



Credit: Sociedade Chauá

“ Les informations sur la germination contribuent à une meilleure compréhension de la reproduction des plantes ”

Baskin and Baskin (1998).

### Introduction

Différentes espèces d'arbres nécessitent différentes conditions pour favoriser la germination et la croissance. Alors, que faire si vous avez essayé et raté (ou vous ne savez pas comment faire) la culture de jeunes plants de votre espèce préoccupante ? Une option consiste à réaliser vos propres expériences informelles en vue de tester si l'application de certains facteurs peut affecter et améliorer la germination. L'objet de cette notice est d'apporter des orientations quant aux façons de réaliser ces expériences, et d'analyser et d'utiliser ensuite les données que vous avez collectées.

### À qui s'adresse cette notice ?

Cette notice s'adresse aux non spécialistes chargés de mener la germination, la culture et la restauration d'espèces d'arbres rares ou menacées. Du fait que les techniques décrites ici sont plus spécialisées que dans les notices précédentes de cette série, nous recommandons que votre équipe ait obtenu une formation et de l'expérience en horticulture avant d'effectuer les essais expérimentaux.

Cette notice a été rédigée par Santiago Velazco, Pablo Hoffmann et l'équipe de Chauá<sup>1</sup>



1. Sociedade Chauá est une ONG qui œuvre en faveur de la conservation des écosystèmes naturels et de la biodiversité dans le Paraná, au Brésil : [www.sociedadechaua.org](http://www.sociedadechaua.org)

The Global Trees Campaign est un partenariat entre:



Ce résumé a été produit par Fauna & Flora International (FFI) pour contribuer envers la Global Trees Campaign

[www.globaltrees.org](http://www.globaltrees.org)  
[twitter.com/globaltrees](https://twitter.com/globaltrees)  
[www.facebook.com/globaltrees](https://www.facebook.com/globaltrees)

## Avant de commencer

Les essais de germination sont des expériences qui vous permettent de tester : (a) quelles **conditions** mènent aux taux de germination les plus élevés et (b) **combien de jours, semaines ou mois** sont nécessaires pour que les semences germent. À long terme, ces informations peuvent vous faire gagner énormément de temps et d'énergie dans votre pépinière, et finalement vous permettre de cultiver une quantité de jeunes plants plus élevée et de meilleure qualité.

Toutefois, à court terme, les essais de germination peuvent être coûteux en temps, impliquant la collecte régulière de données. Pour vous assurer de la meilleure préparation possible de votre équipe, nous recommandons de vous familiariser avec les procédures générales pour la culture d'arbres à partir de semences (voir la Notice 7 de la GTC). Ensuite, avant de commencer : (1) menez des recherches sur la biologie de votre espèce cible ; (2) assurez-vous que votre équipe possède les compétences appropriées ; (3) mettez en place les installations adéquates avec le matériel nécessaire ; et (4) trouvez une source de semences.

### ÉTAPE 1: Ayez une bonne connaissance de votre espèce cible au préalable

#### A) Vérifiez si des protocoles existants ont été élaborés par d'autres personnes

Il se pourrait que d'autres personnes aient déjà élaboré des protocoles de germination pour votre espèce cible (ou des espèces très proches). Vous pourriez éventuellement y avoir accès (i) en lançant une recherche dans la base de données *Seed Information Database* de Kew : <http://data.kew.org/sid/> ou dans d'autres ressources en ligne, (ii) en consultant des publications, (iii) en visitant les jardins botaniques ou les banques de semences, ou (iv) en faisant appel à toute personne connue pour la culture ou l'utilisation de l'espèce.

Même s'il existe déjà des protocoles pour votre espèce cible, vous pourriez tout de même envisager de réaliser vos propres expériences. Il est important d'identifier les conditions qui fonctionnent le mieux pour les semences prélevées dans votre secteur.

