



FORMULATION DES CONSORTIA MICROBIENS ET DÉMONSTRATION DE LA FORMULATION D'INOCULANT

Dr. Ismahen Lalaymia
Mr. François Ferrais

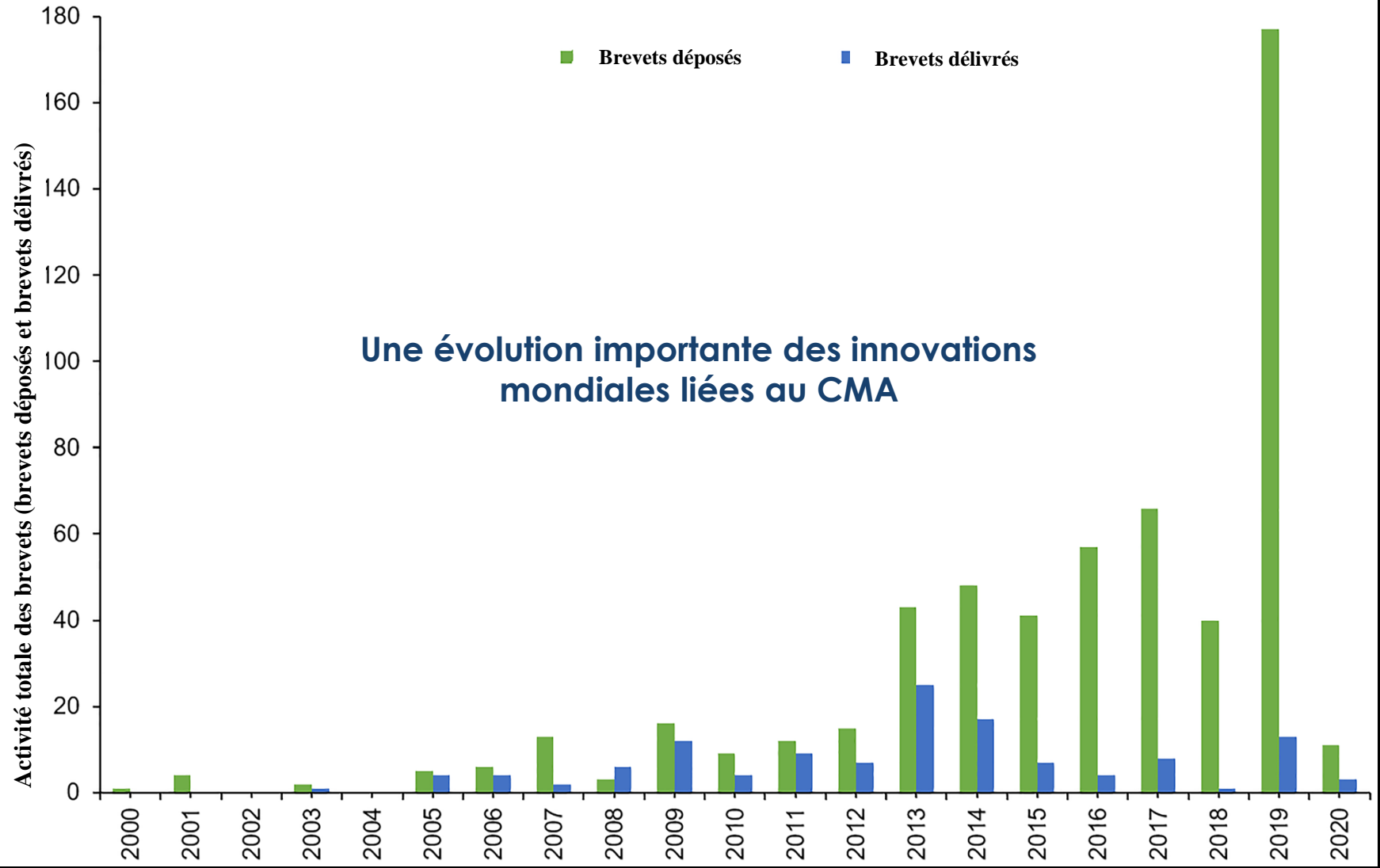
« FORMULATION » fait référence au processus de laboratoire ou industriel d'unification de l'agent microbien ou d'un consortium microbien avec un matériel support.

