou les réserves privées soumises à des objectifs de reboisement axés sur le rétablissement de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques, la régénération naturelle spontanée est souvent l'approche la plus rentable pour restaurer le couvert forestier à l'intérieur de la réserve et ses zones tampons. Les zones prioritaires pour les couloirs biologiques peuvent aussi être restaurées à faible coût grâce à la régénération naturelle spontanée et assistée.

La **Figure 2** illustre les lieux où les conditions écologiques sont susceptibles d'être favorables à la régénération naturelle spontanée et assistée dans un paysage qui contient des vestiges de couverture forestière.

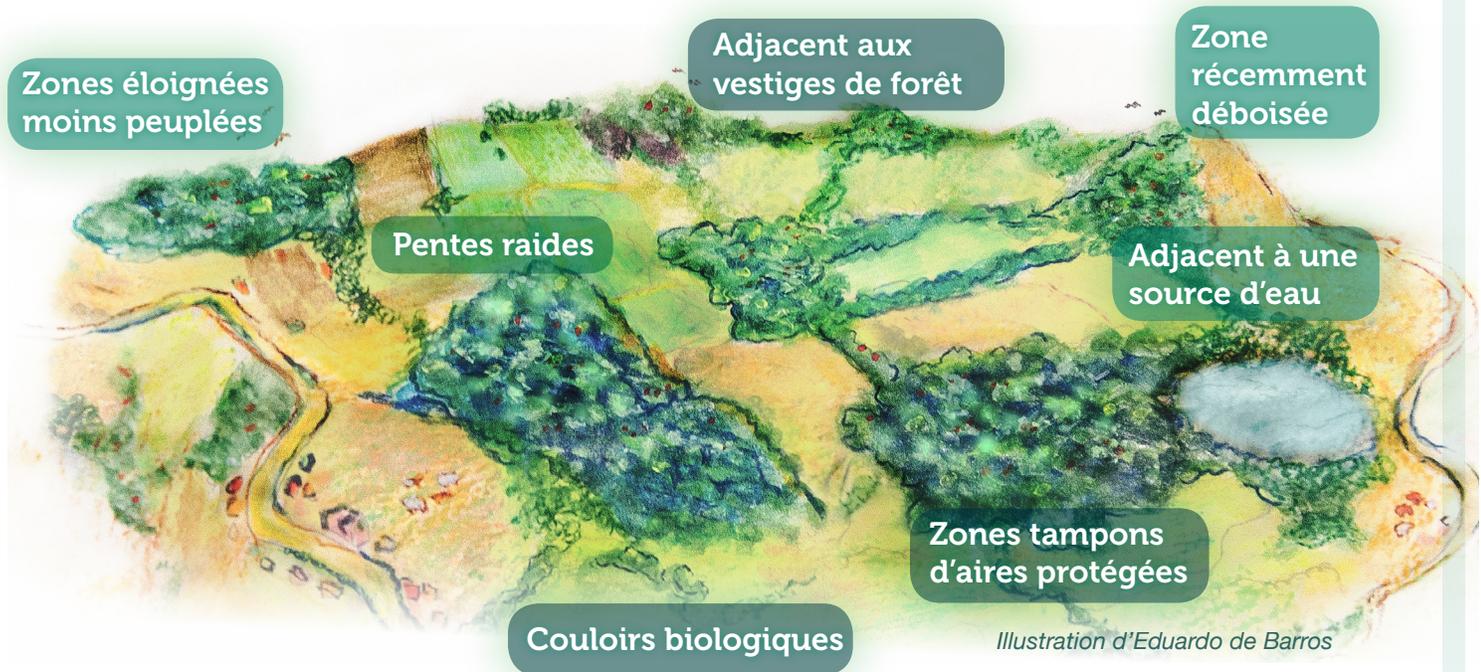
Des facteurs socio-économiques peuvent créer les conditions permettant la régénération naturelle. Dans le Canton de Hojanca, Péninsule de Nicoya, Costa Rica, la régénération naturelle est le résultat de migrations humaines et de l'abandon de pâturages en raison de pénuries d'eau et de la chute du prix du bœuf. La couverture forestière et les flux d'eau sont revenus dans la région, en l'occurrence 13'120 ha de forêt naturellement régénérée. Une économie forestière est venue remplacer l'économie centrée sur l'élevage bovin⁷.

