

Germination des graines de palmier à huile (*E. guineensis*) en sacs de polyéthylène. Méthode par « chaleur sèche »

I. — PRINCIPES DE LA MÉTHODE

La germination de graines de palmier à huile se déroule en deux phases principales :

1^{re} Phase.

Levée de la dormance des graines par chauffage à humidité réduite : entre 17 et 19 % d'humidité sur poids frais d'amande ; ce taux d'hydratation des graines assure la levée de la dormance sans entraîner la croissance de l'embryon, aucune germination ne devrait intervenir au cours de cette période.

2^e Phase.

Développement des embryons, c'est-à-dire germination proprement dite, par la mise à température ambiante des graines fortement réhydratées : entre 23 et 25 % d'humidité sur poids frais d'amande, valeur optimale pour la croissance de l'embryon.

La détermination des taux d'humidité sur poids frais de l'amande, dans l'une ou l'autre phase, s'effectue de la façon suivante :

— prélever un échantillon de 20 graines, les casser et recueillir les amandes ; concasser celles-ci grossièrement et rapidement pour éviter les pertes d'humidité.

— placer les morceaux d'amandes dans une boîte tarée et peser immédiatement (poids a1) ; sécher à l'étuve à 105° jusqu'à poids constant (poids a2).

Le taux d'humidité s'obtient par le calcul suivant :

$$H \text{ (amande)} = \frac{a1 - a2}{a1} \%$$

Des échanges d'eau ayant lieu en cours de germination entre la coque et l'amande, certains praticiens préfèrent déterminer le taux d'humidité sur « poids sec de la graine entière ».

Les 20 graines de l'échantillon concassées sont, dans ce cas disposées, fragments de coques et d'amandes ensemble, dans une boîte tarée, pesées (a1) et séchées jusqu'à poids constant (a2). Le taux d'humidité sur « poids sec des graines entières » se déduit de la formule :

$$H \text{ (graine sèche)} = \frac{a1 - a2}{a2} \%$$

Cette méthode permet d'évaluer la quantité d'eau à ajouter (E) pour amener le lot de graines d'une humidité initiale H1 à une humidité requise H2, selon la formule :

$$E = \text{poids sec} \times (H2 - H1)$$

ou encore « poids P » que doit atteindre un échantillon de graines à une humidité « H » :

$$P = \text{poids sec} \times (1 + H).$$

L'emploi de la méthode sur « graines entières » implique bien entendu l'adoption de critères d'humidité différents de ceux retenus avec la méthode « sur poids frais de l'amande seule ».

Les taux d'humidité assurant une bonne germination des graines destinées aux plantations industrielles (matériel Dura × Pisifera) se résument ainsi :

	Humidité sur	
	poids frais d'amande	poids sec de la graine entière
1 ^{re} phase (mise en germe, chauffage)	17-19	18 ± 0,5
2 ^e phase (trempage, température ambiante)	23-25	22 ± 0,5

N.B. — En raison d'une moindre épaisseur de la coque, l'humidité sur poids sec de la graine entière est plus élevée pour les graines Tenera que les Centres de recherche sont amenés à faire germer : 20 % ± 0,5 (première phase) et 26 % ± 0,5 (deuxième phase).

II. — DESCRIPTION DE LA MÉTHODE DE GERMINATION

1^{re} Phase :

A. — Trempage et ressuyage des graines.

1° Trempage à l'ombre des graines pendant 7 jours dans une eau à température ambiante (± 25 °C), renouvelée tous

les jours. Ces normes sont valables pour les graines conservées en magasins climatisés, présentant alors une humidité sur poids frais de 7 à 10 %. Un excès d'humidité des graines n'est pas nuisible en soi, mais il peut entraîner un début de germination au cours de la période de chauffage. En fin de trempage, les graines sont placées 5 minutes dans une préparation fongicide⁽¹⁾ (5 g de benlate + 10 g de dithane M45 dans 10 l d'eau), constamment agitée.

2° Ressuyage, jusqu'à ce que les graines atteignent une humidité d'environ 19 % sur poids frais d'amande, de sorte qu'avec les pertes en cours de chauffage, le taux soit de 17 % au minimum en fin de la première phase.

Les graines sont étalées sur des sacs de jute, en couche mince, sous abri et brassées fréquemment ; le temps de ressuyage dépend des conditions ambiantes (température, abri plus ou moins ventilé, humidité de l'air, etc.) et se situe entre 2 et 6 heures en moyenne. En général, il suffit de s'assurer que les graines ont pris une coloration gris foncé mat et qu'il n'y a pas d'eau libre entre la coque et l'amande, ce que l'on peut contrôler en brisant quelques noix. (En cas de doute, il est toujours possible de déterminer l'humidité en suivant la méthode indiquée plus haut pour vérifier l'état des graines. Plus simplement, on peut peser un échantillon afin de s'assurer que son poids correspond à l'humidité requise ; en effet, si PS est le poids sec de l'échantillon et H, l'humidité à atteindre, le poids final des graines PG doit être égal à $PG = PS \times (1 + H)$.)

Atteindre l'humidité recommandée est nécessaire pour ne pas déclencher de germination en cours de chauffage — ce qui entraînerait un étalement important des repiquages en prépépinière — si l'humidité est trop élevée ou, au contraire, nuirait à un bon résultat si elle est trop faible.

Il faut savoir par ailleurs que le temps de ressuyage peut être très différent selon le type de croisement, en raison des variations de la taille de la graine et de l'épaisseur de la coque.

B. — Mise en sacs.

On utilise des sacs de polyéthylène transparent, en 20/100 mm d'épaisseur, aux dimensions suivantes : largeur = 50 cm, hauteur = 65 cm ; selon la taille des graines, on met 1 000 à 1 500 graines par sac.

Les sacs sont fermés hermétiquement par des pliures en accordéon, rabattues et retenues par des élastiques, en veillant à ménager en haut du sac un volume d'air suffisant pour permettre les échanges gazeux des graines ; de façon générale, un volume occupé par les graines est suffisant.