« INOCULANT » fait référence au produit final de formulation contenant un support et un agent microbien ou d'un consortium microbien.

La biotechnologie des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)

**La biotechnologie mycorhizienne est devenue
un élément majeur de l'agriculture durable,
de la bioremédiation des terres
et des activités connexes**

La biotechnologie des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)

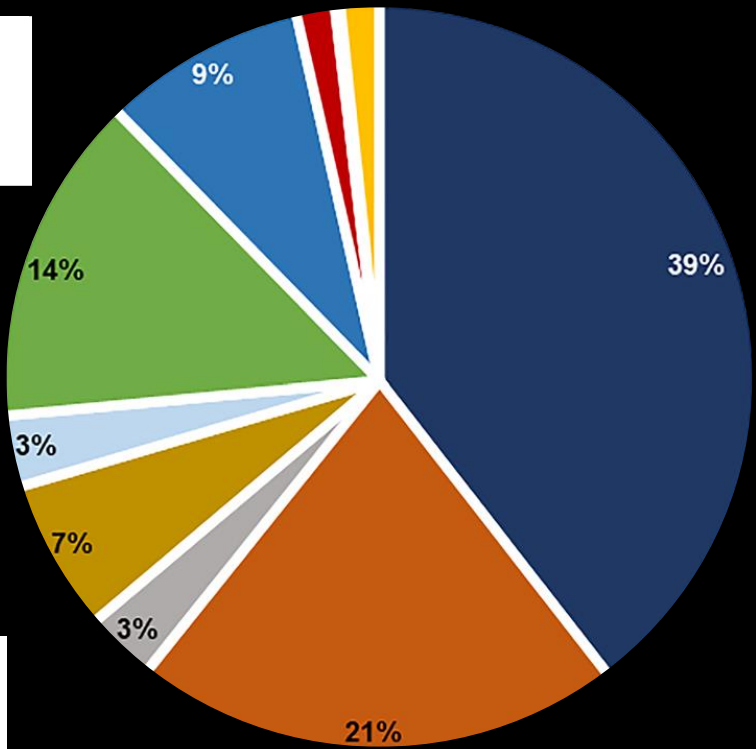


Nombre de brevets déposés et délivrés et de 2000 à avril 2020 liés aux CMA.
(Blanca Rojas-Sánchez et al, 2022)

La biotechnologie des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)

- Propriété de fertilisation
- Application
- Amélioration de la formation
- Dispositif d'innovation

40%



- Identification et détection
- Production et méthodologie
- Formulations
- Transgéniques des CMA
- Composés issus des CMA

Pourcentage de technologies impliquant les champignons mycorhiziens à arbuscules dans les brevets délivré entre 2000 et 2020.

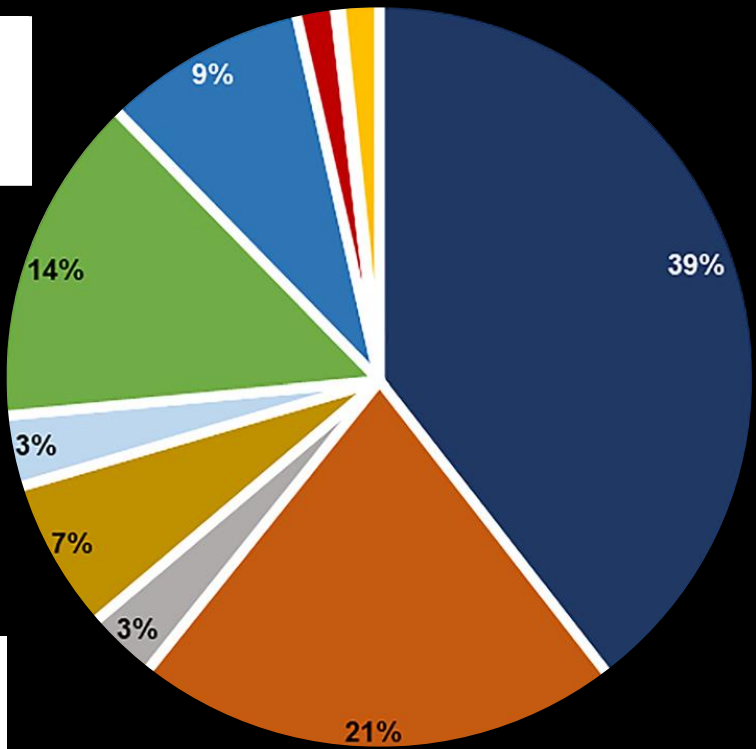
(Blanca Rojas-Sánchez et al, 2022)