#### B) Ayez une bonne compréhension de l'écologie de votre espèce

Des informations générales sur la biologie de votre espèce cible peuvent vous permettre de développer des questions de recherche pertinentes concernant sa germination. Ci-dessous, nous recensons quelques facteurs à prendre en compte lorsque vous étudiez les publications.

##### Quel climat l'espèce tolère-t-elle généralement?

*Cela peut donner des indications de la température ou des taux d'humidité optimaux pour rompre la dormance ou favoriser la germination.*

##### Dans quel type d'habitat et de sol l'observe-t-on généralement?

*Cela peut donner des indications du milieu de croissance optimal pour l'espèce. Par exemple, de nombreuses espèces d'arbres nécessitent que des bactéries ou champignons spécifiques soient présents dans le sol.*

##### À quelle communauté écologique appartient-elle (c.-à-d. s'agit-il d'une espèce pionnière, secondaire ou climacique) ?

*Cela peut donner des indications des niveaux d'ombre optimaux (p. ex., il est plus probable que les espèces pionnières nécessitent ou tolèrent la lumière du soleil, tandis que les espèces climaciques pourraient nécessiter ou tolérer l'ombre).*

##### Les graines de votre espèce cible présentent-elles une capacité de dormance, et dans l'affirmative, comment celle-ci est-elle rompue ?

*Cela peut indiquer s'il est nécessaire de traiter ou de stratifier les graines avant la germination.*

##### Les semences sont-elles récalcitrantes (c.-à-d. : elles présentent une faible capacité de stockage) ou orthodoxes (c.-à-d. : elles présentent une plus forte capacité de stockage) ?

*Cela peut orienter la période et la durée potentielle de votre expérience.*



## ÉTAPE 2: Assurez-vous que votre équipe possède les compétences appropriées

Les procédures expliquées dans cette notice sont plus complexes que celles décrites dans la [Notice 7](#) (qui expliquent la germination de base). En conséquence, assurez-vous qu'au moins un membre de votre équipe possède des **compétences** horticoles pointues et qu'au moins une personne est à l'aise avec **l'analyse de données et les statistiques** de base.

L'ensemble du processus nécessite la collecte et la saisie régulières de données, par conséquent assurez-vous que votre équipe est bien informée au préalable et que chaque membre de l'équipe est parfaitement organisé et possède de bonnes compétences en matière de gestion du temps.

## ÉTAPE 3: Mettez en place les installations et faites l'acquisition de matériel

### Installations

Il est possible d'effectuer des essais de germination très basiques dans une serre ou une pépinière, si toutefois votre équipe a accès à un lieu de travail abrité et à de l'eau courante.

Pour les essais plus complexes, qui impliquent un contrôle plus précis de la température, de l'humidité et de la photopériode, il pourrait être nécessaire d'utiliser un petit local faisant office de laboratoire. Il sera important d'avoir un accès à l'électricité, si vous avez l'intention d'utiliser des chambres de germination.

### Matériel et ressources de base utiles pour tous les essais de germination

- Bacs à semis modulaires (p. ex., plateaux en plastique avec des petits trous pour chaque plantule)
- Milieu de culture
- Couvertures en filet
- Pare-soleil (p. ex., filet, feuilles de palmier, bambou, etc.) pour tester la luminosité par rapport à l'ombre
- Arrosoirs
- Étiquettes, stylos, stylos correcteurs et crayons
- Carnets, feuilles de données
- Accès à un ordinateur portable ou de bureau pour la saisie de données

### Matériel et ressources supplémentaires / optionnels pour tester des conditions particulières (en fonction de ce que vous envisagez de tester)

- Mortier et pilon, couteaux ou une bétonnière pour tester les effets de la scarification des semences
- Acides et produits chimiques (**à manipuler avec d'infinies précautions**) pour tester différents prétraitements
- Une bouilloire ou une casserole pour tester l'eau bouillante en tant que prétraitement
- Différents milieux de culture (p. ex., sable, vermiculite, papier)
- Chambres de germination simples pour tester différentes températures.
- Chambres de germination sophistiquées pour tester différentes températures, différents taux de lumière ou d'humidité, ou différentes photopériodes