Il est important, pour maîtriser l'évolution de l'humidité des graines pendant les différentes phases, d'utiliser des sacs en parfait état, de préférence neufs, sans la moindre déchirure ou fissure et il est recommandé de les doubler, au moins pendant la période de chauffage. Si les sacs ont déjà servi, on prendra soin de les traiter avec une bouillie fongicide (voir ci-dessus).

Chaque sac doit contenir des graines de même type de croisement (catégorie et sous-catégorie C : Déli × La Mé, catégorie et sous-catégorie D : Déli × Yangambi) et dont la durée de stockage est comparable.

(1) Tous les traitements recommandés doivent être effectués à l'aide d'une suspension fraîchement préparée.

C. — Chauffage en germoir.

Les sacs, hermétiquement fermés, sont placés sur des étagères en grillage métallique permettant une parfaite circulation de l'air chaud. La largeur est de 50 à 60 cm et la longueur fonction des dimensions du germoir (pour plus de précisions sur le germoir, se référer au Conseil n° 176).

La durée de chauffage dans le germoir, où l'on maintient une température de $39\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$, est de 80 jours pour tous les types de croisements.

Chaque semaine, les sacs sont sortis du germoir pour être examinés (humidité, aspect sanitaire, etc.). Il n'est pas nécessaire de les ouvrir sauf s'il faut modifier l'humidité des graines.

Il est normal qu'il y ait de la buée sur les parois des sacs en germoir, mais il faut éviter un excès d'eau de condensation qui indiquerait que les graines sont à plus de 21 % d'humidité sur poids frais d'amande et qu'elles risquent donc de germer avant la fin de la période de chauffage. Dans ce cas, il faut essuyer l'intérieur du sac et si les graines sont brillantes, les faire ressuyer jusqu'à ce qu'elles aient pris une couleur gris foncé mat.

Normalement, aucune réhydratation n'est nécessaire pendant la période de chauffage, sauf au début de celle-ci, en raison de la perte d'humidité nécessaire à la saturation de l'air contenu dans le sac. Bien qu'aucun contrôle ne soit en général indispensable, il est conseillé de vérifier le taux d'humidité après 40 et 60 jours de chauffage afin de s'assurer que celui-ci se maintient entre 17 et 19 % sur poids sec de la graine entière. S'il est inférieur, les graines sont humidifiées par pulvérisation d'une suspension aqueuse de Dithane M45 à 0,2 % de produit commercial. Par la suite, ces lots seront contrôlés soigneusement lors des sorties hebdomadaires. La vérification du taux d'humidité peut être effectuée par pesée (voir § 1).

En cas d'apparition de moisissure, en cours de chauffage, tremper les graines des sacs concernés, pendant 5 minutes, dans une préparation contenant 5 g de Benlate et 10 g de Dithane M45 pour 10 l d'eau. Ressuyer ces graines rapidement jusqu'à obtention de la couleur gris foncé mat et les replacer dans un sac neuf.

2^e Phase :

A. — Mise à température ambiante.

À la sortie du germoir, on procède à la réhydratation des graines, à l'ombre, par un retrempe de cinq jours dans une eau à température ambiante, renouvelée tous les jours. Les graines sont ensuite soumises à un traitement sanitaire préventif (immersion durant 5 minutes dans une suspension de Benlate (5 g) et Dithane M45 (10 g) pour 10 l d'eau et constamment remuées).

La durée du ressuyage est variable selon les conditions du moment : température et hygrométrie de l'air, ventilation, etc. Le ressuyage est terminé lorsque la coloration des graines passe du noir brillant au noir mat. Leur humidité doit être alors comprises entre 23 et 25 % sur poids frais d'amande.

Les graines, remises en sacs hermétiquement fermés et contenant un volume d'air au moins égal à celui occupé par les graines, sont placées sur des étagères grillagées, à température ambiante (25-27 °C) et à l'ombre. Dans certaines régions, ou à certaines époques, il peut être nécessaire de mener cette opération dans une pièce à température contrôlée (27 °C) pour éviter les variations de température entre le jour et la nuit.

B. — Triages hebdomadaires.

On procède à un triage hebdomadaire, sur des tables, au cours duquel les graines germées sont séparées de celles non germées. De façon à limiter toute lésion du germe, c'est au stade « point blanc » (germe non différencié) que sont effectuées les expéditions lorsque le matériel végétal doit être livré sous forme « germé ». Les graines germées sont conditionnées dans des sacs plastiques placés dans des caisses isothermes, au sein de billes de polystyrène expansé.

S'il n'y a pas de transport à prévoir, les graines à germes différenciés sont immédiatement repiquées en prépépinière et celles au stade « point blanc » sont humidifiées et placées dans des sacs hermétiquement fermés jusqu'à différenciation du germe.

Après chaque triage, il est souvent nécessaire de réhumidifier légèrement les graines non germées, à l'aide d'un petit pulvérisateur manuel, afin de maintenir la coloration noir mat qui correspond à l'humidité optimum pour la germination et éviter le dessèchement des germes ; on utilise pour cela une suspension aqueuse de Dithane M45 à 0,2 % de produit commercial.

Les sacs sont ensuite clos hermétiquement.

III. — GERMINATION DES GRAINES PRÉ-CHAUFFÉES

Dans le but de simplifier le travail du planteur ou lorsque celui-ci ne dispose pas de germeoir pour assurer la levée de dormance des graines, la fourniture du matériel végétal peut être effectué sous la forme de graines préchauffées. Ces graines ont subi avant leur expédition les traitements correspondant à la 1^{re} phase décrite ci-dessus, c'est-à-dire un trempage de 7 jours et un chauffage à 38°-40 °C pendant 80 jours en germeoir.

Elles sont placées dans des sacs en plastique hermétiquement fermés et expédiés à leur destinataire final en caisses isothermes portant la mention « Matériel végétal vivant, doit voyager en soute climatisée. » A leur réception, les graines doivent être impérativement conservées dans un local climatisé (température : 20-22 °C, hygrométrie : 60-65 %).

Le planteur doit alors leur faire subir les traitements de la seconde phase correspondant à la mise à température ambiante de la méthode classique : réhydratation (7 jours, jusqu'à atteindre l'humidité requise) et ressuyage jusqu'à la coloration noir mat.

