

# Draft ANR guidelines, part 4: Enrichment Planting in Assisted Natural Regeneration<sup>1</sup>

## Introduction

Enrichment planting is a targeted restoration technique that reintroduces, augments, or introduces selected species in areas with existing natural regeneration to accelerate recovery, increase diversity, or establish valuable species. It is widely implemented in forest restoration and reforestation, where desirable tree species—often native, rare, threatened, or high-value—are planted in existing degraded forests, secondary forests, or understory environments. It is also used in grassland and wetland restoration to fill spatial gaps during natural regeneration, enhance local biodiversity, or restore specific ecological functions. Enrichment planting supplements natural regeneration by accelerating biodiversity recovery and increasing structural diversity, especially when natural regeneration of key species is limited or below levels needed for ecosystem recovery.

In the broad context of ecosystem restoration, enrichment planting is used to achieve four major goals:

1. Increase native species richness and structural diversity in degraded forests (ecological restoration context)
2. Introduce high-value timber or fruit species into secondary forests or plantations (rehabilitation context)
3. Restore specific functional groups, such as food trees for wildlife or nitrogen fixation to increase soil fertility (both ecological restoration and rehabilitation).
4. Achieve the highest level of recovery possible with relation to reference models (ecological restoration context)

Combining ANR interventions with enrichment planting represents a flexible restoration approach that can be adapted to diverse ecosystem types and degradation contexts. Overall, successful enrichment planting requires a holistic approach that combines careful planning, active management of threats, strategic species introduction and care, and continuous learning through monitoring, all underpinned by robust stakeholder engagement.

When implementing assisted natural regeneration in sites with a high natural regeneration potential—ample and diverse seed sources, suitable soil conditions, low density of weeds, vines, or invasive species, long-term site protection—enrichment planting may not be needed. However, even in areas where natural

<sup>1</sup> These draft guidelines were developed by the Expert Committee of the ANR Alliance based on the Standards of Practice for Ecosystem Restoration, Society for Ecological Restoration International Standards V. 2, FAO ANR guide and the CI ANR guide. This is a working document and will be revised following broad input.

regeneration is measurably progressing, there may be conditions where enrichment planting of selected target species will accelerate ecosystem recovery and provide increased benefits for local communities. These include the following scenarios:

- Target/desired species are absent or rare
- Seed sources are distant (>200m) or non-existent
- Species are needed for specific ecosystem functions (e.g., fruiting trees for wildlife)
- Rapid establishment of canopy species is desired to suppress weedy growth or ameliorate understory conditions
- Production of native timber or non-timber species is needed to provide economic benefits for local communities

### Key concepts regarding enrichment planting in ANR systems

- Use enrichment planting where natural regeneration is present but lacks desired species or density. In many cases, enrichment is not needed. Before planning enrichment activities, the natural regeneration potential of the site should be carefully assessed, followed by consideration of the need for supplemental enrichment and selection of species to be used.
- Enrichment approaches within ANR must be tailored to local conditions rather than applied as universal prescriptions. The density and arrangement of enrichment planting should depend largely on the level of degradation and the quality and composition of natural regeneration in the site. For ecological restoration cases, natural conditions in reference sites provide a model for composition, density, and arrangement of enrichment plantings.
- Enrichment can be implemented through planting of seeds, nursery grown seedlings, cuttings, wildings, or by transplanting plugs or sods (intact mats of soil and vegetation). These approaches vary in labor requirements, material costs, outcomes, and infrastructure requirements.
- In the context of ANR, enrichment planting is a technique to *supplement* existing natural regeneration, not to replace or suppress it. ANR never uses initial full planting (full reintroduction) of a site, even when the objective is to use these plantings to promote natural regeneration. Enrichment planting should have a positive effect on naturally regenerating vegetation and should compose a small fraction (30% or less) of overall abundance or cover within an ANR system, corresponding to 30% or less of the total plot area.
- Monitor survival of plantings and adjust approach based on results.

- Enrichment planting can be organized as a volunteer activity involving civic groups, local government officers or local businesses. These activities help to raise awareness about ANR and the broad benefits of restoration.
- Stakeholder engagement is crucial throughout all components of ecosystem restoration, including planning, implementation, monitoring, and ongoing management. This involves co-developing strategies for continuous engagement of local communities and other stakeholders in enrichment planting activities to foster a joint vision and ensure all group interests are collaboratively considered.

## Practical guidelines for enrichment planting

### 1. Species selection

- Appropriate species selection and site preparation are critical, with survival generally higher when species are matched to site conditions and when appropriate site preparation addresses specific limiting factors. Enrichment species should be chosen to complement existing natural regeneration and local objectives (biodiversity, timber, resilience). Selection must balance successional role, functional diversity, and local economic and climate adaptation priorities.
- Select species that fill functional or taxonomic gaps in the regenerating stand rather than duplicate abundant natural recruits, unless required to augment genetic diversity or fulfill other specific needs.
- Criteria for species selection may vary according to whether the ANR implementation is being done in the context of ecological restoration or rehabilitation. In the case of rehabilitation, species that offer local benefits from non-native timber or non-timber products are important to consider.
- Prioritize locally native species and provenance, matching species to sites to maintain ecosystem function and increase establishment success. In the context of rehabilitation or agroforestry, non-native species can be used for enrichment planting if they are known to be non-invasive and lack detrimental effects on natural regeneration or local wildlife.
- Avoid planting native or non-native species that are known to aggressively spread within the site and surrounding areas or have potential to disrupt natural regeneration processes. If knowledge of these aspects is unavailable, conduct a small pilot experiment before larger scale enrichment planting.
- Integrate relevant local ecological knowledge and Indigenous Knowledge in the process of species selection, planting, and ongoing management.

- In forest ecosystems, aim for planting a mixture of species with different growth rates and mature stature to supply both early canopy cover and long-term structure.
- Match species' light demands to microsite conditions (open gaps versus shaded understory); light-demanding legumes and pioneers perform better in larger gaps or in grasslands or other high-light ecosystems, whereas shade-tolerant species establish better under partial canopy or diverse canopies in forests and shrublands.
- Include valuable timber or non-timber species where appropriate, but assess their growth and mortality risks and cost-effectiveness in local trials.
- Select seeds and other propagules that are adapted for climate change and other changing site conditions (e.g. drought-resistant, high-temperature tolerant, etc). Consider mixing populations from diverse areas (provenances) to enhance resilience to future climate shifts
- Prioritize species that provide multiple benefits rather than selecting species based on single traits.
- Timing of reintroduction of later-successional species should account for canopy age and composition to maximize survival. Consider different phases of enrichment planting to accommodate different successional requirements of target species.
- Identify appropriate propagation methods for species to be planted and conduct small-scale trials if necessary.

## 2. Planting design

- Before initiating any restoration activity, including enrichment planting, the specific design of the restoration must be carefully considered after determining the goals and objectives. This includes preliminary work to identify the best approach, such as whether to arrange plantings in clumps or dispersed, especially in regions lacking similar project experience.
- Gap planting tends to outperform line planting in intermediate to heavily degraded forests, whereas line planting can work well in less degraded sites (rehabilitation context).
- In forest areas, planting sites should be based on micro-habitat preference of planted species. For example, higher moisture-dependent species should be planted in low-lying areas, valleys, etc.
- Adjust enrichment planting density in relation to the local density of natural regeneration in the site. Where advanced natural regeneration is abundant,

low densities or gap/cluster planting (tens to a few hundred planted trees per ha) can be effective.

- Enrichment planting design should be based on a good understanding of the ecosystem type and reference models.
- Timing is important! For upland ecosystems (not wetlands), schedule planting at the start of the rainy season or before a predictable high-rainfall period. For sites with highly variable rainfall, favor planting in wetter-than-average years or use microsites under pioneer shrubs to buffer drought risk.
- Introduce species as conditions become appropriate for their survival and growth. In forest ecosystems, introduce shade-tolerant species after initial canopy closure or when canopy composition favors their survival (often 2–5 years after initial restoration plantings).
- Consider locating enrichment plantings inside of existing exclosures, fenced, or patrolled areas if natural recruitment is limited in these areas.
- Enrichment can also be accomplished through seed dibbling where suitable, where seeds are placed into small, pre-made holes or pits. This is a lower cost method with lower management efforts, and seedlings germinating in situ are often more resilient and have higher rates of establishment than planted saplings.

### 3. Seed and seedling quality standards

- Harden seedlings to field conditions in nursery practice and avoid transplanting immediately after heavy fertilization or irrigation shocks to improve establishment.
- Seedlings should have well established root systems before outplanting. Projects often used seedlings >6 months old for slow-growing valuable species and nursery stock sized for field transplanting.
- Handle roots gently, plant at natural root depth, and match planting holes to root system size.
- Prioritize native, locally adapted plant materials to improve ecosystem recovery and resilience.
- Avoid collecting high volumes of seeds from single (or a few closely related) individuals to lessen the risk of inbreeding and genetic swamping.
- In cases of high climate stress, consider introducing more diverse genetic material from other parts of a species' range.
- Seed sourcing of appropriate provenances is best conducted within the project area by knowledgeable people rather than by outsourcing seedling

production to nurseries growing plants with provenances ecologically distant from the project area.

- Restoration practitioners should seek advice from or collaborate with field competent scientists to gain a better understanding of predicted responses of species to fragmentation and climate change, to identify any evidence-based need for intervention and evaluate the relative risks of options relating to the deliberate movement of genetic material to ANR sites.