## ÉTAPE 4 : Trouvez une source de semences pour effectuer vos essais

Enfin, assurez-vous que vous disposez d'une source fiable de semences (voir la [Notice 5 de la GTC](#) pour des conseils relatifs au prélèvement de semences). Pour vos expériences, veillez à utiliser des semences de la même provenance (c.-à-d. le site des arbres semenciers) pour garantir que la source de semences n'influence pas les résultats.

Les graines devront également être nettoyées et traitées avant vos expériences (voir la [Notice 6 de la GTC](#) pour des conseils quant à la façon de procéder)

## Définir votre expérience

Différents facteurs peuvent influencer la germination de votre espèce cible, notamment :

### (1) Caractéristiques physiques des graines

- Degrés de maturité des graines ou des fruits
- Taux d'humidité interne des graines
- Taille et formes des graines

### (2) Applications pour permettre d'interrompre la dormance des semences

- Scarification (élimination d'une partie du tégument)
- Trempage dans de l'eau froide ou dans de l'eau chaude
- Traitement chimique
- Traitement par congélation ou par chauffage

### (3) Facteurs environnementaux

- Conditions de luminosité (naturelle, artificielle, ombre ou absence de lumière)
- Photopériode (relation entre les heures de lumière et d'obscurité)
- Température
- Taux d'humidité ambiante (ajustés dans les chambres de germination)
- Substrats (sable, vermiculite, papier, terre et présence de champignons ou de bactéries)
- Profondeur du substrat (certaines espèces ne germent qu'à la surface du substrat)

Pour votre expérience, **sélectionnez un ou deux de ces facteurs (dénommés traitements)** à tester sur votre espèce cible. Vous pouvez sélectionner les traitements en vous basant sur les recherches effectuées à l'Étape 1 (c.-à-d. la manière dont l'espèce pousse et se reproduit à l'état sauvage peut apporter des indices quant à sa germination dans la pépinière) ou en ajustant légèrement les essais précédents que vous avez menés pour faire germer l'espèce.

Vous pourriez envisager de comparer la façon dont différents **types** de traitements influencent la germination. Par exemple : tester les effets de différentes méthodes utilisées pour rompre la dormance.

Traitement 1 (T1)	Traitement 2 (T2)	Traitement 3 (T3)
Faire tremper les graines dans de l'eau froide	Faire tremper les graines dans de l'eau chaude	Scarifier les graines

Dans d'autres cas, vous pourriez envisager de comparer différents **niveaux** d'un traitement. Par exemple : tester les effets de différentes températures ambiantes sur la germination.

Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3
18°C	22°C	26°C

Dans le cadre d'expériences plus complexes, vous pourriez tester plusieurs facteurs différents (et la façon dont ils interagissent entre eux) en même temps. Par exemple : tester les effets de différents taux de lumière **et** les effets de différents substrats sur la germination.

Dans ce cas, vous obtiendriez six différents traitements. Dans tous les cas, nous recommandons d'effectuer votre expérience le plus simplement possible. Plus vous utiliserez de traitements, plus vous devrez dépenser de ressources et plus la collecte et l'analyse de données seront complexes.

		Lumière	
		Naturelle	Absente
Substrate	Paper	Traitement 1 (T1)	Traitement 2 (T2)
	Vermiculite	Traitement 3 (T3)	Traitement 4 (T4)
	Sand	Traitement 5 (T5)	Traitement 6 (T6)

## Méthodes standardisées, reproductions et contrôles

Chaque arbre produit des semences qui varient en termes de taille, de structure et de viabilité. Dans un lot aléatoire de semences, certaines d'entre elles pourraient germer et d'autres non, et il se pourrait que cela n'ait aucun lien avec les traitements que vous appliquez dans une expérience.