La durée optimale de conservation des graines préchauffées (entre la sortie de germeoir et le second trempage) est d'environ 30 jours, mais l'expérience montre qu'elles peuvent être conservées deux mois sans perte appréciable de pouvoir germinatif si elles sont stockées dans les conditions de température et d'humidité définies précédemment.

IV. — SUIVI DES SEMENCES EN COURS DE GERMINATION

A. — Humidité.

Il est important d'éviter une trop forte déshydratation des graines qui perdent une partie de leur eau lors de chaque triage et en raison des échanges gazeux entre la graine et la poche d'air maintenue dans le sac. Il faut donc réhumidifier les graines non germées par une légère pulvérisation d'une préparation aqueuse de Dithane M45 à 0,2 % avant de les réintroduire dans les sacs. Si un traitement est nécessaire (voir ci-après), celui-ci remplace évidemment cette humidification.

B. — Etat sanitaire.

Lors de chaque inspection hebdomadaire durant la période de chauffage et lors des triages au cours de la seconde phase, il convient d'observer si des moisissures apparaissent sur les graines. Avec des semences saines, une conduite normale du germeoir (température, humidité) et les traitements fongicides préconisés, les moisissures n'apparaissent pas. Elles peuvent apparaître lorsqu'il y a un excès d'humidité en cours de germination — et il faut alors procéder au traitement puis au ressuyage des graines concernées — ou lorsque les graines ont été soumises à des conditions affectant leur conservation (on devrait s'en apercevoir immédiatement après le trempage précédant la mise en germeoir en cassant quelques graines : l'amande a une coloration jaune-brun à noirâtre et un aspect souvent grumeleux).

Ces moisissures se caractérisent le plus souvent, soit par des touffes jaune-verdâtre virant au brun au niveau du pore germinatif, soit par un feutrage grisâtre recouvrant plus ou moins la graine.

A titre préventif, la pulvérisation d'une suspension fongicide fraîchement préparée (§ II.A) est conseillée lors de chaque triage avant de réintroduire les graines dans les sacs. Si des graines moisis sont présentes, il faut les éliminer et procéder au traitement curatif du reste du lot comme suit :

— préparer une suspension contenant 10 g de Dithane M45 et 5 g de Benlate pour 10 l d'eau. Plonger pendant 15 minutes les graines à traiter, en remuant continuellement le liquide et les graines afin que le fongicide ne se dépose pas au fond du récipient ;

— sortir les graines et les ressuyer jusqu'à ce que la couleur désirée de la coque soit obtenue ;

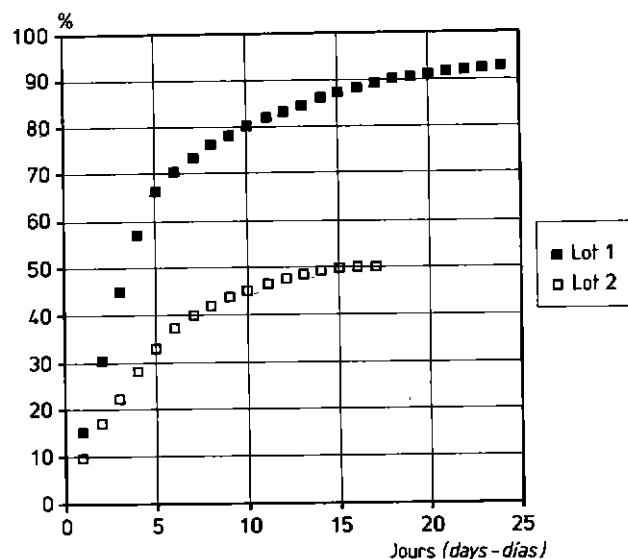


FIG. 1. — Exemples de courbes de germination. O = date de sortie de trempage (ou - 5/7 jours après sortie du germeoir). Le lot 2 germe lentement (- 50 % de graines germées après 10 jours), il doit être soumis à un chauffage complémentaire pour relancer la germination. A = Remise au chauffage — (Examples of germination. O = date seeds removed from soaking - or 5/7 days after leaving the germinator - Batch 2 germinates slowly - less than 50 % of the seeds germinated after 10 days ; further heating is required to restart germination). A = Back to heating — Ejemplos de curvas de germinación O = fecha de salida del remojo - o 5/7 días después de la salida del germinador - La partida n° 2 germina lentamente menos de un 50 % de semillas germinadas al cabo de 10 días ; y ha de someterse nuevamente a calefacción para reactivar la germinación A = Nueva calefacción

■ Lot 1 (Batch 1 - partida 1).
□ Lot 2 (Batch 2 - partida 2).

— remettre les graines dans le sac sec, lavé au préalable avec la préparation fongicide.

C. — Déroulement de la germination.

En général, la germination progresse rapidement au cours des 15 jours qui suivent la sortie du germe (Fig. 1). Si le démarrage est lent ou tend à s'atténuer rapidement (cas du lot 2 de la figure 1), il faut vérifier aussitôt le taux d'humidité des graines afin de s'assurer qu'elles n'ont pas subi de dessèchement accidentel (pertes d'eau par déchirure des sacs, trempage insuffisant à la sortie du germe) et procéder à leur réhumidification. Il se peut également que la levée de la dormance ait été imparfaite (durée et/ou température insuffisantes, par exemple). Les graines sont alors soumises à un chauffage complémentaire à $39^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durant 15 jours et réhumidifiées à leur sortie pour atteindre le taux requis ($22\% \pm 0,5$ sur poids sec). En général, la germination se poursuit alors avec des résultats normaux.

V. — RÉSULTATS

Pour les graines issues de croisements D \times P destinées aux plantations industrielles, la germination doit atteindre

au moins 80 %, 3 à 4 semaines après la sortie du germe pour les Déli \times Yangambi et 4 à 5 semaines pour les Déli \times La Mé.

Si les diverses opérations ont été bien conduites, avec des graines ayant, avant la mise en germe, au moins 6 mois de stockage, il n'est pas rare d'atteindre un pourcentage final de germination voisin de 90 %.