#### 4. Ongoing management (forest restoration context)

- Protection of the site from uncontrolled wildfires is essential. Firebreaks of effective width should be strategically located and maintained. Regular patrols to ensure early detection of fires should be carried out during fire season.
- Provide appropriate aftercare to all plantings to increase survival. This may include weeding, mulching, fencing, supplemental fertilization, wind or shade barriers, temporary irrigation, pest/disease treatments, and reinstating natural disturbance regimes (e.g., periodic fire, flooding).
- Remove or reduce competing vegetation in the immediate planting microsite and consider larger-scale liberation thinning (removing competing saplings/overwood) where competition from surrounding regrowth reduces long-term survival.
- Create gaps or plant under nurse shrubs/pioneers to provide favorable microclimate in heavily degraded sites; planting under selected shrubs can improve establishment in arid or shrub-dominated degraded lands.
- Biochar (including rice-husk biochar) or fertilizer can increase early growth of planted seedlings.
- Herbivory, lianas, and pest damage are common sources of mortality and reduced growth. Protection and tending of planted seedlings are important measures to reduce mortality.
- Soil fertility, pH, and light environment correlate with seedling performance; select microsites and planting seasons to mitigate water stress and optimize light for species' needs.
- Early, repeated tending (weeding and liana control) during the first 1–3 years is strongly recommended; at least two years of active tending is advisable for seedlings in high-light gaps to secure vigorous recruits.

#### Resources

Axelsson, E. P., K. C. Grady, D. Alloysius, J. Falck, D. Lussetti, C. S. Vairappan, Y. Sau Wai, K. Ioki, M. L. T. Lardizabal, B. Ahmad, and U. Ilstedt. 2024. [Lessons learned](#)

- [from 25 years of operational large-scale restoration: The Sow-A-Seed project, Sabah, Borneo](#). Ecological Engineering 206:107282.
- van Bijsterveldt, C. E. J., A. O. Debrot, T. J. Bouma, M. B. Maulana, R. Pribadi, J. Schop, F. H. Tonneijck, and B. K. van Wesenbeeck. 2022. [To plant or not to plant: When can planting facilitate mangrove restoration?](#) Frontiers in Environmental Science Volume 9 - 2021.
- Carbutt, C., and K. Kirkman. 2022. [Ecological grassland restoration—A South African perspective](#). Land 11:575.
- Elliott, S., D. Blakesley, K. Hardwick, S. Plukham, D. Saengkam, and J. N. Agbor. 2013. [Restoring tropical forests: a practical guide](#). Royal Botanic Gardens, Kew.
- FAO. 2019. [Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration \(ANR\) – A practical manual](#). Bangkok. 52 pp.
- Gann, G., T. McDonald, B. Walder, J. Aronson, C. R. Nelson, J. Nelson, C. Eisenberg, J. Hallet, M. R. Guariguata, J. Liu, F. Hua, C. Echeverría, K. DeCleer, E. Gonzales, and K. W. Dixon. 2019. [International standards and principles for the practice of ecological restoration](#). Restoration Ecology **27 (S1)**:S1–S46.
- Nelson, C. R., J. G. Hallett, A. E. Romero Montoya, A. Andrade, C. Besacier, V. Boerger, K. Bouazza, R. Chazdon, E. Cohen-Shacham, D. Danano, A. Diederichsen, Y. Fernandez, G. D. Gann, E. K. Gonzales, M. Gruca, M. R. Guariguata, V. Gutierrez, B. Hancock, P. Innecken, S. M. Katz, R. McCormick, L. F. D. Moraes, C. Murcia, N. Nagabhatla, D. Pouaty Nzembialela, F. J. Rosado-May, K. Shaw, K. Swiderska, L. Vasseur, R. Venkataraman, B. Walder, Z. Wang, and E. W. A. Weidlich. 2024. [Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030.](#), FAO, SER & IUCN CEM, Rome, Washington, DC, Gland, Switzerland.
- Pedriani, S., and K. W. Dixon. 2020. [International principles and standards for native seeds in ecological restoration](#). Restoration Ecology **28**:S286–S303.
- Wilson, S. J., R. Smith, R. Chazdon, P. Durst, R. Metzler, S. Sprenkle-Hyppolite, S. Begeladze, and I. Hillman. 2022. [Assisted natural regeneration: A guide for restoring tropical forests](#). Conservation International Washington, D.C.

Videos:

[Restoring rainforest in Borneo](#)

Enrichment planting in the IKEA-funded Sow A Seed project to regenerate a degraded rainforest on Borneo

[WeForest's Desa'a project in the north of Ethiopia](#)

It takes more than just planting trees to restore a forest. Find out about the essential ingredients that combine to make WeForest's most ambitious project a success



### [Restoration of Kiu Wetland in Makueni County, Kenya](#)

The Kiu Wetlands, a once degraded but vital ecosystem in Makueni County, is steadily regaining its ecological health through ongoing restoration efforts, including ANR.

### [Restoring Mangrove Forests in the Sundarbans](#)

Through community-led restoration, people are working to protect the Sundarbans, and everything that depends on it.

# Projet de lignes directrices de la RNA, partie 4: Plantations d'enrichissement dans le cadre de la régénération naturelle assistée<sup>1</sup>

## Introduction

La plantation d'enrichissement est une technique de restauration ciblée qui consiste à réintroduire, à renforcer ou à introduire des espèces sélectionnées dans des zones où une régénération naturelle est déjà en cours, afin d'accélérer la reconstitution, d'accroître la diversité ou de renforcer des espèces de grande valeur. Elle est largement mise en œuvre dans le cadre de la restauration forestière et du reboisement, où des espèces d'arbres souhaitables — souvent indigènes, rares, menacées ou de grande valeur — sont plantées dans des forêts dégradées existantes, des forêts secondaires ou des milieux de sous-bois. Elle est également utilisée dans la restauration des prairies et des zones humides pour combler les espaces vides pendant la régénération naturelle, améliorer la biodiversité locale ou restaurer des fonctions écologiques spécifiques. La plantation d'enrichissement complète la régénération naturelle en accélérant le rétablissement de la biodiversité et en augmentant la diversité structurale, en particulier lorsque la régénération naturelle d'espèces clés est limitée ou inférieure aux niveaux nécessaires au rétablissement de l'écosystème.

Dans le cadre général de la restauration des écosystèmes, la plantation d'enrichissement est utilisée pour atteindre quatre objectifs principaux :

- 1) Accroître la richesse en espèces indigènes et la diversité structurale dans les forêts dégradées (dans le cadre de la restauration écologique)
- 2) Introduire des essences forestières ou fruitières à haute valeur ajoutée dans les forêts secondaires ou les plantations (dans un contexte de réhabilitation)
- 3) Restaurer des écosystèmes spécifiques, tels que les arbres nourriciers pour la faune sauvage ou les systèmes de fixation de l'azote afin d'améliorer la fertilité des sols (à la fois restauration écologique et réhabilitation).
- 4) Atteindre le plus haut niveau de restauration possible par rapport aux modèles de référence (dans le contexte de la restauration écologique)

La combinaison des interventions de restauration des zones naturelles et de la plantation d'enrichissement constitue une approche de restauration flexible, susceptible d'être adaptée à divers types d'écosystèmes et contextes de dégradation. Dans l'ensemble, une plantation d'enrichissement réussie nécessite

---

<sup>1</sup> Ce projet de lignes directrices a été élaboré par le comité d'experts de l'Alliance RNA sur la base des « Standards of Practice for Ecosystem Restoration » (Normes de pratique pour la restauration des écosystèmes) de la Society for Ecological Restoration (Normes internationales, version 2), du guide ANR de la FAO et du guide ANR de CI. Il s'agit d'un document de travail qui sera révisé à la lumière des nombreuses contributions reçues.

une approche holistique qui combine une planification minutieuse, une gestion active des menaces, l'introduction et l'entretien stratégiques d'espèces, ainsi qu'un apprentissage continu grâce au suivi, le tout s'appuyant sur une forte implication des parties prenantes.

Lorsqu'on met en œuvre une régénération naturelle assistée sur des sites présentant un fort potentiel de régénération naturelle — sources de graines abondantes et variées, conditions pédologiques favorables, faible densité de mauvaises herbes, de lianes ou d'espèces envahissantes, protection à long terme du site —, il n'est pas toujours nécessaire de recourir à des plantations d'enrichissement. Cependant, même dans les zones où la régénération naturelle progresse de manière tangible, certaines conditions peuvent justifier que des plantations d'enrichissement d'espèces cibles sélectionnées accélèrent la restauration de l'écosystème et apportent des avantages accrus aux communautés locales. Cela inclut les scénarios suivants :

- Les espèces cibles ou souhaitées sont absentes ou rares
- Les sources de graines sont éloignées (> 200 m) ou inexistantes
- Certaines espèces sont indispensables à des fonctions écosystémiques spécifiques (par exemple, les arbres fruitiers pour la faune sauvage)
- Une implantation rapide des espèces de la canopée est souhaitée pour limiter la prolifération d'adventices ou d'améliorer les conditions du sous-bois
- La production d'essences indigènes, qu'elles soient forestières ou non, est nécessaire pour apporter des avantages économiques aux communautés locales

## Principes fondamentaux relatifs à la plantation d'enrichissement dans les systèmes RNA

- Recourir à la plantation d'enrichissement lorsque la régénération naturelle est présente mais que les espèces souhaitées font défaut ou que la densité est insuffisante. Dans de nombreux cas, l'enrichissement n'est pas nécessaire. Avant de planifier des activités d'enrichissement, il convient d'évaluer soigneusement le potentiel de régénération naturelle du site, puis d'examiner la nécessité d'un enrichissement complémentaire et de sélectionner les espèces à utiliser.
- Les stratégies d'enrichissement dans le cadre de la RNA doivent être adaptées aux conditions locales plutôt que d'être appliquées comme des prescriptions universelles. La densité et la disposition des plantations d'enrichissement devraient dépendre en grande partie du degré de dégradation ainsi que de la qualité et de la composition de la régénération naturelle sur le site. Dans le cadre

de la restauration écologique, les conditions naturelles des sites de référence servent de modèle pour la composition, la densité et la disposition des plantations d'enrichissement.