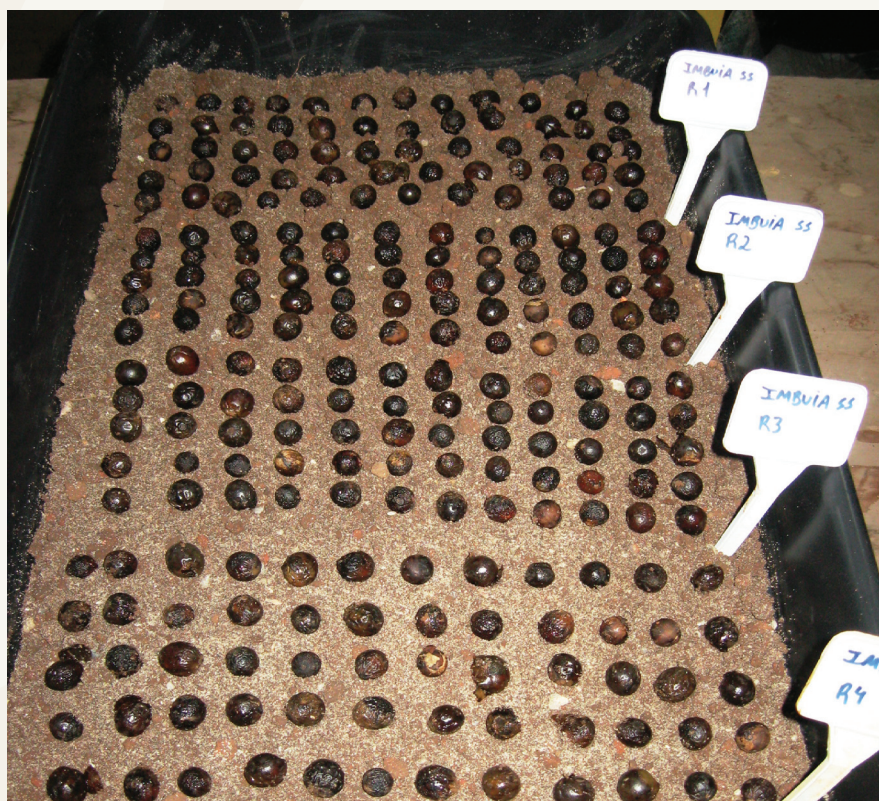
Ces variations peuvent causer des problèmes par rapport à votre expérience. Par exemple, lors de la comparaison du succès de germination entre deux traitements différents (p. ex. différentes températures), **comment pouvez-vous savoir avec certitude** que les différences de germination entre les deux sont vraiment dues à la température, et ne sont pas juste le fruit du hasard (à savoir, il se trouvait que les graines utilisées pour le Traitement 2 contenaient un grand nombre de semences endommagées) ?

Les méthodes **standardisées**, la **reproduction** et l'utilisation de **contrôles** sont trois méthodes que vous pouvez utiliser pour résoudre ce problème.

Si, par exemple, vous comparez les effets de différentes températures sur la germination des semences, tâchez dans la mesure du possible de vous assurer que **tous les autres facteurs qui pourraient influencer les résultats sont standardisés** (c.-à-d. identiques pour tous les traitements). Cela suppose d'utiliser le même type de graines pour tous les traitements (p. ex., de la même provenance et en évitant d'utiliser des semences endommagées), et de vous assurer que tous les autres facteurs (en l'occurrence : la lumière, l'eau et le substrat) sont exactement les mêmes pour tous les traitements.

La reproduction des traitements diminue les possibilités d'influence d'un facteur inconnu sur vos résultats (p. ex., faible succès de germination naturelle pour une partie des semences du lot). Tâchez de reproduire chaque traitement au moins quatre fois (ou plus, si vous disposez de suffisamment de graines et de moyens). Le résultat final sera calculé en réalisant une moyenne de toutes les reproductions (diminuant ainsi les possibilités d'influence des résultats atypiques d'une reproduction sur les résultats globaux du traitement).