Les besoins en semences s'évaluent ainsi pour une plantation industrielle :

— pourcentage de graines bonnes à repiquer : 85 % (compte tenu des pertes diverses : germes bruns, germes cassés au triage et lors de manipulation, etc.) ;

— pertes et sélection en pré-pépinière : 15 % (ou au cours des 4 premiers mois de la pépinière dans le cas de semis direct en grand sac) ;

— pertes et sélection en fin de pépinière : 10 %

soit pour 143 plants/ha : $143 \times 1/0,85 \times 1/0,85 \times 1/0,9 = 220$ graines à mettre en germe pour un hectare de plantation.

F. CORRADO et W. WUIDART

Germination of oil palm (*E. guineensis*) seeds in polythene bags « Dry heat » method

I. — PRINCIPLE

Oil palm seed germination takes place in two phases :

Phase 1. — Seed dormancy is broken by heating the seeds at a reduced moisture content : between 17 and 19 % moisture/fresh kernel weight ; this moisture rate means that dormancy is broken without any increase in embryo size ; germination should not occur during this period.

Phase 2. — Embryo development, i.e. germination proper, by returning the highly rehydrated seeds to ambient temperature between 23 and 25 % moisture/fresh kernel weight, the optimum value for embryo growth.

The moisture content/fresh kernel weight, in either one of the phases is determined as follows :

— take a sample of 20 seeds, crack them and collect the kernels ; crush the kernels roughly and quickly, so as to prevent moisture loss, — put the pieces of kernel into a tared box and weigh immediately (weight a_1) ; dry in an oven at 105°C to constant weight (weight a_2).

The moisture rate is obtained as follows :

$$M (\text{kernel}) = \frac{a_1 - a_2}{a_1} \%$$

As water is exchanged between the shell and the kernel during germination, certain people prefer to determine the moisture rate/« whole seed dry weight ».

In this case, the 20 crushed seeds — shell and kernel fragments together — are placed in a tared box, weighed (a_1) and dried to constant weight (a_2). The moisture rate/« whole seed dry weight » is deduced using the following formula :

$$M (\text{dry seed}) = \frac{a_1 - a_2}{a_2} \%$$

This method makes it possible to estimate the quantity of water to be added (W) to increase the batch of seeds from an initial moisture content M_1 to a required moisture content M_2 , as per the following formula :

$$W = \text{dry weight} \times (M_2 - M_1)$$

or even « Weight W », which a seed sample should reach at a given moisture rate « M »

$$W = \text{dry weight} \times (1 + M).$$

Using the whole seed method obviously means that it is necessary to adopt different moisture criteria from those used in the « comparison with kernel fresh weight only » method.

The moisture contents ensuring good germination of seeds intended for commercial plantations (*Dura* \times *Pisifera* material) can be summarized as follows :

	Moisture	
	Kernel fresh weight	Whole seed dry weight
Phase 1 (placed in germinator, heating)	17-19	$18 \pm 0,5$
Phase 2 (soaking, ambient temperature)	23-25	$22 \pm 0,5$

(N.B. Given the thinner shell, the moisture/whole seed dry weight is higher for the tenera seeds that Research Centres germinate : $20\% \pm 0,5$ (phase 1) and $26\% \pm 0,5$ (phase 2).

II. — DESCRIPTION OF THE GERMINATION METHOD

Phase 1 :

A. — Soaking and drying the seeds.

1) The seeds are soaked in the shade for seven days in water at ambient temperature ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), changing the water each day. These

norms are valid for seeds kept in an air-conditioned store, with a moisture content/fresh weight of 7 to 10 %. Excess seed moisture is not harmful in itself, but it can trigger germination during the heating period. After soaking, the seeds are placed in a fungicide preparation for 5 minutes (1) (5 g of Benlate + 10 g of Dithane M45 in 10 l of water), stirred continuously.

2) Drying, until the seeds reach a moisture content of around 19 %/kernel fresh weight, so that with losses during heating the moisture content is at least 17 % at the end of phase 1.

The seeds are spread out thinly on jute bags under shelter and stirred frequently, the drying time depends on ambient conditions (temperature, more or less ventilated shelter, relative humidity, etc.) and is around 2 to 6 hours on average. Generally speaking, it is sufficient to check that the seeds are matt dark grey in colour and that there is no free water between the shell and the kernel, which can be checked by breaking open a few seeds. If there is any doubt, it is always possible to determine the moisture content using the method indicated above, to check seed condition. More simply, the sample can be weighed to check that its weight corresponds to the required moisture content; indeed, if DW is the dry weight of the sample and M is the required moisture content, the final weight of the seeds SW should be equal to $SW = DW \times (1 + M)$.

It is necessary to reach the recommended moisture content so as not to trigger germination during heating — which would lead to extensive staggering of nursery transfer operations if the moisture content were too high or, in the opposite case, would jeopardize a good result if it were too low.

It should also be noted that the drying time may vary considerably depending on the type of cross, due to variations in seed size and shell thickness.

B. — Bagging.

Transparent polythene bags are used, 20/100 mm thick, 50 cm wide, 65 cm long. Depending on their size, 1,000 to 1,500 seeds are placed in the bags.

The bags are hermetically sealed by pleated folds held shut with elastic bands, being sure to leave a sufficient volume of air in the top of the bag to enable gas exchanges from the seeds; generally speaking, a volume of air equal to that of the seeds is adequate.

In order to control the changes in seed moisture content during the different phases, it is important that the bags used be in perfect condition, preferably new, with no tears or splits and it is recommended that two bags be placed one inside the other, at least during the heating period. If the bags have already been used, care must be taken to treat them with a fungicide solution (see above).

Each bag should contain seeds from the same type of cross (category and sub-category C: Deli × La Mé, category and sub-category D: Deli × Yangambi) and for which the storage time is comparable.

C. — Heating in the germinator.

The hermetically sealed bags are placed on wire racks enabling perfect circulation of the hot air. The racks are 50 to 60 cm wide and the length varies according to the size of the germinator (for further details refer to Advice Note No. 176).

The time spent in the germinator, where the temperature is maintained at $39^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, is 80 days for all types of cross.

The bags are removed from the germinator once a week and examined (moisture, physical condition, etc.) It is not necessary to open the bags, unless seed moisture needs to be modified.