Crédit photo: Robin Chazdon



Figure 2

Dans les paysages qui contiennent des vestiges de couverture forestière, des conditions sociales et environnementales particulières peuvent favoriser la réussite de la régénération naturelle.



Les interventions de restauration varient en termes de coûts directs (main-d'œuvre, matériaux, entretien), niveau d'intervention (modification du sol, utilisation d'espèces exotiques, superficie de plantation), similitude avec la biodiversité originelle et degré d'intégration avec les systèmes de production agricoles et forestiers³. La **régénération naturelle spontanée** se produit sans intervention humaine. Au cours de la **régénération naturelle assistée**, l'établissement d'espèces autochtones est favorisé

par le désherbage, la prévention d'incendie, la dispersion de graines, l'exclusion d'animaux brouteurs ou autres perturbations, et la plantation d'enrichissement de plantes écologiquement ou économiquement importantes. La **régénération naturelle gérée par les agriculteurs** est une pratique agroforestière basée sur la protection et la gestion de porte-greffes et de graines déjà présents dans le sol, conduisant à des systèmes agricoles plus complexes, productifs et résilients à la sécheresse dans les zones arides.

		Coût direct et intensité de l'intervention	Similitude entre la biodiversité ciblée et la forêt autochtone	Valeur de production agricole ou forestière
Interventions de régénération naturelle	Régénération naturelle spontanée	\$	🌿🌿🌿	🌾
	Régénération naturelle assistée	\$\$	🌿🌿	🌾🌾
	Régénération naturelle gérée par les agriculteurs	\$\$	🌿	🌾🌾🌾
Autres types d'interventions de restauration	Plantation d'espèces mixtes avec des arbres autochtones	\$\$\$	🌿🌿🌿	🌾🌾🌾
	Systèmes agroforestiers	\$\$\$	🌿🌿	🌾🌾🌾🌾🌾
	Monoculture ou plantation de peu d'espèces	\$\$\$	🌿	🌾🌾🌾



3. Surmonter les obstacles sociaux et économiques à la régénération naturelle

Sur les terres agricoles, la régénération naturelle spontanée est fréquemment découragée et considérée comme une mauvaise gestion du territoire. Les premiers signes de régénération naturelle sur une exploitation agricole peuvent signaler que la terre est abandonnée ou négligée, conduisant des paysans sans terre à l'occuper. Les propriétaires fonciers ou les communautés gestionnaires de ces terres peuvent manquer des connaissances nécessaires pour soutenir, assister et enrichir la régénération naturelle. Plusieurs actions peuvent aider à surmonter ces défis:

- Démontrer les avantages matériels et immatériels de la régénération naturelle, tels que les possibilités d'usage de produits issus de forêts en régénération ou d'arbres régénérés, ou les services écosystémiques produits par une couverture forestière restaurée ;
- Assurer la disponibilité de graines ou de jeunes pousses pour la plantation d'enrichissement, par l'achat de semences adaptées et la création de pépinières locales ;
- Renforcer les capacités techniques des propriétaires et des gestionnaires pour appliquer les bonnes pratiques de gestion forestière et de suppression d'incendies et de plantes invasives, pour comprendre les conditions de germination et de croissance des espèces utilisées dans la plantation d'enrichissement, et pour l'identification et le soin des jeunes pousses d'arbres ;
- Concevoir des mesures efficaces et équitables de gouvernance pour soutenir l'engagement des communautés locales et leur participation aux interventions de restauration et de gestion des pressions telles que le feu, ou encore le suivi du rétablissement de l'écosystème et de ses bénéfiques ;
- Encourager les initiatives citoyennes pour la régénération naturelle qui intègrent des organisations communautaires dans l'évaluation et la surveillance des zones de régénération naturelle, la plantation d'enrichissement, ou dans le développement d'un écotourisme local dans les zones forestières naturellement régénérées.