- L'enrichissement peut être réalisé par la mise en place de graines, de plants de pépinières, de boutures, de plants sauvages, ou par la transplantation de mottes ou de plaques de gazon (mottes intactes de terre et de végétation). Ces méthodes varient en termes de main-d'œuvre requise, de coûts des matériaux, de résultats et d'exigences en matière d'infrastructures.
- Dans le cadre de la RNA, la plantation d'enrichissement est une technique visant à *compléter* la régénération naturelle existante, et non à la remplacer ou à la supprimer. La RNA ne recourt jamais à une plantation initiale complète (réintroduction totale) d'un site, même lorsque l'objectif est d'utiliser ces plantations pour favoriser la régénération naturelle. La plantation d'enrichissement devrait avoir un effet positif sur la végétation en régénération naturelle et ne devrait représenter qu'une petite fraction (30 % ou moins) de l'abondance ou de la couverture globale au sein d'un système RNA, correspondant à 30 % ou moins de la superficie totale de la parcelle.
- Surveiller la survie des plantations et adapter la stratégie en fonction des résultats.
- Les actions de plantation peuvent être organisées sous forme d'activités bénévoles impliquant des associations civiques, des représentants des collectivités locales ou des entreprises locales. Ces activités contribuent à sensibiliser le public à la RNA et aux nombreux avantages de la restauration.
- L'implication des parties prenantes est essentielle à toutes les étapes de la restauration des écosystèmes, notamment la planification, la mise en œuvre, le suivi et la gestion continue. Cela impose d'élaborer conjointement des stratégies visant à impliquer en permanence les communautés locales et les autres parties prenantes dans les activités de plantation d'enrichissement, afin de favoriser une vision commune et de garantir que les intérêts de tous les groupes soient pris en compte de manière collaborative.

## Recommandations pratiques pour la plantation d'enrichissement

### 1. Sélection des espèces

- Le choix judicieux des espèces et la préparation adéquate du site sont essentiels, le taux de survie étant généralement plus élevé lorsque les espèces sont adaptées aux conditions du site et que la préparation du site permet de remédier aux facteurs limitants spécifiques. Les espèces d'enrichissement doivent être choisies de manière à compléter la régénération naturelle existante et à répondre aux objectifs locaux (biodiversité, bois d'œuvre, résilience). La sélection doit trouver un équilibre entre le rôle dans la succession écologique, la diversité fonctionnelle et les priorités locales en matière d'économie et d'adaptation au climat.
- Choisir des espèces qui comblent les lacunes fonctionnelles ou taxonomiques du peuplement en régénération plutôt que de reproduire les jeunes plants naturels déjà abondants, sauf si cela est nécessaire pour accroître la diversité génétique ou répondre à d'autres besoins spécifiques.
- Les critères de sélection des espèces peuvent varier selon que la mise en œuvre de la RNA s'inscrit dans le cadre d'une restauration écologique ou d'une réhabilitation. Dans le cas d'une réhabilitation, il est important de prendre en considération les espèces qui apportent des avantages locaux sous forme de produits ligneux ou non ligneux non indigènes.
- Privilégier les espèces et les provenances indigènes locales, en adaptant les espèces aux sites afin de préserver le fonctionnement des écosystèmes et d'améliorer le taux de réussite de l'implantation. Dans le cadre de la réhabilitation ou de l'agroforesterie, des espèces non indigènes peuvent être utilisées pour des plantations d'enrichissement si elles sont reconnues comme non envahissantes et n'ont pas d'effets néfastes sur la régénération naturelle ou la faune locale.
- Éviter de planter des espèces indigènes ou non indigènes connues pour se propager de manière envahissante sur le site et dans les zones environnantes, ou susceptibles de perturber les processus de régénération naturelle. Si aucune information n'est disponible à ce sujet, mener une petite expérience pilote avant de procéder à une plantation d'enrichissement à plus grande échelle.
- Intégrer les connaissances écologiques locales pertinentes et les savoirs autochtones dans le processus de sélection des espèces, de plantation et de gestion continue.
- Dans les écosystèmes forestiers, privilégier la plantation d'un mélange d'espèces présentant des rythmes de croissance et des tailles à maturité

variés, afin d'assurer à la fois un couvert forestier précoce et une structure à long terme.

- Adapter les besoins en lumière des espèces aux conditions du microsite (clairières ouvertes ou sous-bois ombragé) ; les légumineuses et les espèces pionnières, qui ont besoin de beaucoup de lumière, se développent mieux dans les grandes clairières, les prairies ou d'autres écosystèmes très lumineux, tandis que les espèces tolérantes à l'ombre s'établissent mieux sous un couvert partiel ou dans des couvertures forestières diversifiées, notamment dans les forêts et les zones arbustives.
- Intégrer, le cas échéant, des espèces forestières à bois de valeur ou non, mais en évaluant leurs risques de croissance et de mortalité ainsi que leur rapport coût-efficacité dans le cadre d'essais locaux.
- Sélectionner des graines et autres propagules adaptées au changement climatique et à l'évolution des conditions locales (par exemple, résistantes à la sécheresse, tolérantes aux températures élevées, etc.). Envisager de mélanger des populations provenant de différentes régions (origine) afin de renforcer la résilience face aux futurs changements climatiques
- Donner la priorité aux espèces qui offrent de multiples avantages plutôt que de les choisir en fonction d'un seul critère.
- Le moment choisi pour la réintroduction d'espèces de succession tardive doit tenir compte de l'âge et de la composition de la canopée afin de maximiser leur survie. Il convient d'envisager différentes phases de plantation d'enrichissement afin de répondre aux différents besoins des espèces cibles en matière de succession.
- Déterminer les méthodes de multiplication adaptées aux espèces à planter et réaliser des essais à petite échelle si nécessaire.

## 2. Conception des plantations

- Avant d'entreprendre toute activité de restauration, y compris la plantation d'enrichissement, il convient d'étudier attentivement la conception spécifique du projet de restauration après en avoir défini les buts et les objectifs. Cela implique notamment des travaux préliminaires visant à déterminer la meilleure approche, par exemple s'il convient de disposer les plantations en massifs ou de manière dispersée, en particulier dans les régions où l'expérience en la matière est limitée.
- La plantation en trouées donne généralement de meilleurs résultats que la plantation en ligne dans les forêts présentant un degré de dégradation moyen à élevé, tandis que la plantation en ligne peut s'avérer efficace sur des sites moins dégradés (dans un contexte de réhabilitation).

- Dans les zones forestières, le choix des sites de plantation doit tenir compte des préférences en matière de micro-habitat des espèces plantées. Par exemple, les espèces nécessitant davantage d'humidité doivent être plantées dans les zones de basse altitude, les vallées, etc.
- Adapter la densité de plantation d'enrichissement en fonction de la densité locale de la régénération naturelle sur le site. Lorsque la régénération naturelle avancée est abondante, des densités faibles ou une plantation par trouées et massifs (de quelques dizaines à quelques centaines d'arbres plantés par hectare) peuvent s'avérer efficaces.
- La conception de plantations d'enrichissement doit reposer sur une bonne compréhension du type d'écosystème et des modèles de référence.
- Le choix du moment est crucial ! Pour les écosystèmes des hautes terres (hors zones humides), prévoir la plantation au début de la saison des pluies ou avant une période de fortes précipitations prévisible. Sur les sites où les précipitations sont très variables, privilégier la plantation lors des années plus humides que la moyenne ou utiliser des microsites situés sous des arbustes pionniers afin d'atténuer le risque de sécheresse.
- Introduire les espèces dès que les conditions deviennent propices à leur survie et à leur croissance. Dans les écosystèmes forestiers, introduire des espèces tolérantes à l'ombre après la fermeture initiale de la canopée ou lorsque la composition de celle-ci favorise leur survie (souvent 2 à 5 ans après les premières plantations de restauration).
- Envisager de réaliser des plantations d'enrichissement à l'intérieur d'enclos existants, de zones clôturées ou surveillées si le recrutement naturel y est limité.
- L'enrichissement peut également être réalisé, lorsque cela est possible, par semis en trous, une technique qui consiste à placer les graines dans de petits trous ou fossettes pré-creusés. Il s'agit d'une méthode moins coûteuse et nécessitant moins d'efforts de gestion ; de plus, les semis qui germent sur place sont souvent plus résistants et présentent des taux d'enracinement plus élevés que les jeunes plants repiqués.

### 3. Normes de qualité des semences et des plants

- Dans le cadre des pratiques de pépinière, acclimater les plants aux conditions du terrain et éviter de les repiquer immédiatement après une fertilisation intensive ou un choc d'irrigation afin d'améliorer leur implantation.
- Les plants doivent avoir un système racinaire bien développé avant d'être repiqués. Les projets ont souvent utilisé des plants âgés de plus de six mois

pour les espèces précieuses à croissance lente, ainsi que des plants de pépinière de taille adaptée à la transplantation en plein champ.

- Manipuler les racines avec précaution, planter à la profondeur naturelle et adapter la taille des trous de plantation à celle du système racinaire.
- Privilégier les végétaux indigènes et adaptés aux conditions locales afin d'améliorer la régénération et la résilience des écosystèmes.
- Éviter de récolter de grandes quantités de graines provenant d'un seul individu (ou de quelques individus étroitement apparentés) afin de réduire le risque de consanguinité et de dilution génétique.
- En cas de stress climatique important, envisager d'introduire du matériel génétique plus diversifié provenant d'autres parties de l'aire de répartition de l'espèce.
- Il est préférable que l'approvisionnement en semences issues de provenances appropriées soit assuré au sein même de la zone du projet par des personnes compétentes, plutôt que de confier la production de plants à des pépinières cultivant des plantes dont les provenances sont écologiquement éloignées de la zone du projet.
- Les praticiens de la restauration devraient solliciter l'avis de scientifiques compétents dans ce domaine ou collaborer avec eux afin de mieux comprendre les réactions attendues des espèces face à la fragmentation et au changement climatique, d'identifier tout besoin d'intervention fondé sur des données probantes et d'évaluer les risques relatifs des différentes options concernant le transfert délibéré de matériel génétique vers des sites de la RNA.