La biotechnologie des champignons mycorhiziens à arbuscules (CMA)

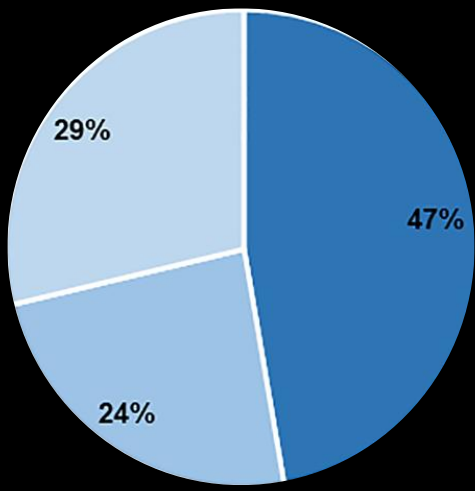
- Propriété de fertilisation
- Application
- Amélioration de la formation
- Dispositif d'innovation

- Identification et détection
- Production et méthodologie
- Formulations
- Transgéniques des CMA
- Composés issus des CMA

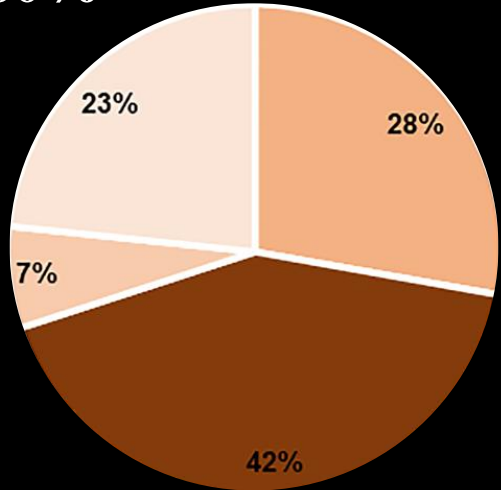
40%



60%

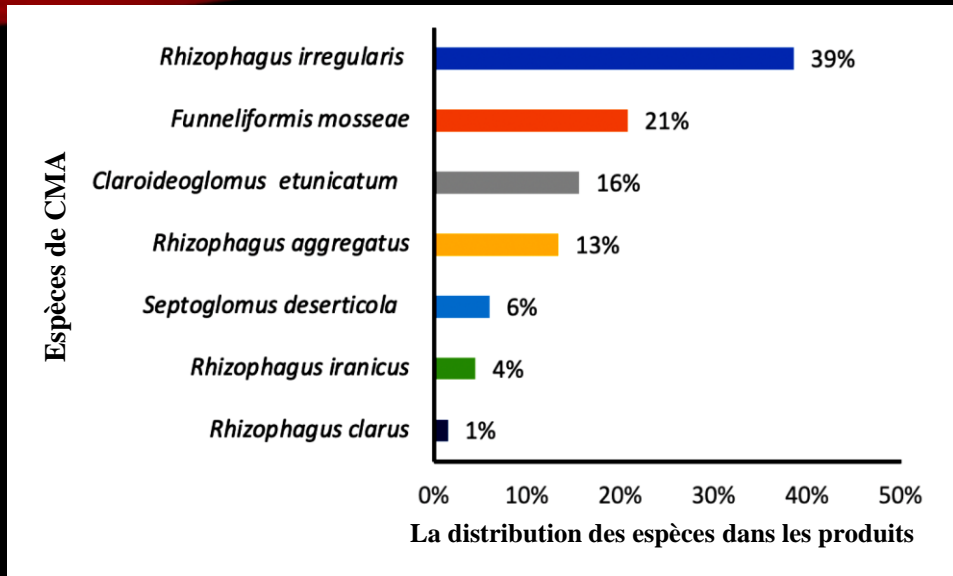


- Biofertilisant de plantes
- Biofertilisant organique
- Biofertilisant composite