Le reverdissement de 5 millions d'hectares de terres dégradées au Niger par la régénération naturelle gérée par les agriculteurs a été rendu possible grâce aux réformes politiques et institutionnelles décentralisant la gestion des ressources en privatisant les arbres situés sur les exploitations agricoles et en octroyant des droits coutumiers aux communautés locales sur l'usage des ressources forestières⁸. La présence de souches ou de porte-greffes souterrains d'arbres précédemment coupés dans des champs non-labourés ont favorisé la régénération d'arbres sur ces terrains agricoles.

Crédit photo: Chris Reij

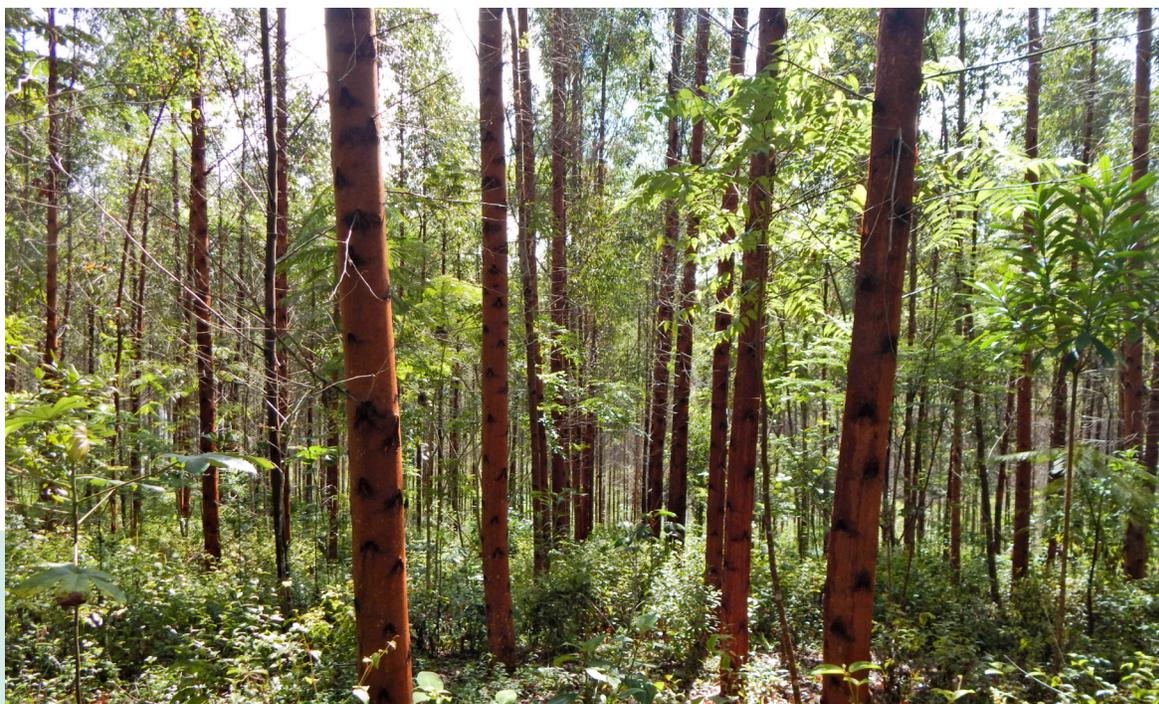


Les défis économiques peuvent constituer un obstacle majeur à l'adoption plus large de la régénération naturelle. Les forêts de jeunes repousses sont souvent défrichées à des fins agricoles car leur rendement économique à court terme est insuffisant pour les agriculteurs ou les communautés forestières⁹. Les investisseurs qui s'intéressent au financement de la restauration forestière cherchent des projets avec un modèle commercial bien développé et un retour sur investissement satisfaisant. Ces défis peuvent restreindre la régénération naturelle à des zones de réserves naturelles nationales, locales ou privées.