It is normal for the bags to mist up in the germinator, but excess condensation should be avoided, as this would indicate that the seeds have a moisture content in excess of 21 %/kernel fresh weight and that they risk germinating before the end of the heating period. In this case, the inside of the bags should be wiped and if the seeds are shiny, they should be dried until they return to a matt dark grey colour.

It is not usually necessary to rehydrate seeds during the heating period, except at the beginning due to the moisture loss required for saturation of the air contained in the bag. Although checks are not usually essential, it is advisable to check the moisture content after 40 and 60 days' heating, to make sure that it remains between 17 and 19 %/whole seed dry weight. If it is lower, the seeds should be dampened by spraying them with an aqueous solution of Dithane M45 at 0.2 % commercial product. Subsequently, these batches should be checked carefully when they are taken out of the germinator each week. The moisture content can be checked by weighing (see § I).

If mould appears during heating, soak the seeds from the bags in question for 5 min in a preparation containing 5 g of Benlate and 10 g

of Dithane M45 for 10 l of water. Dry out the seeds rapidly until they become matt dark grey in colour, then put them in a new bag.

Phase 2 :

A. — Returning to ambient temperature.

Once removed from the germinator, the seeds are rehydrated, in the shade, by soaking them for five days in water at ambient temperature, changed each day. The seeds then undergo preventive treatment (immersion for 5 minutes in a suspension of Benlate (5 g) and Dithane M45 (10 g) for 10 l of water, stirred continuously).

The time taken for excess moisture to dry out varies depending on the conditions at the time: temperature and relative humidity, ventilation, etc. The process is completed when the seeds change from shiny black to matt black. Their moisture content should then be between 23 and 25 %/fresh kernel weight.

The seeds are then returned to hermetically sealed bags containing a volume of air at least equal to that occupied by the seeds, and placed on wire racks at ambient temperature ($25-27^\circ\text{C}$) in the shade. In certain regions, or at certain times of the year, it may be necessary to carry out this operation in a temperature controlled room (27°C), to avoid any variations in temperature between day and night.

B. — Weekly sorting.

The seeds are sorted each week on tables and the germinated seeds are separated from the non-germinated seeds. So as to limit damage to the seeds, they are dispatched at the « white point » stage (non-differentiated germ), when the planting material is to be supplied in « germinated » form. The germinated seeds are packed in plastic bags, placed in insulated packing cases and protected by expanded polystyrene beads.

If no transport is involved, seeds with differentiated germs are immediately transferred to the nursery and those at the « white point » stage are moistened and placed in sealed bags until the germ is differentiated.

After each sorting operation, it is often necessary to slightly moisten the non-germinated seeds again, using a small hand-sprayer, so as to maintain the matt black colour, which corresponds to an optimum moisture content for germination, and to prevent the germs from drying out. This is done with a freshly prepared aqueous suspension of Dithane M45 at 0.2 % commercial product.

The bags are then sealed.

III. — GERMINATION OF PREHEATED SEEDS

In order to simplify the work of planters or, when they do not have a germinator to break seed dormancy, planting material can be supplied in preheated seed form. Before dispatch, these seeds undergo the treatments corresponding to phase 1 described above, i.e. soaking for 7 days and heating at $38-40^\circ\text{C}$ for 80 days in the germinator.

They are placed in sealed plastic bags and sent to their final consignee in insulated packing cases marked « Live planting material — must travel in an air conditioned hold ». On receipt, it is essential that the seeds be kept in an air-conditioned store (temperature: $20-22^\circ\text{C}$, relative humidity: 60-65 %).

The grower then needs to carry out the phase 2 treatments which involve the conventional method of returning the seeds to ambient temperature: rehydration (7 days, until the required moisture content is obtained) and allowing excess moisture to dry out until the seeds are matt black.

The optimum storage period for preheated seeds (between leaving the germinator and the second soaking) is approximately 30 days, but experience has shown that they can be stored for two months without any great loss of germinating capacity if the temperature and relative humidity conditions are as defined above.

IV. — MONITORING GERMINATING SEEDS

A. — Moisture.

It is important to avoid excessive dehydration of the seeds, which lose some of their water each time they are sorted, due to gas exchanges between the seeds and the air pocket maintained in the bag. The non-germinated seeds should therefore be moistened by spraying them lightly with an aqueous preparation of Dithane M45 at 0.2 %, before they are returned to the bags. If treatment is necessary (see below), it obviously replaces this moistening operation.

B. — Physical condition.

On each weekly inspection during the heating period and during the sorting operations in phase 2, the seeds should be checked for signs of

(1) All the treatments recommended should be carried out with a freshly prepared suspension.

mould development. With healthy seeds and normal germinator conditions (temperature, moisture and the recommended fungicide treatments), no mould develops. Mould may occur when there is excess moisture during germination and it is then necessary to treat and dry out the excess moisture from the seeds involved — or when the seeds have been subjected to conditions affecting their preservation (this should be detected immediately after soaking, prior to placing the seeds in the germinator, by breaking open a few of them: the kernel is yellowish-brown to blackish and often has a gritty appearance).

The moulds are usually characterized either by greenish yellow to brown tufts around the germinative pore, or by a greyish down covering more or less the entire seed.

A preventive treatment — spraying with a freshly prepared fungicide preparation — is recommended on each sorting operation before returning the seeds to the bags. If there are any mouldy seeds, they must be removed and corrective treatment should be carried out on the rest of the batch, as follows

— prepare a suspension containing 10 g of Dithane M45 and 5 g of Benlate for 10 l of water. Immerse the seeds to be treated for 15 min, stirring the liquid and the seeds continuously, so that the fungicide does not sink to the bottom of the container,

— remove the seeds and allow excess moisture to dry out until the desired shell colour is obtained,

— return the seeds to the bag, washed beforehand with the fungicide preparation and dried.