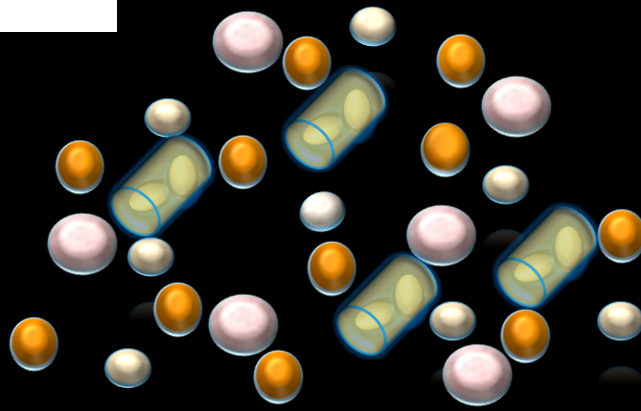
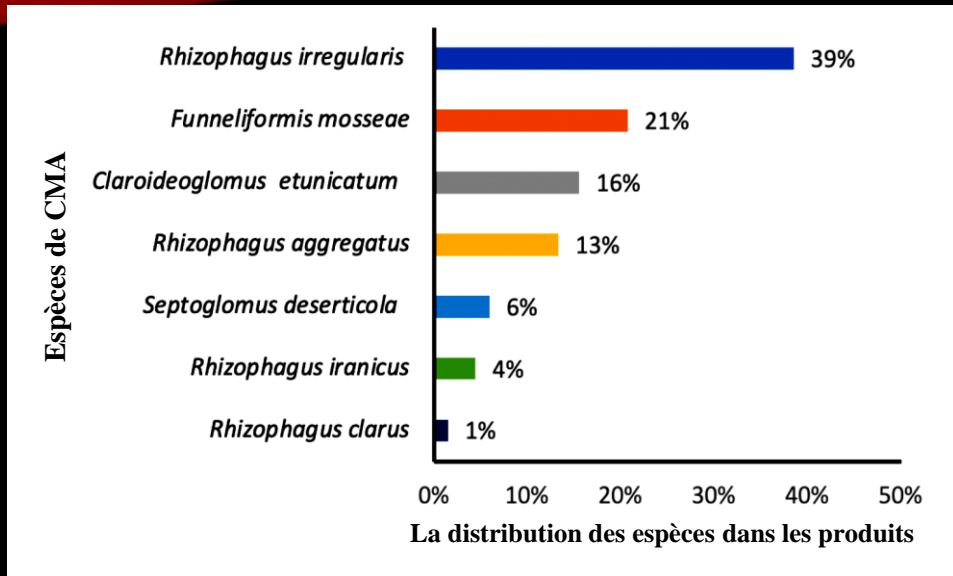
- Restauration des terres
- Bioremédiation
- Gestion des stress abiotique
- Gestion des stress biotique

Les formulations des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)