#### 4. Gestion continue (dans le cadre de la restauration forestière)

- Il est essentiel de protéger le site contre les feux de forêt incontrôlés. Des pare-feu d'une largeur suffisante doivent être aménagés à des endroits stratégiques et entretenus. Des patrouilles régulières doivent être effectuées pendant la saison des incendies afin d'assurer une détection précoce des feux.
- Assurer un suivi adéquat de toutes les plantations afin d'en améliorer le taux de survie. Cela peut inclure le désherbage, le paillage, la mise en place de clôtures, une fertilisation d'appoint, l'installation de brise-vent ou de brise-soleil, une irrigation temporaire, des traitements contre les ravageurs et les maladies, ainsi que le rétablissement de régimes de perturbations naturelles (par exemple, incendies périodiques, inondations).
- Éliminer ou réduire la végétation concurrente dans le microsite de plantation immédiat et envisager un éclaircissage de libération à plus grande échelle (en enlevant les jeunes arbres concurrents et le bois en surnombre) lorsque la

concurrence exercée par la repousse environnante compromet la survie à long terme.

- Créer des espaces ou planter sous des arbustes de protection ou des espèces pionnières afin de créer un microclimat favorable sur les sites fortement dégradés ; la plantation sous certains arbustes peut favoriser l'enracinement sur les terres arides ou dégradées dominées par la végétation arbustive.
- Le biochar (y compris le biochar issu de la balle de riz) ou les engrais peuvent favoriser la croissance initiale des plants mis en terre.
- L'herbivorie, les lianes et les dégâts causés par les ravageurs sont des causes fréquentes de mortalité et de retard de croissance. La protection et l'entretien des plants sont des mesures importantes pour réduire cette mortalité.
- La fertilité du sol, le pH et les conditions d'ensoleillement ont une incidence sur la croissance des semis ; il convient de choisir des micro-sites et des périodes de plantation permettant d'atténuer le stress hydrique et d'optimiser l'ensoleillement en fonction des besoins de chaque espèce.
- Un entretien précoce et régulier (désherbage et lutte contre les lianes) au cours des 1 à 3 premières années est fortement recommandé ; au moins deux ans d'entretien actif sont conseillés pour les semis situés dans des zones à forte luminosité afin d'assurer la vigueur des jeunes plants.

## Références

- Axelsson, E. P., K. C. Grady, D. Alloysius, J. Falck, D. Lussetti, C. S. Vairappan, Y. Sau Wai, K. Ioki, M. L. T. Lardizabal, B. Ahmad, and U. Ilstedt. 2024. [Lessons learned from 25 years of operational large-scale restoration: The Sow-A-Seed project, Sabah, Borneo](#). *Ecological Engineering* 206:107282.
- van Bijsterveldt, C. E. J., A. O. Debrot, T. J. Bouma, M. B. Maulana, R. Pribadi, J. Schop, F. H. Tonneijck, and B. K. van Wesenbeeck. 2022. [To plant or not to plant: When can planting facilitate mangrove restoration?](#) *Frontiers in Environmental Science* Volume 9 - 2021.
- Carbutt, C., and K. Kirkman. 2022. [Ecological grassland restoration—A South African perspective](#). *Land* 11:575.
- Elliott, S., D. Blakesley, K. Hardwick, S. Plukham, D. Saengkam, and J. N. Agbor. 2013. [Restoring tropical forests: a practical guide](#). Royal Botanic Gardens, Kew.
- FAO. 2019. [Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration \(ANR\) – A practical manual](#). Bangkok. 52 pp.
- Gann, G., T. McDonald, B. Walder, J. Aronson, C. R. Nelson, J. Nelson, C. Eisenberg, J. Hallet, M. R. Guariguata, J. Liu, F. Hua, C. Echeverría, K. DeCleer, E. Gonzales, and K. W. Dixon. 2019. [PRINCIPES ET NORMES INTERNATIONAUX POUR LA PRATIQUE DE LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE](#) *Restoration Ecology* **27** (S1):S1–S46.

- Nelson, C. R., J. G. Hallett, A. E. Romero Montoya, A. Andrade, C. Besacier, V. Boerger, K. Bouazza, R. Chazdon, E. Cohen-Shacham, D. Danano, A. Diederichsen, Y. Fernandez, G. D. Gann, E. K. Gonzales, M. Gruca, M. R. Guariguata, V. Gutierrez, B. Hancock, P. Innecken, S. M. Katz, R. McCormick, L. F. D. Moraes, C. Murcia, N. Nagabhatla, D. Pouaty Nzembialela, F. J. Rosado-May, K. Shaw, K. Swiderska, L. Vasseur, R. Venkataraman, B. Walder, Z. Wang, and E. W. A. Weidlich. 2024. [Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030.](#), FAO, SER & IUCN CEM, Rome, Washington, DC, Gland, Switzerland.
- Pedriani, S., and K. W. Dixon. 2020. [International principles and standards for native seeds in ecological restoration.](#) Restoration Ecology **28**:S286–S303.
- Wilson, S. J., R. Smith, R. Chazdon, P. Durst, R. Metzler, S. Sprenkle-Hyppolite, S. Begeladze, and I. Hillman. 2022. [Assisted natural regeneration: A guide for restoring tropical forests.](#) Conservation International Washington, D.C.

#### Videos:

##### [Restauration de la forêt tropicale à Bornéo](#)

Plantation d'enrichissement dans le cadre du projet « Sow A Seed », financé par IKEA, visant à régénérer une forêt tropicale dégradée à Bornéo

##### [Le projet Desa'a de WeForest dans le nord de l'Éthiopie](#)

Il ne suffit pas de planter des arbres pour restaurer une forêt. Découvrez les éléments essentiels qui, combinés, font du projet le plus ambitieux de WeForest une réussite

##### [Restauration de la zone humide de Kiu dans le comté de Makueni, au Kenya](#)

Les zones humides de Kiu, un écosystème autrefois dégradé mais d'une importance vitale dans le comté de Makueni, retrouve progressivement sa santé écologique grâce à des efforts de restauration continus, notamment la RNA.

##### [Restauration des forêts de mangroves dans les Sundarbans](#)

Grâce à une restauration menée par la communauté, les habitants s'efforcent de protéger les Sundarbans et tout ce qui en dépend.



# Projeto de diretrizes da RNA, parte 4: Plantações de enriquecimento na Regeneração Natural Assistida<sup>1</sup>

## Introdução

O plantio de enriquecimento é uma técnica específica de restauração que consiste em reintroduzir, reforçar ou introduzir espécies selecionadas em áreas onde já está ocorrendo uma regeneração natural, com o objetivo de acelerar a recuperação, aumentar a diversidade ou estabelecer espécies de grande valor. É amplamente aplicada no contexto da restauração florestal e do reflorestamento, onde espécies de árvores desejáveis — frequentemente nativas, raras, ameaçadas ou de grande valor — são plantadas em florestas degradadas existentes, florestas secundárias ou ambientes de sub-bosque. Também é utilizada na restauração de pradarias e zonas úmidas para preencher lacunas espaciais durante a regeneração natural, melhorar a biodiversidade local ou restaurar funções ecológicas específicas. O plantio de enriquecimento complementa a regeneração natural ao acelerar o restabelecimento da biodiversidade e aumentar a diversidade estrutural, especialmente quando a regeneração natural de espécies-chave é limitada ou inferior aos níveis necessários para o restabelecimento do ecossistema.

No contexto geral da restauração de ecossistemas, o plantio de enriquecimento é utilizado para atingir quatro objetivos principais:

- 1) Aumentar a riqueza de espécies nativas e a diversidade estrutural em florestas degradadas (no contexto da restauração ecológica)
- 2) Introduzir espécies florestais ou frutíferas de alto valor agregado em florestas secundárias ou em plantações (no contexto de reabilitação)
- 3) Restaurar ecossistemas específicos, como as árvores que servem de alimento para a fauna silvestre ou os sistemas de fixação de nitrogênio, com o objetivo de melhorar a fertilidade dos solos (tanto restauração ecológica quanto reabilitação).
- 4) Alcançar o maior nível possível de restauração em relação aos modelos de referência (no contexto da restauração ecológica)

A combinação de intervenções de RNA com o plantio de enriquecimento constitui uma abordagem de restauração flexível, capaz de se adaptar a diversos tipos de

---

<sup>1</sup> Este rascunho de diretrizes foi elaborado pelo comitê de especialistas da Aliança RNA com base nas «Normas de Prática para a Restauração de Ecossistemas» (Standards of Practice for Ecosystem Restoration) da Sociedade para a Restauração Ecológica (Normas Internacionais, versão 2), no guia RNA da FAO e no guia RNA da CI. Trata-se de um documento de trabalho que será revisado à luz das inúmeras contribuições recebidas.

ecossistemas e contextos de degradação. Em geral, para que o plantio de enriquecimento seja bem-sucedido, é necessário adotar uma abordagem holística que combine um planejamento minucioso, uma gestão ativa das ameaças, a introdução e a manutenção estratégicas de espécies, bem como um aprendizado contínuo por meio do monitoramento, tudo isso apoiado por uma forte participação das partes interessadas.