Enfin, intégrez des **contrôles** dans votre expérience comme moyen de vérifier si les effets que vous observez sont vraiment dus aux différences entre les traitements. Aucun traitement ne serait appliqué à un lot de contrôle des semences, vous permettant ainsi de comparer les taux de germination avec ce qui se serait produit de toute façon.



Dans cette expérience, un traitement appliqué aux graines d'Imbuia (*Ocotea porosa*) est reproduit quatre fois pour améliorer la fiabilité des résultats. Crédit photo : Sociedade Chauá

Prétraitement	Lumière	Traitement	Reproductions	Graines par reproduction	Graines totales pour le Traitement
Trempage des graines Eau froide	Naturelle	T1	4	50	200
	Absente	T2	4	50	200
Trempage des graines Eau chaude	Naturelle	T3	4	50	200
	Absente	T4	4	50	200
Rien (Contrôle)	Naturelle	T5	4	50	200
	Absente	T6	4	50	200
Total		6	24	300	1200

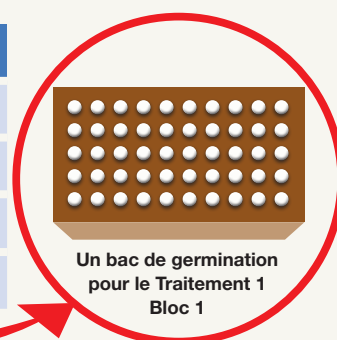
## Mettre en œuvre votre expérience

Après avoir sélectionné un plan expérimental (qui décrit le nombre de traitements, de reproductions, et de graines par reproduction, que vous avez l'intention d'utiliser), vous devriez être prêt à mettre en place votre première expérience.

Préparez un bac de germination modulaire pour chaque traitement en semant une seule graine dans chaque module. Si vous semez les graines dans de la terre, ne les semez pas trop profondément : il vous faudra observer chaque graine à mesure qu'elle germe. Si les expériences sont menées dans votre pépinière, vous pourriez envisager de grillager les bacs à semis pour les protéger des animaux.

Puis, regroupez les bacs pour chaque différent traitement, afin de former un **bloc** dans votre expérience. Reproduisez ensuite chaque bloc le nombre de fois souhaité (en veillant à étiqueter chaque bac avec un numéro de Traitement et de Bloc).

Reproduction	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Traitement 4
Bloc 1	50 graines	50 graines	50 graines	50 graines
Bloc 2	50 graines	50 graines	50 graines	50 graines
Bloc 3	50 graines	50 graines	50 graines	50 graines
Bloc 4	50 graines	50 graines	50 graines	50 graines



## Collecte de données - que mesurez-vous ?

Une collecte de données typique consiste à inspecter tous les bacs de germination au moins une fois par semaine (ou plus souvent, si les semences germent rapidement). Cela vous permettra de mesurer : **1) le nombre total de semences** qui germent, qui n'ont pas pu germer ou qui ont été attaquées par des agents pathogènes, des champignons ou des insectes à la fin de l'expérience, et **2) la vitesse** de germination.

Préparez une feuille de données à mettre à jour après chaque inspection. Chaque jour d'inspection, utilisez un stylo correcteur ou un marqueur permanent pour inscrire un point à côté de chaque module qui contient une graine récemment germée. Ensuite, sur votre feuille de données, écrivez le nombre total de points pour les graines qui ont germé.

Bloc 1				
Date	Traitement 1	Traitement 2	Traitement 3	Traitement 4
15/09/2014	0	0	0	0
18/09/2014	1	0	0	0
21/09/2014	4	1	0	0
24/09/2014	7	2	0	1

Vous pourriez également envisager de mesurer le nombre de semences qui germent, mais qui meurent par la suite. À cet effet, à la fin de l'expérience, comptez le nombre de points qui correspondent aux bacs contenant des plantules mortes.