C. — Germination management.

Generally speaking, germination progresses rapidly during the first fortnight after leaving the germinator (Fig 1). If germination gets off to a slow start or tends to fall off rapidly (case of batch 2 in figure 1), the seed moisture content should be checked immediately, to make sure

that they have not accidentally dried out (water loss through splits in the bags, insufficient soaking on leaving the germinator) and they should be remoistened. In addition, dormancy may not have been completely broken (insufficient duration and/or temperature, for example). In this case, the seeds undergo further heating at $39^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ for a fortnight, and are remoistened when they leave the germinator, so as to reach the required moisture content ($22\% \pm 0.5$ dry weight). Germination then usually continues with good results

V. — RESULTS

For seeds obtained from $D \times P$ crosses intended for commercial plantations, germination should reach at least 80%, 3 to 4 weeks after leaving the germinator for Deli \times Yangambi material and 4 to 5 weeks for Deli \times La Mè material.

If the various operations are carried out correctly, with seeds stored at least 6 months before entering the germinator, it is not rare to obtain a final germination percentage approaching 90%.

Seed requirements for a commercial plantation can therefore be estimated as follows

— percentage of seeds suitable for transfer to the prenursery (bearing in mind various losses: brown germs, germs broken during sorting or handling operations, etc.): 85% ,

— losses and culling in the prenursery (or during the first 4 months in the nursery in the case of direct sowing in a large bag): 15% ;

— losses and culling at the end of the nursery stage: 10%

i.e. for 143 plants/ha: $143 \times 1/0.85 \times 1/0.85 \times 1/0.9 = 220$ seeds to be placed in the germinator for a one hectare planting.

F. CORRADO and W. WUIDART

Germinación de las semillas de palma africana (*E. guineensis*) en bolsas de polietileno. Método por « calor seco »

I. — PRINCIPIOS DEL METODO

La germinación de las semillas de palma africana se lleva a cabo dentro de dos fases principales:

1ª fase.

Despierto de vida latente de las semillas por calefacción en humedad reducida: el contenido de humedad sobre peso fresco de almendra es de un 17 a un 19%; este porcentaje de hidratación de las semillas proporciona el despierto de la vida latente sin provocar el crecimiento del embrión, y no tendría que producirse ninguna germinación durante este período.

2ª fase.

Desarrollo de los embriones, o sea germinación propiamente dicha, mediante la puesta a la temperatura ambiente de las semillas fuertemente rehidratadas: el contenido de humedad sobre peso fresco de almendra es de un 23 a un 25%, siendo este valor óptimo para el crecimiento del embrión.

El contenido de humedad sobre peso fresco de almendra en una otra fase se establece del modo siguiente:

— tomése una muestra de 20 semillas, romperlas y recoger las almendras; triturarlas grosera y rápidamente para evitar las pérdidas de humedad;

— colóquese los pedazos de almendra en una caja destarada, y pesarlos en seguida (peso a1); séquese en estufa a 105° hasta obtener un peso constante (peso a2).

El contenido de humedad se obtiene por la fórmula siguiente:

$$H(\text{almendra}) = \frac{a1 - a2}{a1} \%$$

Por producirse intercambios de agua durante la germinación entre la cáscara y la almendra, algunos técnicos prefieren establecer el contenido de humedad sobre « peso seco de la semilla entera ».

En tal caso las 20 semillas trituradas de la muestra, se disponen en una caja destarada colocando juntos los fragmentos de cáscaras y almendras, se pesan (a1) y se secan hasta llegar a un peso constante (a2). El contenido de humedad sobre « peso seco de semillas enteras » se saca de la siguiente fórmula:

$$H(\text{semilla seca}) = \frac{a1 - a2}{a2} \%$$

Este método permite evaluar la cantidad de agua a agregarse (E) para que el lote de semillas pase de una humedad inicial H1 al grado de humedad deseada H2, según la siguiente fórmula

$$E = \text{Peso seco} \times (H2 - H1)$$

	Humedad sobre	
	Peso fresco de almendra	Peso seco de la semilla entera
1ª fase (puesta en germinador, calefacción)	17-19	$18 \pm 0,5$
2ª fase (remojo, temperatura ambiente)	23-25	$22 \pm 0,5$

o también « Peso P » que una muestra de semillas debe alcanzar con una humedad « H » :

$$P = \text{Peso seco} \times (1 + H).$$

La aplicación del método sobre « semillas enteras » implica desde luego la elección de criterios de humedad distintos de los que se escogen con el método « sobre peso fresco de la almendra sola ».

Los contenidos de humedad que proporcionan una buena germinación de las semillas destinadas a las plantaciones industriales (material Dura × Pisifera) pueden resumirse así :

N.B. : Por ser la cáscara menos espesa, la humedad sobre peso seco de la semilla entera es más alta en las semillas Tenera que a los centros de investigaciones les toca hacer germinar, con un 20 % ± 0,5 (por la primera fase), y un 26 % ± 0,5 (por la segunda fase).

II. — DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE GERMINACIÓN

1ª fase :

A. — Remojo y secamiento de las semillas.

1) Remojo de las semillas a la sombra durante 7 días en agua a la temperatura ambiente (± 25 °C), renovándola cada día. Estas normas valen para semillas conservadas en almacenes climatizados, y que entonces presentan una humedad sobre peso fresco de un 7 a un 10 %. Un exceso de humedad de las semillas no es nocivo de por sí, pero puede hacer que las semillas empiecen a germinar durante el período de calefacción. Al final del remojo, las semillas se colocan durante 5 minutos en un preparado fungicida (1) (5 g de Benlate, 10 g de Dithane M45 en 10 l de agua, agitado constantemente).

2) Secamiento hasta que las semillas alcancen una humedad de unos 19 % sobre peso fresco de almendra, de tal modo que con las pérdidas que ocurran durante la calefacción el contenido sea del 17 % por lo menos al final de la primera fase.

Las semillas se extienden sobre bolsas de yute, en capa delgada, bajo cubierta, removiéndose a menudo ; el tiempo de secamiento depende de las condiciones del entorno (temperatura, cubierta más o menos ventilada, humedad del aire, etc.), siendo de 2 a 6 horas por término medio. Por lo general basta con verificar que las semillas tomaron una coloración gris oscuro mate y que no queda agua libre entre la cáscara y la almendra (para verificarlo se romperá algunas nueces). En caso de duda, siempre es posible establecer la humedad siguiendo el método arriba indicado para verificar el estado de las semillas. Más sencillamente se puede pesar una muestra para verificar que su peso corresponde al grado correcto de humedad : de hecho, considerándose un peso seco de la muestra PS y una humedad a alcanzarse H, el peso final de las semillas PG debe ser igual a : $PG = PS \times (1 + H)$

Se necesita alcanzar el grado de humedad recomendado para no iniciar la germinación durante la calefacción, lo cual resultaría en escalar mucho los trasplantes al presemillero, de ser la humedad excesiva, o por el contrario, perjudicaría el resultado, de ser la humedad insuficiente.