Quando se realiza uma regeneração natural assistida em locais com alto potencial de regeneração natural — fontes de sementes abundantes e variadas, condições favoráveis do solo, baixa densidade de ervas daninhas, trepadeiras ou espécies invasoras, proteção de longo prazo do local — nem sempre é necessário recorrer a plantações de enriquecimento. No entanto, mesmo em áreas onde a regeneração natural avança de forma tangível, certas condições podem justificar que as plantações de enriquecimento de espécies-alvo selecionadas acelerem a restauração do ecossistema e tragam maiores benefícios às comunidades locais. Isso inclui os seguintes cenários:

- As espécies-alvo estão ausentes ou são escassas
- As fontes de sementes estão muito distantes (> 200 m) ou não existem
- Algumas espécies são indispensáveis para funções ecossistêmicas específicas (por exemplo, as árvores frutíferas para a fauna silvestre)
- É desejado que as espécies da copa se estabeleçam rapidamente para limitar a proliferação de ervas daninhas ou melhorar as condições do sub-bosque
- A produção de espécies nativas, seja para a produção de madeira ou para outros fins, é necessária para gerar benefícios econômicos para as comunidades locais

## **Princípios fundamentais relativos ao plantio de enriquecimento em sistemas de RNA**

- Recorra ao plantio de enriquecimento quando houver regeneração natural, mas faltarem as espécies desejadas ou a densidade for insuficiente. Em muitos casos, o enriquecimento não é necessário. Antes de planejar atividades de enriquecimento, é aconselhável avaliar cuidadosamente o potencial de regeneração natural do local, examinar então a necessidade de um enriquecimento complementar e selecionar as espécies a serem utilizadas.
- As estratégias de enriquecimento no âmbito da RNA devem ser adaptadas às condições locais, em vez de serem aplicadas como normas universais. A densidade e a disposição das plantações de enriquecimento devem depender, em grande medida, do grau de degradação, bem como da qualidade e da composição da regeneração natural no local. No âmbito da restauração

ecológica, as condições naturais dos locais de referência servem de modelo para a composição, densidade e disposição das plantações de enriquecimento.

- O enriquecimento pode ser realizado por meio da sementeira, do plantio de mudas de viveiro, de estacas ou de plantas silvestres, ou ainda por meio do transplante de torrões ou placas de grama (torrões intactos com terra e vegetação). Esses métodos variam em termos de mão de obra necessária, custos de materiais, resultados e requisitos de infraestrutura.
- No contexto da RNA, o plantio de enriquecimento é uma técnica destinada a *complementar* a regeneração natural existente, e não a substituí-la nem a suprimir. A RNA nunca recorre a um plantio inicial completo (reintrodução total) de um local, mesmo quando o objetivo é utilizar esses plantios para favorecer a regeneração natural. O plantio de enriquecimento deve ter um efeito positivo sobre a vegetação em regeneração natural e não deve representar mais do que uma pequena fração (30% ou menos) da abundância ou da cobertura global dentro de um sistema de RNA, o que corresponde a 30% ou menos da superfície total da parcela.
- Acompanhar a sobrevivência das plantações e ajustar a estratégia com base nos resultados.
- As campanhas de plantio podem ser organizadas como atividades voluntárias nas quais participam associações civis, representantes das autoridades locais ou empresas locais. Essas atividades contribuem para sensibilizar o público sobre a RNA e os inúmeros benefícios da restauração.
- A participação das partes interessadas é fundamental em todas as etapas da restauração dos ecossistemas, especialmente no planejamento, na execução, no acompanhamento e no manejo contínuo. Isso implica desenvolver, em conjunto, estratégias destinadas a envolver de forma permanente as comunidades locais e outras partes interessadas nas atividades de plantio de enriquecimento, com o objetivo de promover uma visão comum e garantir que os interesses de todos os grupos sejam levados em consideração de maneira colaborativa.

## Dicas práticas para o plantio de enriquecimento

### 1. Seleção de espécies

- A escolha correta das espécies e a preparação adequada do local são essenciais, uma vez que a taxa de sobrevivência costuma ser maior quando as espécies se adaptam às condições do local e a preparação deste permite corrigir os fatores limitantes específicos. As espécies de enriquecimento devem ser selecionadas de forma a complementar a regeneração natural existente e atender aos objetivos locais (biodiversidade, madeira, resiliência). Essa seleção deve conciliar o papel na sucessão ecológica, a diversidade funcional e as prioridades locais em matéria de economia e adaptação climática.
- Escolha espécies que preencham as lacunas funcionais ou taxonômicas da área em regeneração, em vez de reproduzir as mudas naturais que já são abundantes, a menos que isso seja necessário para aumentar a diversidade genética ou atender a outras necessidades específicas.
- Os critérios de seleção de espécies podem variar dependendo se a aplicação da RNA se insere no contexto de uma restauração ecológica ou de uma reabilitação. No caso de uma reabilitação, é importante levar em conta as espécies que trazem benefícios locais na forma de produtos madeireiros não nativos ou não madeireiros.
- Dê prioridade às espécies e origens nativas, adaptando as espécies aos locais para preservar o funcionamento dos ecossistemas e melhorar a taxa de sucesso do plantio. No contexto da recuperação ou da agrossilvicultura, podem ser utilizadas espécies não nativas para plantações de enriquecimento, desde que se reconheça que não são invasoras e não tenham efeitos nocivos sobre a regeneração natural ou a fauna local.
- Evite plantar espécies nativas ou não nativas que se propagam de forma invasiva no local e nas áreas vizinhas, ou que possam alterar os processos de regeneração natural. Se não houver informações a esse respeito, realize um pequeno experimento piloto antes de prosseguir com um plantio de enriquecimento em maior escala.
- Incorpore os conhecimentos ecológicos locais pertinentes e os conhecimentos indígenas ao processo de seleção de espécies, plantio e manejo contínuo.
- Nos ecossistemas florestais, recomenda-se dar prioridade ao plantio de uma mistura de espécies com diferentes ritmos de crescimento e tamanhos na maturidade, a fim de garantir tanto uma cobertura florestal precoce quanto uma estrutura a longo prazo.

- É necessário adaptar as necessidades de luz das espécies às condições do microclima (clareiras abertas ou sub-bosque sombreado); as leguminosas e as espécies pioneiras, que necessitam de muita luz, desenvolvem-se melhor em grandes clareiras, pradarias ou outros ecossistemas muito luminosos, enquanto as espécies tolerantes à sombra estabelecem-se melhor sob cobertura parcial ou em coberturas florestais diversificadas, especialmente em florestas e zonas arbustivas.
- Inclua espécies de valor madeireiro ou não madeireiro onde for apropriado, mas é necessário avaliar seus riscos em termos de crescimento e mortalidade, bem como sua relação custo-benefício, por meio de ensaios locais.
- Escolha sementes e outros materiais de reprodução adaptados às mudanças climáticas e à evolução das condições locais (por exemplo, resistentes à seca, tolerantes a altas temperaturas, etc.). Considere a possibilidade de misturar populações provenientes de diferentes regiões (origens) para reforçar a resiliência diante das futuras mudanças climáticas
- Priorize espécies que oferecem múltiplos benefícios, em vez de selecioná-las com base em um único critério.
- O momento escolhido para a reintrodução de espécies que se encontram em uma fase avançada de sucessão deve levar em conta a idade e a composição do dossel, a fim de otimizar sua sobrevivência. É recomendável considerar diferentes fases de plantio de enriquecimento para atender às distintas necessidades das espécies-alvo no que diz respeito à sucessão.
- Identifique os métodos de propagação adequados para as espécies a serem plantadas e realize testes em pequena escala, se necessário.

## 2. Projeto do plantio

- Antes de iniciar qualquer atividade de restauração, incluindo o plantio de enriquecimento, é recomendável estudar cuidadosamente o projeto específico de restauração após definir suas metas e objetivos. Isso implica, em realizar trabalhos preliminares para determinar a melhor abordagem, por exemplo, se é mais adequado distribuir as plantações em grupos ou de forma dispersa, especialmente em regiões onde há falta de experiência na área.
- O plantio em clareiras costuma apresentar melhores resultados do que o plantio em fileiras em florestas com grau de degradação médio a alto, enquanto o plantio em fileiras pode ser eficaz em áreas menos degradadas (no contexto de uma reabilitação).
- Em áreas florestais, a escolha dos locais de plantio deve levar em conta as preferências de microhabitat das espécies plantadas. Por exemplo, as

espécies que exigem maior umidade devem ser plantadas em áreas de baixa altitude, vales, etc.

- A densidade do plantio de enriquecimento deve ser ajustada de acordo com a densidade local da regeneração natural na área. Quando a regeneração natural avançada é abundante, densidades baixas ou o plantio em clareiras/plantio agrupado (de algumas dezenas a algumas centenas de árvores plantadas por hectare) podem ser eficazes.
- O projeto de um plantio de enriquecimento deve basear-se em um bom conhecimento do tipo de ecossistema e dos modelos de referência.
- Escolher o momento certo é fundamental! No caso dos ecossistemas terrestres (excluindo as zonas úmidas), planeje o plantio no início da estação chuvosa ou antes de um período de chuvas intensas previsto. Em locais onde as chuvas são muito variáveis, é preferível plantar em anos mais úmidos do que a média ou utilizar microlocais situados sob arbustos pioneiros para mitigar o risco de seca.
- Introduza as espécies assim que as condições forem propícias à sua sobrevivência e crescimento. Nos ecossistemas florestais, introduza espécies tolerantes à sombra após o fechamento inicial da copa ou quando a composição desta favorecer sua sobrevivência (geralmente entre 2 e 5 anos após as primeiras plantações de restauração).
- Considere a possibilidade de estabelecer plantações de enriquecimento dentro dos recintos existentes, em áreas cercadas ou vigiadas, caso o recrutamento natural seja limitado nesses locais.
- O plantio de enriquecimento também pode ser realizado, onde for adequado, por meio da semeadura em covas, uma técnica que consiste em colocar as sementes em pequenos buracos ou cavidades previamente escavadas. Trata-se de um método mais econômico e que exige menos trabalho de manejo; além disso, as sementes que germinam no local costumam ser mais resistentes e apresentam taxas de enraizamento mais altas do que as mudas transplantadas.