## Analyser et prendre note des résultats

Lorsque vous avez terminé vos expériences, votre étape suivante peut consister à analyser les données et à présenter les résultats à votre équipe de projet et à d'autres parties prenantes intéressées. La manière la plus simple de présenter les résultats **pour chaque traitement** est de montrer le pourcentage de semences qui ont germé à la fin de votre expérience :

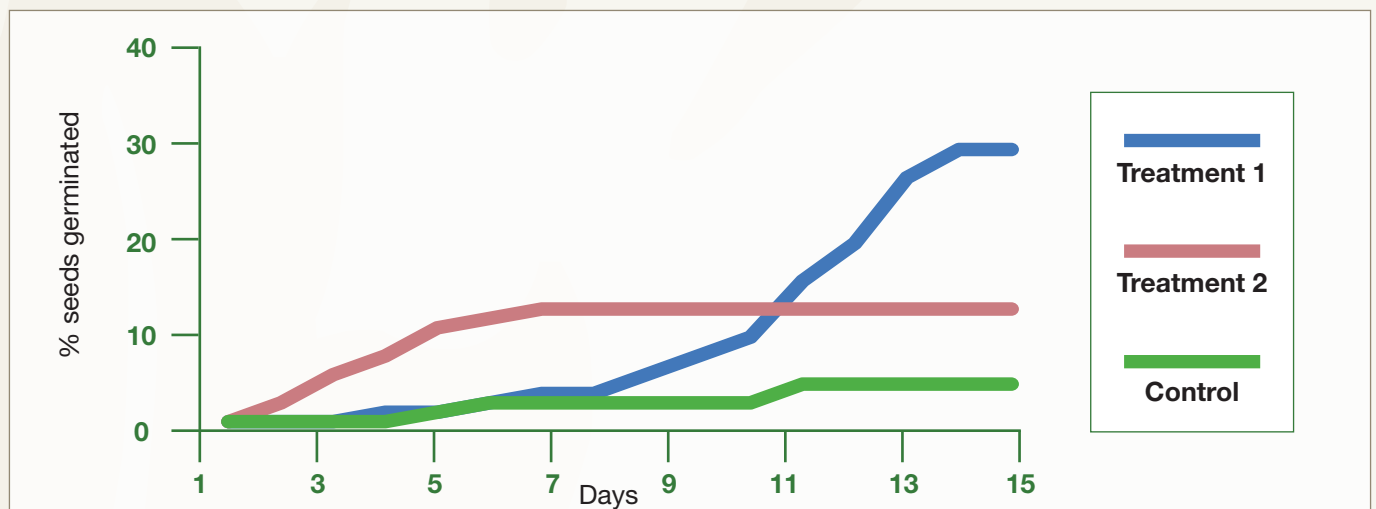
$$\text{Pourcentage de graines germées} = \frac{(\text{Nombre de graines germées})}{(\text{Total de graines semées})} \times 100$$

Vous pourriez toutefois également envisager de **comparer les différents traitements** au moyen d'analyses statistiques de base. Cela vous permettra de démontrer à quel point vos résultats sont fiables.

À ces fins, importez vos données dans Microsoft Office Excel et calculez le nombre moyen de semences germées pour chaque traitement. Ensuite, à l'aide d'un logiciel de statistiques, comparez les différences entre toutes les moyennes en effectuant une « analyse de la variance » (test ANOVA). Les différences entre moyennes sont significatives sur le plan statistique lorsque les résultats du test présentent une valeur  $P < 0,05$ . Si vous observez des différences significatives, confirmez votre résultat en effectuant des « comparaisons par paires » entre la moyenne de chaque traitement individuel et la moyenne du contrôle.

### Courbes et indices de germination

Une autre manière de représenter les résultats des essais de germination consiste à créer des courbes de germination. Il s'agit de graphiques qui représentent la façon dont le pourcentage de semences germées pour différents traitements varie au fil du temps (depuis la date initiale des semis jusqu'à la fin de l'expérience).