La régénération naturelle ne peut pas concurrencer les plantations forestières commerciales ou les usages agricoles qui produisent des rendements économiques bien plus élevés. Par conséquent, l'indemnisation des agriculteurs et des propriétaires fonciers est souvent requise pour compenser le coût d'opportunité d'une utilisation

plus rentable des terres. Les paiements pour services écosystémiques peuvent faire pencher la balance économique pour les propriétaires fonciers et les communautés en faveur de la régénération naturelle. Ces incitations doivent reconnaître et valoriser l'ensemble des biens et services publics et privés fournis par les forêts régénérées. Par exemple, il a été estimé que la valeur économique des services écosystémiques, y compris l'atténuation du changement climatique et la rétention de sédiments, couvre plus de 70% des coûts d'opportunité de la régénération naturelle dans la région du Paraitinga de l'État de São Paulo au Brésil¹⁰.

Ces incitations économiques et un soutien important des secteurs public et privé sont essentiels pour s'assurer que la valeur environnementale et économique combinée de la régénération naturelle dépasse la valeur des utilisations alternatives des terres.



La plantation d'enrichissement d'espèces à haute valeur économique ou commerciale peut accroître la valeur des forêts de régénération naturelle en fournissant des revenus et en compensant les coûts d'opportunité. Dans la forêt atlantique du Brésil, la culture d'eucalyptus à croissance rapide parmi les espèces autochtones, pour une récolte du bois après 4 ou 5 années, peut largement compenser ces coûts¹¹.

Crédit photo: Nino Amazonas



4. Changements de politique et clés du succès de la régénération naturelle

Malgré son omniprésence, ses bénéfices potentiels et son rapport coût-efficacité, la régénération naturelle est souvent négligée parmi les approches étroitement alignées avec une politique environnementale et climatique nationale, les objectifs de développement durable, les objectifs de conservation de la biodiversité et les objectifs de restauration à l'échelle globale.

Dans de nombreuses régions tropicales, la régénération naturelle et les arbres naturellement régénérés ne sont pas reconnus comme résultant d'interventions de restauration ou de reboisement légitimes et n'ont pas droit à un soutien ou à des incitations économiques. Des quantités importantes d'argent et d'efforts sont investis pour soutenir la plantation à grande échelle – souvent d'une seule essence d'arbre – indépendamment des conditions environnementales ou sociales. Les politiques forestières qui favorisent la sylviculture commerciale et les politiques agricoles qui éliminent l'agriculture itinérante n'incitent pas à la régénération naturelle.

Les définitions légales et opérationnelles des forêts sont généralement alignées aux priorités historiques de gestion commerciale du bois¹³ et ne reconnaissent pas le potentiel de gestion des forêts en régénération^{14,15}. Dans certains cas, les jeunes forêts en régénération sont définies comme des terres dégradées, encourageant leur remplacement par d'autres utilisations des terres telles que l'expansion de plantations commerciales de palmiers à huile ou la monoculture d'arbres. Les politiques favorisant la sylviculture commerciale et les politiques agricoles qui découragent l'agriculture itinérante ont créé des désincitations à la régénération naturelle ou à la gestion des jachères¹⁴.

Les politiques de gestion forestière strictes visant à réduire la déforestation et la dégradation des forêts limitent la gestion des forêts en régénération en augmentant les coûts de transaction des récoltes sélectives. Pour les agriculteurs, ces politiques sont une incitation perverse à défricher les stades précoces de repousse pour maintenir un usage actif des terres agricoles¹⁵. La clarification des droits fonciers et des droits de récolte des agriculteurs est essentielle afin qu'ils puissent bénéficier économiquement de la régénération naturelle spontanée ou assistée.