### 3. Normas de qualidade aplicáveis às sementes e mudas

- No âmbito das práticas de viveiro, acostume as mudas às condições do campo e evite transplantá-las imediatamente após uma fertilização intensiva ou um choque hídrico, a fim de melhorar o seu enraizamento.
- As mudas devem ter um sistema radicular bem desenvolvido antes de serem transplantadas. No âmbito desses projetos, tem-se utilizado frequentemente mudas com mais de seis meses de idade para espécies valiosas de

crescimento lento, bem como mudas de viveiro prontas para serem transplantadas para o campo.

- Manuseie as raízes com cuidado, plante-as à sua profundidade natural e certifique-se de que os buracos de plantio sejam adequados ao tamanho do sistema radicular.
- Priorize as plantas nativas e adaptadas às condições locais, com o objetivo de melhorar a regeneração e a resiliência dos ecossistemas.
- Evite coletar grandes quantidades de sementes de um único exemplar (ou de poucos exemplares intimamente relacionados) para reduzir o risco de endogamia e de diluição genética.
- Em caso de condições climáticas adversas, é recomendável considerar a possibilidade de introduzir material genético mais diversificado proveniente de outras regiões da área de distribuição da espécie.
- É preferível que o fornecimento de sementes provenientes de origens adequadas seja garantido por pessoas competentes na própria área do projeto, em vez de confiar a produção de mudas a viveiros que cultivem plantas cujas origens sejam ecologicamente distantes da área do projeto.
- Os profissionais da área da restauração devem consultar cientistas especialistas no assunto ou colaborar com eles para compreender melhor as possíveis reações das espécies à fragmentação e às mudanças climáticas, identificar qualquer necessidade de intervenção com base em dados empíricos e avaliar os riscos relativos das diferentes opções no que diz respeito à transferência deliberada de material genético para locais de RNA.

#### 4. Manejo contínuo (no contexto de restauração)

- É fundamental proteger a área contra incêndios florestais descontrolados. É necessário construir e manter faixas de proteção com largura suficiente em locais estratégicos. Devem ser realizadas patrulhas periódicas durante a época de incêndios para garantir a detecção precoce dos incêndios.
- Realizar um acompanhamento adequado de todas as plantações para melhorar sua taxa de sobrevivência. Isso pode incluir o controle de ervas daninhas, a cobertura morta, a instalação de cercas, a fertilização de reforço, a instalação de quebra-ventos ou protetores solares, a irrigação temporária, os tratamentos contra pragas e doenças, bem como o restabelecimento de regimes de perturbações naturais (por exemplo, incêndios periódicos, inundações).
- Elimine ou reduza a vegetação concorrente na área ao redor do local de plantio e considere realizar um desbaste de liberação em maior escala (remoção de árvores jovens concorrentes e da madeira que se projeta)

quando a competição exercida pela vegetação circundante comprometer a sobrevivência a longo prazo.

- Criar clareiras ou plantar sob arbustos de proteção ou espécies pioneiras para gerar um microclima favorável em locais muito degradados; o plantio sob certos arbustos pode facilitar o enraizamento em terras áridas ou degradadas dominadas por vegetação arbustiva.
- O biocarvão/biochar (incluindo o obtido a partir da casca de arroz) ou os fertilizantes podem favorecer o crescimento inicial das mudas transplantadas para o solo.
- O pastoreio, as trepadeiras e os danos causados por pragas são causas frequentes de mortalidade e atraso no crescimento. A proteção e os cuidados com as mudas são medidas importantes para reduzir a mortalidade.
- A fertilidade do solo, o pH e as condições de exposição solar influenciam o crescimento das mudas; recomenda-se escolher microlocalizações e épocas de plantio que permitam mitigar o estresse hídrico e otimizar a exposição solar de acordo com as necessidades de cada espécie.
- Recomenda-se fortemente realizar cuidados precoces e regulares (remoção de ervas daninhas e controle de trepadeiras) durante os primeiros 1 a 3 anos; aconselha-se dedicar pelo menos dois anos de cuidados ativos às mudas localizadas em áreas com muita luz para garantir o vigor das plantas jovens.

## Recursos

- Axelsson, E. P., K. C. Grady, D. Alloysius, J. Falck, D. Lussetti, C. S. Vairappan, Y. Sau Wai, K. Ioki, M. L. T. Lardizabal, B. Ahmad, and U. Ilstedt. 2024. [Lessons learned from 25 years of operational large-scale restoration: The Sow-A-Seed project, Sabah, Borneo](#). *Ecological Engineering* 206:107282.
- van Bijsterveldt, C. E. J., A. O. Debrot, T. J. Bouma, M. B. Maulana, R. Pribadi, J. Schop, F. H. Tonneijck, and B. K. van Wesenbeeck. 2022. [To plant or not to plant: When can planting facilitate mangrove restoration?](#) *Frontiers in Environmental Science* Volume 9 - 2021.
- Carbutt, C., and K. Kirkman. 2022. [Ecological grassland restoration—A South African perspective](#). *Land* 11:575.
- Elliott, S., D. Blakesley, K. Hardwick, S. Plukham, D. Saengkam, and J. N. Agbor. 2013. [Restoring tropical forests: a practical guide](#). Royal Botanic Gardens, Kew.
- FAO. 2019. [Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration \(ANR\) – A practical manual](#). Bangkok. 52 pp.
- Gann, G., T. McDonald, B. Walder, J. Aronson, C. R. Nelson, J. Nelson, C. Eisenberg, J. Hallet, M. R. Guariguata, J. Liu, F. Hua, C. Echeverría, K. DeCleer, E. Gonzales e K. W. Dixon. 2019. [PRINCÍPIOS E PADRÕES INTERNACIONAIS PARA A PRÁTICA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA](#). *Restoration Ecology* **27 (S1)**:S1–S46.

- Nelson, C. R., J. G. Hallett, A. E. Romero Montoya, A. Andrade, C. Besacier, V. Boerger, K. Bouazza, R. Chazdon, E. Cohen-Shacham, D. Danano, A. Diederichsen, Y. Fernandez, G. D. Gann, E. K. Gonzales, M. Gruca, M. R. Guariguata, V. Gutierrez, B. Hancock, P. Innecken, S. M. Katz, R. McCormick, L. F. D. Moraes, C. Murcia, N. Nagabhatla, D. Pouaty Nzembialela, F. J. Rosado-May, K. Shaw, K. Swiderska, L. Vasseur, R. Venkataraman, B. Walder, Z. Wang, and E. W. A. Weidlich. 2024. [Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030.](#), FAO, SER & IUCN CEM, Rome, Washington, DC, Gland, Switzerland.
- Pedriani, S., and K. W. Dixon. 2020. [International principles and standards for native seeds in ecological restoration.](#) Restoration Ecology **28**:S286–S303.
- Wilson, S. J., R. Smith, R. Chazdon, P. Durst, R. Metzler, S. Sprenkle-Hyppolite, S. Begeladze, and I. Hillman. 2022. [Assisted natural regeneration: A guide for restoring tropical forests.](#) Conservation International Washington, D.C.

Videos:

### [Restoring rainforest in Borneo](#)

Plantio de enriquecimento no projeto “Sow A Seed”, financiado pela IKEA, para regenerar uma floresta tropical degradada em Bornéu

### [WeForest's Desa'a project in the north of Ethiopia](#)

Não basta plantar árvores para restaurar uma floresta. Descubra quais são os ingredientes essenciais que, juntos, fazem do projeto mais ambicioso da WeForest um sucesso

### [Restoration of Kiu Wetland in Makueni County, Kenya](#)

As zonas úmidas de Kiu, um ecossistema outrora degradado, mas de importância vital no condado de Makueni, estão recuperando gradualmente sua saúde ecológica por meio de esforços contínuos de restauração, incluindo a RNA.

### [Restoring Mangrove Forests in the Sundarbans](#)

Por meio de iniciativas de restauração lideradas pela comunidade, as pessoas estão trabalhando para proteger os Sundarbans e tudo o que depende deles.



# Borrador de las directrices de la RNA, parte 4: Plantaciones de enriquecimiento en el marco de la regeneración natural asistida<sup>1</sup>

## Introducción

La plantación de enriquecimiento es una técnica de restauración específica que consiste en reintroducir, reforzar o introducir especies seleccionadas en zonas donde ya se está dando una regeneración natural, con el fin de acelerar la recuperación, aumentar la diversidad o establecer especies de gran valor. Se aplica ampliamente en el contexto de la restauración forestal y la reforestación, donde se plantan especies de árboles deseables —a menudo nativas, raras, amenazadas o de gran valor— en bosques degradados existentes, bosques secundarios o en el sotobosque. También se utiliza en la restauración de praderas y humedales para llenar vacíos espaciales durante la regeneración natural, mejorar la biodiversidad local o restaurar funciones ecológicas específicas. La plantación de enriquecimiento complementa la regeneración natural al acelerar el restablecimiento de la biodiversidad y aumentar la diversidad estructural, especialmente cuando la regeneración natural de especies clave es limitada o inferior a los niveles necesarios para el restablecimiento del ecosistema.