La durée et la vitesse de germination peuvent également être représentées par des indices. Ces derniers comprennent l'Indice de vitesse de germination, la Durée moyenne de germination et la Vitesse moyenne de germination (voir les références en Page 8, pour des orientations quant à la façon de les calculer).

### Utiliser les informations issues des essais de germination

En comparant les résultats des différents traitements pour la germination, vous devriez être en mesure d'optimiser les conditions de germination de votre espèce cible. Assurez-vous de prendre note de vos méthodes et de vos résultats en vue d'élaborer un **protocole de germination**. Ce dernier peut être suivi et adapté par votre équipe ou par d'autres groupes dans le futur.

Les informations relatives à la vitesse et à la période de germination peuvent également s'avérer extrêmement utiles. Si vous avez l'intention de planter des jeunes plants de votre espèce cible dans leur habitat naturel, il vous faudra très probablement y procéder à un moment spécifique de l'année (p. ex., dans les zones tropicales à saisons marquées, il s'agit souvent du début de la saison des pluies). Si vous savez combien de temps est nécessaire pour (a) rompre la dormance de votre espèce, (b) obtenir des taux de germination élevés, et (c) combien de temps les plantules prennent pour atteindre une taille et une vigueur appropriées pour la plantation, vous pouvez alors commencer à planifier des dates de semis adéquates pour votre espèce.

## Sélection de références et orientations supplémentaires

Des références et orientations supplémentaires concernant certaines méthodes décrites dans cette notice sont proposées ci-dessous.

### Orientations relatives aux expériences de germination

Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (2001). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Elsevier. Disponible en commande sur : [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_8c](http://bit.ly/gtc_ref_8c)

Elliot, S., Blakesley, D. & Hardwick, K. (2013). *Restoring Tropical Forests: a practical guide*, Royal Botanic Gardens Kew; 344pp. Disponible en commande sur : [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_7g](http://bit.ly/gtc_ref_7g)

### Orientations relatives à la mesure des taux de germination

Ranal, M.A. & Garcia de Santana, D. (2006). How and why to measure the germination process? *Revista Brasil. Bot.*, 29(1), 1-11. Disponible sur : [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_8a](http://bit.ly/gtc_ref_8a)

### Orientations relatives au comportement des semences et à l'interruption de la dormance des semences

Millennium Seed Bank Resources: <http://brahmsonline.kew.org/msbp/Training/Resources>

### Exemples d'expériences de germination

Daws, M.I., Burslem, D.F.R.P., Crabtree, L.M, Kirkman. P., Mullins, C.E. & J.W. Dalling (2002). Differences in seed germination responses may promote coexistence of four sympatric *Piper* species, *Functional Ecology*, 16(2): 258-267. Disponible sur : Available at: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_8d](http://bit.ly/gtc_ref_8d)

### Exemples de protocoles de germination

Kew's Seed Information Database: [http://bit.ly/gtc\\_ref\\_6e](http://bit.ly/gtc_ref_6e)

Román, F., De Liones, R., Sautu, A., Deago, J. & Hall, J.S. (2012). *Guía para la Propagación de 120 Especies de Árboles Nativos de Panamá y el Neotropico*. Environmental Leadership and Training Initiative – ELTI, Yale School of Forestry & Environmental Studies. Disponible sur: [https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20967/stri\\_GUIA\\_PROPAGACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/20967/stri_GUIA_PROPAGACION.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pour plus d'informations, ou pour télécharger les autres notices de cette série, consultez notre site internet sur [www.globaltrees.org/resources/practical-guidance](http://www.globaltrees.org/resources/practical-guidance)

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent à Dan Luscombe (Bedgebury National Pinetum), Matt Parratt (Forest Research) et Tracie Evans (The Centre for Ecology & Hydrology) pour leurs commentaires sur cette notice.