Por otra parte no hay que olvidar que el tiempo de secado puede ser muy distinto según el tipo de cruzamiento, por la variación del tamaño de la semilla y del espesor de la cáscara.

B. — Embolsamiento.

Se utilizan bolsas de polietileno transparente, de 20/100 mm de espesor, 50 cm de ancho y 65 cm de alto. Según el tamaño de las semillas caben de 1 000 a 1 500 semillas por bolsa.

Las bolsas se cierran herméticamente plegándose de acordeón, doblándose estos plegados y sujetándolos con cauchos, procurando reservar en lo alto de la bolsa un volumen de aire suficiente y que permita los intercambios gaseosos de las semillas ; por lo general basta con un volumen de aire igual al volumen que ocupan las semillas.

A fin de poder controlar la evolución de la humedad de las semillas durante las diferentes fases, es importante utilizar bolsas en perfecto estado, preferentemente nuevas, sin el mejor desgarrón o raja, y se recomienda forrarlas, por lo menos durante el período de calefacción. Si las bolsas ya han servido, se las tratará con un caldo fungicida de acuerdo a lo arriba indicado.

Cada bolsa ha de incluir semillas del mismo tipo de cruzamiento (categoría y subcategoría C : Deli × La Mé, categoría y subcategoría D : Deli × Yangambi) y cuya duración de almacenamiento sea comparable.

(1) En todos los tratamientos recomendados se usará una suspensión recientemente preparada

C. — Calefacción en germinador.

Las bolsas cerradas herméticamente se disponen en anaqueles de alambrado que proporcionan una circulación de aire caliente perfecta. Sus dimensiones son : 50 a 60 cm de ancho, y longitud variable con el tamaño del germinador (para más aclaraciones sobre el mismo, cabe referirse a las Hojas de Prácticas Agrícolas n° 176).

La duración de la calefacción en el germinador, donde se mantiene una temperatura de 39 °C ± 1°, es de 80 días para todos los tipos de cruzamientos.

Las bolsas se sacan del germinador cada semana para examinarlas (humedad, aspecto sanitario, etc.). No es necesario abrirlas, excepto si se debe modificar la humedad de las semillas.

Es normal que un vaho se forme en las paredes de las bolsas en el germinador, pero debe evitarse un exceso de agua de condensación que mostraría que las semillas están con más de un 21 % de humedad sobre peso fresco de almendra, y que por lo tanto amenazan germinar antes del final del período de calefacción. En tal caso, hay que enjugar el interior de la bolsa, y si las semillas son brillantes se debe secarlas hasta que tomen un color gris oscuro mate.

Normalmente no se necesita ninguna rehidratación durante el período de calefacción, salvo a principios de éste, debido a la pérdida de humedad necesaria para saturar el aire contenido en la bolsa. A pesar de no ser necesario ningún control por lo general, se aconseja verificar el contenido de humedad a los 40 a 60 días de calefacción, para verificar que ésta se mantiene en un 17 a un 19 % sobre peso seco de la semilla entera. Si es menor, se debe humedecer las semillas pulverizando una suspensión acuosa de Dithane M45 al 0,2 % de producto comercial. Más adelante, estas partidas se controlarán con cuidado cada semana en el momento de sacarlas del germinador. El contenido de humedad puede verificarse pesándolas (véase § I).

En el caso de aparecer mohos durante la calefacción en unas determinadas bolsas, sus semillas se remojarán durante 5 minutos en un preparado con 5 g de Benlate y 10 g de Dithane M45 para 10 l de agua, después de lo cual estas semillas se secarán rápidamente hasta obtenerse un color gris oscuro mate, y se pondrán en una bolsa nueva.

2ª fase :

A. — Puesta a la temperatura ambiente.

A la salida del germinador se rehidrata las semillas a la sombra, remojándolas durante cinco días en agua a la temperatura ambiente, que será renovada cada día.

Luego las semillas se someten a un tratamiento fitosanitario preventivo (inmersión durante 5 mn en una suspensión de Benlate (5 g) y Dithane M45 (10 g) en 10 l de agua, removiéndose constantemente).

La duración del secamiento es variable según las condiciones del momento : temperatura e higrometría del aire, ventilación, etc. El secamiento está terminado cuando la coloración de las semillas pasa del negro brillante al negro mate. Entonces su humedad debe estar comprendida entre un 23 y un 25 % sobre peso fresco de almendra.

Las semillas se colocan de nuevo en bolsas cerradas herméticamente y que contienen un volumen de aire por lo menos igual al que ocupan las semillas en anaqueles de alambrado, a la temperatura ambiente (25-27 °C) y a la sombra. En unas determinadas regiones o épocas puede ser necesario realizar esta operación en un cuarto de temperatura controlada (27 °C), para evitar las variaciones de temperaturas entre el día y la noche.

B. — Selecciones semanales.

Se procede a una selección semanal, separando las semillas germinadas de las semillas no germinadas sobre unas mesas. Para limitar cualquiera lesión del germen, las remesas de material bajo la forma de semillas « germinadas » se efectúan en el estado de « punto blanco » (germen sin diferenciar). Cuando la entrega de material vegetal está prevista bajo la forma de semillas germinadas, éstas se acondicionan en bolsas de plástico colocadas en cajas isotérmicas, con granulados de poliestireno expandido.

Si no hay ningún transporte que planear, las semillas de germen diferenciado se trasplantarán inmediatamente a presemillero, y las de estado « punto blanco » se humedecerán y colocarán en bolsas de cierre hermético hasta que el germen llegue a diferenciarse.