En el marco general de la restauración de ecosistemas, la plantación de enriquecimiento se utiliza para alcanzar cuatro objetivos principales:

- 1) Aumentar la riqueza de especies nativas y la diversidad estructural en bosques degradados (en el marco de la restauración ecológica)
- 2) Introducir especies forestales o frutales de alto valor agregado en los bosques secundarios o en las plantaciones (en un contexto de rehabilitación)
- 3) Restaurar grupos funcionales específicos, como los árboles que sirven de alimento para la fauna silvestre o los sistemas de fijación de nitrógeno con el fin de mejorar la fertilidad de los suelos (tanto restauración ecológica como rehabilitación).
- 4) Alcanzar el mayor nivel de recuperación posible en relación con los modelos de referencia (en el contexto de la restauración ecológica)

Combinar las intervenciones de RNA con la plantación de enriquecimiento representa un enfoque de restauración flexible que puede ser adaptado a diversos

---

<sup>1</sup> Este borrador de directrices ha sido elaborado por el comité de expertos de la Alianza RNA basándose en las «Normas de práctica para la restauración de ecosistemas» (Standards of Practice for Ecosystem Restoration) de la Sociedad para la Restauración Ecológica (Normas internacionales, versión 2), la guía ANR de la FAO y la guía ANR de CI. Se trata de un documento de trabajo que se revisará a la luz de las numerosas contribuciones recibidas.

tipos de ecosistemas y contextos de degradación. En general, una plantación de enriquecimiento exitosa, requiere de un enfoque holístico que combina una planificación minuciosa, una gestión activa de las amenazas, la introducción y el cuidado estratégico de especies, así como un aprendizaje continuo a través del monitoreo, todo ello respaldado por una fuerte participación de las partes interesadas.

Cuando se implementa una regeneración natural asistida en sitios con un alto potencial de regeneración natural —fuentes de semillas abundantes y variadas, condiciones del suelo favorables, baja densidad de malezas, lianas o especies invasoras, protección a largo plazo del sitio—no siempre es necesario recurrir a plantaciones de enriquecimiento. Sin embargo, incluso en zonas donde la regeneración natural avanza de manera tangible, existen condiciones donde las plantaciones de enriquecimiento de especies objetivo seleccionadas pueden acelerar la restauración del ecosistema y aportar mayores beneficios a las comunidades locales. Estas incluyen los siguientes escenarios:

- Las especies objetivo/deseadas están ausentes o son escasas
- Las fuentes de semillas están muy lejos (> 200 m) o no existen
- Las especies son indispensables para funciones ecosistémicas específicas (por ejemplo, los árboles frutales para la fauna silvestre)
- Es recomendable que las especies del dosel se establezcan rápidamente para limitar la proliferación de malezas o mejorar las condiciones del sotobosque
- La producción de especies nativas, ya sea para la producción de madera o para otros fines, es necesaria para aportar beneficios económicos a las comunidades locales

## Principios claves relativos a la plantación de enriquecimiento en los sistemas RNA

- Recorra a la plantación de enriquecimiento cuando exista regeneración natural, pero falten las especies deseadas o la densidad de estas sea insuficiente. En muchos casos, el enriquecimiento no es necesario. Antes de planificar actividades de enriquecimiento, es importante evaluar cuidadosamente el potencial de regeneración natural del sitio, examinar luego la necesidad de un enriquecimiento complementario y seleccionar las especies que se utilizarán.
- Las estrategias de enriquecimiento en el marco de la RNA deben adaptarse a las condiciones locales, en lugar de aplicarse como normas universales. La densidad y la disposición de las plantaciones de enriquecimiento debería depender en gran medida del grado de degradación, así como de la calidad y la composición de la regeneración natural en el sitio. En el marco de la

restauración ecológica, las condiciones naturales de los sitios de referencia sirven de modelo para la composición, la densidad y la disposición de las plantaciones de enriquecimiento.

- El enriquecimiento puede llevarse a cabo mediante la siembra de semillas, la plantación de plántulas de viveros, los esquejes o las plantas silvestres, o mediante el trasplante de cepellones o placas de césped (alfombras intactas con tierra y vegetación). Estos métodos varían en cuanto a la mano de obra necesaria, los costos de los materiales, los resultados y los requisitos de infraestructura.
- En el marco de la RNA, la plantación de enriquecimiento es una técnica destinada a *complementar* la regeneración natural existente, y no a sustituirla ni a suprimirla. La RNA nunca recurre a una plantación inicial completa (reintroducción total) de un sitio, incluso cuando el objetivo es utilizar estas plantaciones para favorecer la regeneración natural. La plantación de enriquecimiento debería tener un efecto positivo sobre la vegetación en regeneración natural y no debería representar más que una pequeña fracción (30 % o menos) de la abundancia o la cobertura global dentro de un sistema de RNA, lo que corresponde al 30 % o menos de la superficie total de la parcela.
- Monitoree la supervivencia de las plantaciones y adapte la estrategia en función de los resultados.
- Las campañas de plantación pueden organizarse como actividades de voluntariado en las que participen asociaciones cívicas, representantes de las autoridades locales o empresas locales. Estas actividades contribuyen a sensibilizar al público sobre la gestión de los recursos naturales y los numerosos beneficios de la restauración.
- La participación de las partes interesadas es fundamental en todas las etapas de la restauración de los ecosistemas, en particular en la planificación, la ejecución, el seguimiento y la gestión continua. Esto implica desarrollar conjuntamente estrategias destinadas a involucrar de manera permanente a las comunidades locales y a las otras partes interesadas en las actividades de plantación de enriquecimiento, con el fin de promover una visión común y garantizar que los intereses de todos los grupos se tengan en cuenta de manera colaborativa.

## Consejos prácticos para la plantación de enriquecimiento

### 1. Selección de especies

- La selección apropiada de las especies y la preparación adecuada del sitio son esenciales, ya que la tasa de supervivencia suele ser mayor cuando las especies se adaptan a las condiciones del sitio y la preparación del mismo permite subsanar los factores limitantes específicos. Las especies de enriquecimiento deben seleccionarse de manera que complementen la regeneración natural existente y los objetivos locales (biodiversidad, madera, resiliencia). Esta selección debe tener en cuenta el papel en la sucesión ecológica, la diversidad funcional y las prioridades locales en materia de economía y adaptación climática.
- Elija especies que cubran las carencias funcionales o taxonómicas del área en regeneración, en lugar de producir plántulas que ya son abundantes de forma natural, a menos que sea necesario para aumentar la diversidad genética o satisfacer otras necesidades específicas.
- Los criterios de selección de especies pueden variar dependiendo de si la implementación de la RNA se inscribe en el marco de una restauración ecológica o de una rehabilitación. En el caso de una rehabilitación, es importante tener en cuenta especies que aportan beneficios locales en forma de productos maderables no nativos o productos no maderables.
- Priorizar especies y procedencias nativas, pareando las especies con los sitios para mantener el funcionamiento de los ecosistemas y mejorar la tasa de éxito de la plantación. En el marco de la rehabilitación o la agrosilvicultura, se pueden utilizar especies no nativas para plantaciones de enriquecimiento si se sabe que no son invasoras y que no tienen efectos nocivos sobre la regeneración natural o la fauna local.
- Evite plantar especies nativas o no nativas que se sepa que se propagan agresivamente dentro del sitio y en las áreas circundantes, o que tenga el potencial de alterar los procesos de regeneración natural. Si no se dispone de información al respecto, realice un pequeño experimento piloto antes de llevar a cabo una plantación de enriquecimiento a mayor escala.
- Incorpore los conocimientos ecológicos locales pertinentes y los conocimientos indígenas en el proceso de selección de especies, plantación y manejo continuo.
- En los ecosistemas forestales, es recomendable plantar una mezcla de especies con diferentes tasas de crecimiento y tamaños en la madurez, con el fin de garantizar tanto una cobertura forestal temprana como una estructura a largo plazo.

- Es necesario adaptar las necesidades de luz de las especies a las condiciones del micrositio (claros abiertos versus sotobosques sombreados); las leguminosas y las especies pioneras, que necesitan mucha luz, se establecen mejor en claros grandes, praderas u otros ecosistemas muy luminosos, mientras que las especies tolerantes a la sombra se establecen mejor bajo un dosel parcial o doseles diversos de bosques y zonas arbustivas.
- Incluya, cuando sea apropiado, especies maderables o no maderables, pero evalúe su crecimiento y el riesgo de mortalidad, así como el costo-efectividad en ensayos locales.
- Seleccione semillas y otros materiales de reproducción adaptados al cambio climático y a otras condiciones ambientales cambiantes (por ejemplo, resistentes a la sequía, tolerantes a altas temperaturas, etc.). Considere la posibilidad de mezclar poblaciones procedentes de diferentes áreas (procedencias) para mejorar la resiliencia ante futuros cambios climáticos.
- Priorice especies que ofrecen múltiples beneficios, en lugar de elegir las basándose en una sola característica.
- El momento elegido para la reintroducción de especies de etapas sucesionales tardías debe tener en cuenta la edad y la composición del dosel para maximizar su supervivencia. Considere diferentes fases de plantación de enriquecimiento para adaptarse a los distintos requisitos sucesionales de las especies objetivo.
- Determine los métodos de propagación adecuados para las especies que se van a plantar y realice ensayos a pequeña escala si es necesario.

## 2. Diseño de plantaciones

- Antes de iniciar cualquier actividad de restauración, incluida la plantación de enriquecimiento, es fundamental estudiar el diseño específico de la restauración después de haber definido las metas y objetivos. Esto implica realizar trabajos preliminares para determinar el mejor enfoque, por ejemplo, si conviene tener las plantas en grupos o de manera dispersa, especialmente en regiones sin experiencia en proyectos similares.
- La plantación en claros suele dar mejores resultados que la plantación en hileras en bosques con un grado de degradación intermedio a alto, mientras que la plantación en hileras puede resultar eficaz en sitios menos degradados (en un contexto de rehabilitación).
- En zonas forestales, la elección de sitios de plantación debe basarse en las preferencias de microhábitat de las especies plantadas. Por ejemplo, las

especies que requieren mayor humedad deben plantarse en zonas bajas, valles, etc.