Crédit photo: Noel Celis



En Asie, le reboisement de terres appartenant à l'État suit des objectifs commerciaux et les allocations budgétaires font croître la demande de plantations forestières coûteuses. La régénération naturelle concurrence mal l'agriculture vivrière de consommation locale, l'agriculture d'exportation et la monoculture forestière. La Chine, le Népal, les Philippines et le Vietnam ont élaboré des politiques de soutien à la gestion forestière qui encouragent la restauration des forêts, y compris la régénération naturelle assistée, en passant du contrôle étatique à la gestion communautaire¹². Le défrichage de la végétation autour d'un jeune arbre favorise son accès à la lumière, à l'eau et aux nutriments dans le cadre du projet de Reboisement Naturel Assisté aux Philippines.



Cette plantation pluri-espèces au Costa Rica est composée d'essences arboricoles qui apparaissent communément dans les forêts de régénération naturelle et ses jeunes arbres sont gérés avec soin. Les arbres de cette plantation peuvent être exploités sans plan de gestion mais dans une forêt de régénération naturelle, les mêmes espèces d'arbres ne peuvent pas être récoltées sans un plan de gestion forestière coûteux.

Crédit photo: Robin Chazdon

Avec des conditions adaptées, la régénération naturelle peut satisfaire les mandats légaux de restauration, comme dans l'État de Minas Gerais au Brésil où 75% de la superficie légalement soumise à la restauration dans des fermes privées (1,5 million d'hectares) aurait le potentiel d'être restaurée grâce à des interventions peu coûteuses de régénération naturelle spontanée et assistée¹⁶.

La régénération naturelle a le potentiel de contribuer de façon majeure à la restauration du couvert forestier à grande échelle dans de nombreux pays. **Pour exploiter ce potentiel, il faut savoir déterminer où cela est possible dans un paysage, et où le manque de capacités exige des interventions de restauration alternatives.** Dans de nombreux paysages, des relations synergiques existent entre les différentes approches de la restauration écologique.

En appliquant méthodiquement les outils existants, il est possible d'évaluer l'état de la régénération naturelle sur de vastes zones. **Des évaluations spatiales peuvent être conduites**

pour prédire et cartographier la capacité de régénération naturelle en fonction de facteurs environnementaux et sociaux. Une telle analyse peut minimiser les conflits entre les objectifs de production et de restauration forestière en identifiant les zones à fort potentiel de régénération naturelle qui coïncident avec des terres à faible productivité agricole.

Les différences régionales et continentales d'utilisation des terres et de règles de propriété foncière ont des conséquences importantes sur le succès des interventions de restauration basées sur la régénération naturelle. **La recherche régionale doit être soutenue afin d'améliorer et transférer le savoir sur son écologie, sa gestion et ses coûts et avantages socio-économiques.** Les résultats de ces recherches pourraient être utilisés pour développer des boîtes-à-outils régionales contenant des directives pour identifier le succès d'une régénération naturelle et les méthodes locales adaptées à sa gestion et son enrichissement.

Remarques finales

Il est temps de reconnaître le rôle économiquement et écologiquement bénéfique de la régénération naturelle dans la restauration écologique à grande échelle, et qu'elle est une composante intégrale de la restauration des forêts et des paysages. De multiples bénéfices sociaux et environnementaux de la régénération spontanée et assistée peuvent être obtenus à un coût bien moins élevé que dans les forêts plantées. De nouveaux cadres d'action peuvent faire pencher la balance en faveur de l'adoption par les propriétaires de pratiques de restauration fondées sur des processus de régénération naturelle dans des conditions adaptées. L'amélioration des connaissances sur les zones où la régénération naturelle se produit, son potentiel de développement, et les moyens de renforcer les capacités pour amplifier ce potentiel, offriront des recommandations essentielles pour l'incorporation de solutions naturelles dans les initiatives de restauration à grande échelle.