En cada selección se necesita a menudo humedecer nueva y ligeramente las semillas sin germinar, usando un pequeño atomizador manual, para mantener la coloración negro mate que corresponde a la humedad óptima para la germinación, evitándose que los

gérmenes se sequen ; para eso se usa una solución acuosa recientemente preparada de Dithane M45 al 0,2 % de producto comercial. Luego las bolsas se cierran herméticamente.

III. — GERMINACION DE LAS SEMILLAS PRECALENTADAS

Con el fin de simplificar el trabajo del cultivador, o cuando éste no tiene germinador para romper la latencia de las semillas, el material vegetal puede enviarse bajo la forma de semillas precalentadas. Dichas semillas experimentaron antes de la remesa los tratamientos que corresponden a la 1ª fase antes descrita, o sea un remojo durante 7 días y una calefacción en germinador durante 80 días a 38-40 °C.

Se colocan en bolsas de plástico cerradas herméticamente, remitiéndose al destinatario final en cajas isotérmicas que llevan escrita la mención de « Material vegetal vivo, debe viajar en una bodega climatizada ». Después de recibirse las semillas, se conservarán con carácter imprescindible en un local climatizado, a la temperatura de 20-22 °C, y con higrometría de un 60 a un 65 %.

Entonces deberá el palmero efectuar los tratamientos de la segunda fase que corresponden a la puesta a la temperatura ambiente del método clásico . rehidratación durante 7 días, hasta alcanzarse el grado deseado de humedad, y secamiento hasta obtener la coloración negro mate.

La duración óptima de conservación de las semillas precalentadas (desde la salida del germinador hasta el segundo remojo) es de unos 30 días, pero se sabe por experiencia que de almacenarse en unas condiciones de temperatura y humedad antes citada, pueden conservarse durante dos meses sin pérdida notable de poder germinativo.

IV. — SEGUIMIENTO DE LAS SEMILLAS DURANTE LA GERMINACION

A. — Humedad.

Hacemos hincapié en la necesidad de evitar una deshidratación excesiva de las semillas que en cada selección y por los intercambios de gases entre la semilla y la bolsa de aire mantenida en la funda pierden una parte de su agua. O sea que las semillas sin germinar se volverán a humedecer antes de introducirse en las fundas mediante una leve pulverización de un preparado acuoso de Dithane M45 al 0,2 %. Dentro del caso de que se necesite realizar un tratamiento (véase a continuación), por supuesto éste sustituirá a este humedecimiento.

B. — Estado de sanidad.

En cada control fitosanitario semanal durante la calefacción, y en las selecciones realizadas en la segunda fase, conviene vigilar la aparición de mohos en las semillas. Los mohos no aparecen en semillas sanas y en germinadores correctamente manejados (temperatura, humedad y aplicación de los tratamientos fungicidas recomendados), sino que pueden desarrollarse en condiciones de humedad excesiva durante la germinación, en cuyo caso las respectivas semillas han de tratarse y luego secarse, o cuando las semillas se sometieron a condiciones que perjudican su conservación (se tendría que advertirlo inmediatamente después del remojo que precede a la puesta en germinador, rompiendo algunas semillas : la almendra tiene entonces una coloración amarillo-pardo a negruzca y un aspecto a menudo grumoso).

Estos mohos muestran las más veces ya sea matas amarillorrosas que se vuelven pardas al nivel del poro germinativo, o unas matas con aspecto de fieltro y de color grisáceo que cubren más o menos la semilla.

Como medida de prevención, se aconseja pulverizar en cada selección una suspensión fungicida recientemente preparada, después de lo cual las semillas se colocarán en sus bolsas (véase § II A). Cuando se encuentran semillas enmohecidas, se las eliminará y se tratará el resto del lote del modo siguiente :

— prepárese una suspensión con 10 g de Dithane M45 y 5 g de Benlate para 10 l de agua. Sumérjense las semillas a tratar durante 15 mn, removiendo el líquido y las semillas continuamente para que el fungicida no se asiente en el fondo del recipiente ;

— sáquense las semillas, secándolas hasta que el color deseado aparezca en la cáscara ;

— pónganse nuevamente las semillas en la bolsa seca, previo lavado de ésta con un preparado fungicida

C. — Realización de la germinación.

La germinación suele avanzar rápidamente en los 15 días que se siguen a la salida del germinador (Fig. 1) ; cuando se inicia lentamente o cuando la velocidad de germinación tiende a disminuir rápidamente (caso de la partida n° 2 de la fig. 1), el contenido de humedad de las semillas deberá verificarse inmediatamente, para asegurarse de que no se han secado por accidente (pérdidas de agua por haberse roto las bolsas, remojo insuficiente a la salida del germinador), y se volverá a humedecerlas. También puede ser que la vida latente no haya sido perfectamente despertada (duración y/o temperatura insuficiente, por ejemplo). Entonces se debe seguir calentando las semillas a 39 °C \pm 1 °C durante 15 días, volviéndose a humedecerlas después de haberlas sacado del germinador para que alcancen el contenido correcto (22 % \pm 0,5 % sobre peso seco). La germinación se prosigue por lo general, dando resultados normales.

V. — RESULTADOS

Cuando se trata de semillas procedentes de cruzamientos D \times P destinadas a las plantaciones industriales, la germinación ha de ser de un 80 % por lo menos a las 3 a 4 semanas después de la salida del germinador para las Deli \times Yangambi, y a las 4 a 5 semanas después para las Deli \times La Mé.

De realizarse correctamente las diversas operaciones con semillas que llevan por lo menos 6 meses en la bodega antes de colocarse en germinador, se tiene bastantes posibilidades de lograr un porcentaje final de germinación próximo al 90 %.

Las necesidades de semillas para una plantación industrial pueden evaluarse así :

— porcentaje de semillas buenas para trasplantar : 85 % (considerándose las pérdidas varias : gérmenes pardos, gérmenes rotos en la selección y las manipulaciones, etc.) ;

— pérdidas y selección en el presemillero : 15 % (o en los primeros 4 meses de semillero, en el caso de una siembra directa en bolsa grande) ;

— pérdidas y selección al final del semillero : 10 %
o sea para 143 plantones/ha : $143 \times 1/0,85 \times 1/0,85 \times 1/0,9 = 220$ semillas a colocarse en germinador, para una hectárea de plantación.

F CORRADO y W. WUIDART