- Se debe adaptar la densidad de plantación de enriquecimiento en función de la densidad local de la regeneración natural en el sitio. Cuando la regeneración natural avanzada es abundante, pueden ser efectivas las densidades bajas o la plantación en claros o grupos (de unas decenas a unos pocos cientos de árboles plantados por hectárea).
- El diseño de una plantación de enriquecimiento debe basarse en un buen conocimiento del tipo de ecosistema y de los modelos de referencia.
- ¡La elección del momento es crucial! En ecosistemas de tierras altas (excluidos los humedales), planifique la siembra al inicio de la temporada de lluvias o antes de un período de fuertes precipitaciones previsible. En sitios donde las precipitaciones son muy variables, es preferible plantar en años con precipitaciones superiores al promedio o utilizar micrositios ubicados bajo arbustos pioneros para mitigar el riesgo de sequía.
- Introduzca las especies tan pronto como las condiciones sean favorables para su supervivencia y crecimiento. En los ecosistemas forestales, introduzca especies tolerantes a la sombra después del cierre inicial del dosel o cuando la composición de este favorezca su supervivencia (a menudo entre 2 y 5 años después de las primeras plantaciones de restauración).
- Considere la posibilidad de establecer plantaciones de enriquecimiento dentro de recintos existentes, zonas cercadas o vigiladas, si el reclutamiento natural es limitado en estas áreas.
- El enriquecimiento también puede lograrse mediante siembra directa de semillas, una técnica que consiste en colocar las semillas en pequeños hoyos o huecos previamente excavados. Este método es más económico y requiere menos esfuerzo de manejo; además, las semillas que germinan in situ suelen ser más resilientes y presentan mayores tasas de establecimiento que las plántulas trasplantadas.

### 3. Estándares de calidad de semillas y plántulas

- Aclimate las plántulas que están en viveros a las condiciones de campo y evite trasplantarlas inmediatamente después de una fertilización intensiva o riego excesivo, con el fin de mejorar su establecimiento.
- Las plántulas deben tener sistemas radiculares bien desarrollados antes de ser trasplantadas. En los proyectos de restauración, a menudo se utilizan plántulas de más de seis meses de edad para especies valiosas de crecimiento lento, así como plántulas de vivero del tamaño adecuado para ser trasplantadas al campo.

- Manipule las raíces con cuidado, plántelas a su profundidad natural y asegúrese de que los hoyos de plantación se ajusten al tamaño del sistema radicular.
- Priorice plantas nativas y adaptadas a las condiciones locales con el fin de mejorar la regeneración y la resiliencia de los ecosistemas.
- Evite recolectar grandes cantidades de semillas de un solo individuo (o de unos pocos ejemplares emparentados) para reducir el riesgo de endogamia y de dilución genética.
- En caso de estrés climático intenso, considere introducir material genético más diverso procedente de otras partes del rango de distribución de la especie.
- La obtención de semillas de orígenes adecuados debe realizarse dentro del área del proyecto por parte de personas competentes, en lugar de subcontratar la producción de plántulas a viveros que cultivan plantas cuyas procedencias se encuentran ecológicamente distantes del área del proyecto.
- Los profesionales de la restauración deben asesorarse o colaborar con científicos expertos para entender mejor las respuestas predictivas de las especies a la fragmentación y al cambio climático, identificar necesidades de intervención basadas en la evidencia y evaluar los riesgos relativos de las diferentes opciones relacionadas con el traslado deliberado de material genético a sitios de RNA.

#### 4. Gestión continua (en el contexto de la restauración de bosques)

- Es fundamental proteger el sitio contra incendios forestales incontrolados. Se deben ubicar y mantener cortafuegos de un ancho efectivo en lugares estratégicos. Se deben realizar patrullas periódicas durante la temporada de incendios para garantizar la detección temprana de ellos.
- Proporcione los cuidados posteriores adecuados a todas las plantaciones para mejorar su tasa de sobrevivencia. Esto puede incluir la remoción de malezas, el acolchado, la instalación de cercas, la fertilización adicional, la instalación de cortavientos o barreras que produzcan sombra, el riego temporal, los tratamientos contra plagas y enfermedades, así como el restablecimiento de regímenes de perturbación natural (por ejemplo, fuegos periódicos, inundaciones).
- Elimine o reduzca la vegetación competitiva en el micrositio de plantación inmediato y considere realizar una poda de liberación a mayor escala (eliminación de árboles jóvenes competidores y vegetación leñosa) cuando la

competencia ejercida por la vegetación circundante reduzca la supervivencia a largo plazo.

- Cree claros o plante bajo arbustos nodrizas o especies pioneras para generar un microclima favorable en sitios muy degradados; Plantar bajo ciertos arbustos puede favorecer el establecimiento en tierras áridas o en áreas degradadas dominadas por vegetación arbustiva.
- El biocarbón (incluida la cascarilla de arroz) o los fertilizantes pueden favorecer el crecimiento inicial de las plántulas trasplantadas.
- El pastoreo, las lianas y los daños causados por las plagas son causas frecuentes de mortalidad y retrasan el crecimiento. La protección y el cuidado de las plántulas son medidas importantes para reducir la mortalidad.
- La fertilidad del suelo, el pH y las condiciones de luz influyen en el desarrollo de las plántulas; es importante elegir micrositios y épocas de siembra que permitan mitigar el estrés hídrico y optimicen la cantidad de luz según las necesidades de las especies.
- Se recomiendan cuidados tempranos y regulares (deshierbe y control de las enredaderas) durante los primeros 1 a 3 años; se aconseja cuidar activamente por los menos por dos años a las plántulas situadas en zonas con alta intensidad lumínica para garantizar su vigor.

## Recursos

- Axelsson, E. P., K. C. Grady, D. Alloysius, J. Falck, D. Lussetti, C. S. Vairappan, Y. Sau Wai, K. Ioki, M. L. T. Lardizabal, B. Ahmad, and U. Ilstedt. 2024. [Lessons learned from 25 years of operational large-scale restoration: The Sow-A-Seed project, Sabah, Borneo](#). *Ecological Engineering* 206:107282.
- van Bijsterveldt, C. E. J., A. O. Debrot, T. J. Bouma, M. B. Maulana, R. Pribadi, J. Schop, F. H. Tonneijck, and B. K. van Wesenbeeck. 2022. [To plant or not to plant: When can planting facilitate mangrove restoration?](#) *Frontiers in Environmental Science* Volume 9 - 2021.
- Carbutt, C., and K. Kirkman. 2022. [Ecological grassland restoration—A South African perspective](#). *Land* 11:575.
- Elliott, S., D. Blakesley, K. Hardwick, S. Plukham, D. Saengkam, and J. N. Agbor. 2013. [Restoring tropical forests: a practical guide](#). Royal Botanic Gardens, Kew.
- FAO. 2019. [Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration \(ANR\) – A practical manual](#). Bangkok. 52 pp.
- Gann, G., T. McDonald, B. Walder, J. Aronson, C. R. Nelson, J. Nelson, C. Eisenberg, J. Hallet, M. R. Guariguata, J. Liu, F. Hua, C. Echeverría, K. DeCleer, E. Gonzales, and K. W. Dixon. 2019. [PRINCIPIOS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES PARA LA PRÁCTICA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA](#). *Restoration Ecology* **27** (S1):S1–S46.

- Nelson, C. R., J. G. Hallett, A. E. Romero Montoya, A. Andrade, C. Besacier, V. Boerger, K. Bouazza, R. Chazdon, E. Cohen-Shacham, D. Danano, A. Diederichsen, Y. Fernandez, G. D. Gann, E. K. Gonzales, M. Gruca, M. R. Guariguata, V. Gutierrez, B. Hancock, P. Innecken, S. M. Katz, R. McCormick, L. F. D. Moraes, C. Murcia, N. Nagabhatla, D. Pouaty Nzembialela, F. J. Rosado-May, K. Shaw, K. Swiderska, L. Vasseur, R. Venkataraman, B. Walder, Z. Wang, and E. W. A. Weidlich. 2024. [Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030.](#), FAO, SER & IUCN CEM, Rome, Washington, DC, Gland, Switzerland.
- Pedriani, S., and K. W. Dixon. 2020. [International principles and standards for native seeds in ecological restoration.](#) Restoration Ecology **28**:S286–S303.
- Wilson, S. J., R. Smith, R. Chazdon, P. Durst, R. Metzler, S. Sprenkle-Hyppolite, S. Begeladze, and I. Hillman. 2022. [Assisted natural regeneration: A guide for restoring tropical forests.](#) Conservation International Washington, D.C.

Videos:

### [Restoring rainforest in Borneo](#)

Plantación de enriquecimiento en el marco del proyecto «Sow A Seed», financiado por IKEA, destinado a regenerar un bosque tropical degradado en Borneo

### [WeForest's Desa'a project in the north of Ethiopia](#)

No basta con plantar árboles para restaurar un bosque. Descubre los elementos esenciales que, en conjunto, hacen que el proyecto más ambicioso de WeForest sea un éxito

### [Restoration of Kiu Wetland in Makueni County, Kenya](#)

Los humedales de Kiu, un ecosistema que en el pasado se encontraba degradado pero que es de vital importancia en el condado de Makueni, está recuperando gradualmente su salud ecológica gracias a los continuos esfuerzos de restauración, en particular los de la RNA.

### [Restoring Mangrove Forests in the Sundarbans](#)

Gracias a las iniciativas de restauración impulsadas por la comunidad, los habitantes se esfuerzan por proteger los Sundarbans y todo lo que depende de ellos.