Avec le soutien financier de:



산림청

Korea Forest Service

Notes

- ¹ Chazdon, R. L. 2014. *Second growth: The promise of tropical forest regeneration in an age of deforestation*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- ² McDonald, T., G. Gann, J. Jonson, and K. Dixon. 2016. *International standards for the practice of ecological restoration—including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration, Washington, DC.
- ³ IUCN, and WRI. 2014. *A guide to the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM): Assessing forest landscape restoration opportunities at the national or sub-national level*. Working Paper (Road-test edition). IUCN, Gland, Switzerland.
- ⁴ Chazdon, R. L., and M. R. Guariguata. 2016. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges *Biotropica* 48:716-730.
- ⁵ Durst, P. B., P. Sajise, and R. N. Leslie, editors. 2011. *Forests beneath the grass*. Proceedings of the Regional Workshop on Advancing the Application of Assisted Natural Regeneration for Effective Low-Cost Restoration. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand.
- ⁶ Crouzeilles, R., M. S. Ferreira, R. L. Chazdon, D. Lindenmayer, J. B. B. Sansevero, L. Monteiro, A. Iribarrem, A. Latawiec, and B. N. Strassburg. 2017. Ecological restoration success is higher for natural regeneration than for active restoration in tropical forests. *Science Advances* e1701345.
- ⁷ Calvo-Alvarado, J., B. McLennan, A. Sánchez-Azofeifa, and T. Garvin. 2009. Deforestation and forest restoration in Guanacaste, Costa Rica: Putting conservation policies in context. *Forest Ecology and Management* 258:931-940.
- ⁸ Reij, C., and R. Winterbottom. 2015. *Scaling up greening: Six steps to success; A practical approach to forest and landscape restoration*. World Resources Institute, Washington, D. C.
- ⁹ Schwartz, N. B., M. Uriarte, R. DeFries, V. Gutierrez-Velez, and M. Pinedo-Vasquez. 2017. Land-use dynamics influence estimates of carbon sequestration potential in tropical second-growth forest. *Environmental Research Letters* 12:074023.
- ¹⁰ Strassburg, B. N., F. S. M. Barros, R. Couzeilles, A. Iribarrem, J. S. Santos, D. Silva, J. B. B. Sansevero, H. Alves-Pinto, R. Feltran-Barbieri, and A. Latawiec. 2016. The role of natural regeneration to ecosystem services provision and habitat availability: a case study in the Brazilian Atlantic Forest. *Biotropica* 48:890-899.
- ¹¹ Brancalion, P. H. S., and J. van Melis. 2017. On the need for innovation in ecological restoration. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 102:227-236.
- ¹² Appanah, S., D. Lamb, P. Durst, T. L. Thuang, C. Sabogal, D. Gritten, B. Mohns, J. Atkinson, and K. Shono. 2016. *Forest landscape restoration for Asia-Pacific forests: a synthesis*. FAO and RECOFTC, Bangkok, Thailand.
- ¹³ Chazdon, R. L., P. H. Brancalion, L. Laestadius, A. Bennett-Curry, K. Buckingham, C. Kumar, J. Moll-Rocek, I. C. G. Vieira, and S. J. Wilson. 2016. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio* 45:538-550.
- ¹⁴ Dressler, W. H., D. Wilson, J. Clendenning, R. Cramb, R. Keenan, S. Mahanty, T. B. Bruun, O. Mertz, and R. D. Lasco. 2017. The impact of swidden decline on livelihoods and ecosystem services in Southeast Asia: A review of the evidence from 1990 to 2015. *Ambio* 46:291-310.
- ¹⁵ Román-Dañobeytia, F. J., S. I. Levy-Tacher, P. Macario-Mendoza, and J. Zúñiga-Morales. 2014. Redefining secondary forests in the Mexican Forest Code: Implications for management, restoration, and conservation. *Forests* 5:978-991.
- ¹⁶ Nunes, F. S., B. S. Soares-Filho, R. Rajão, and F. Merry. 2017. Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil. *Environmental Research Letters* 12:044022.