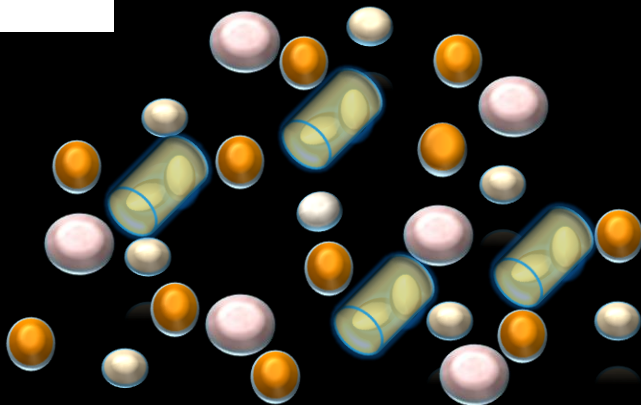
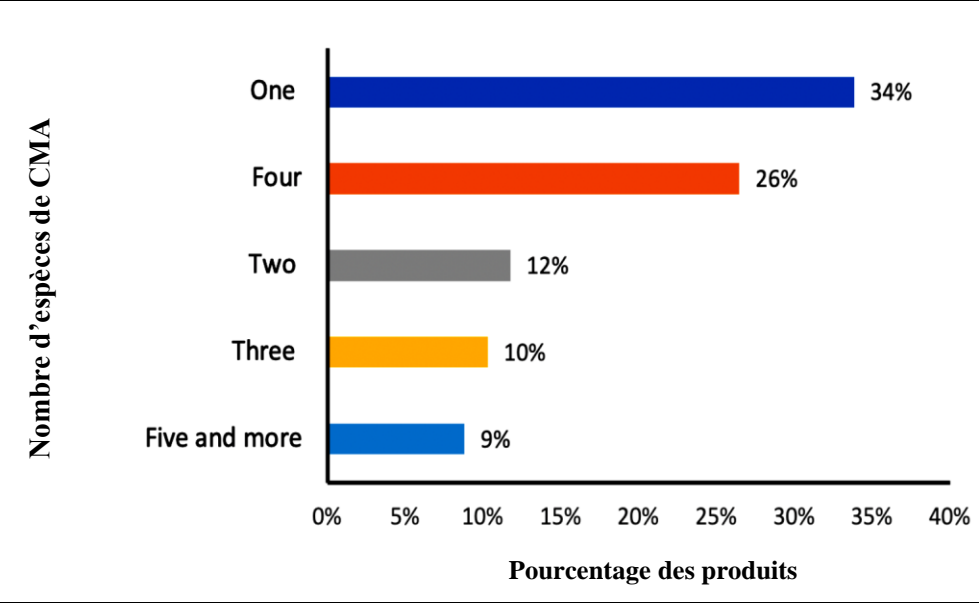
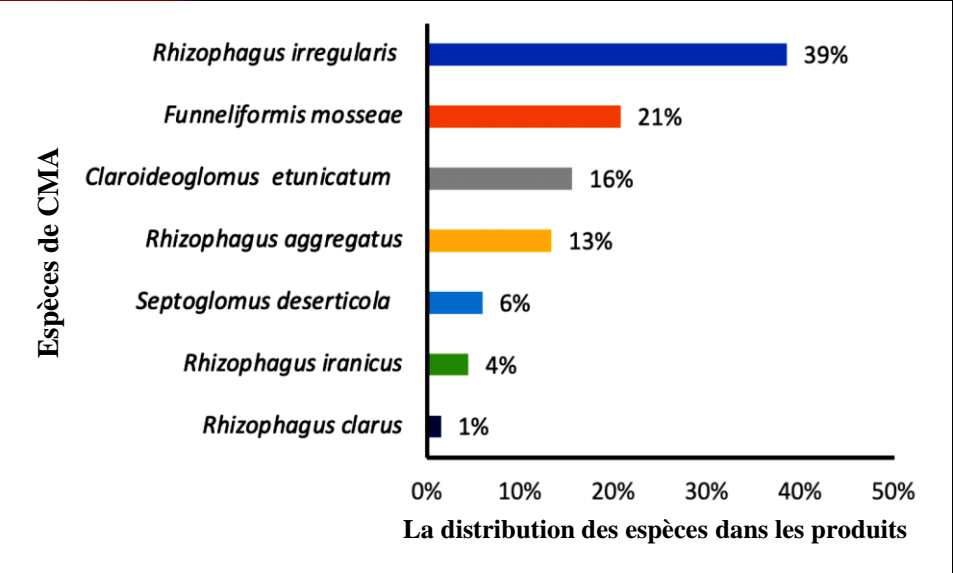
Répartition de l'inoculum de CMA par composition d'espèce et nombre d'espèces par produits.
(Basiru et al. 2021)

Les formulations des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)



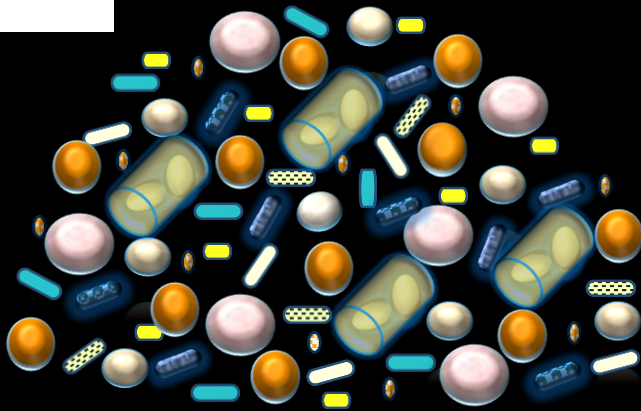
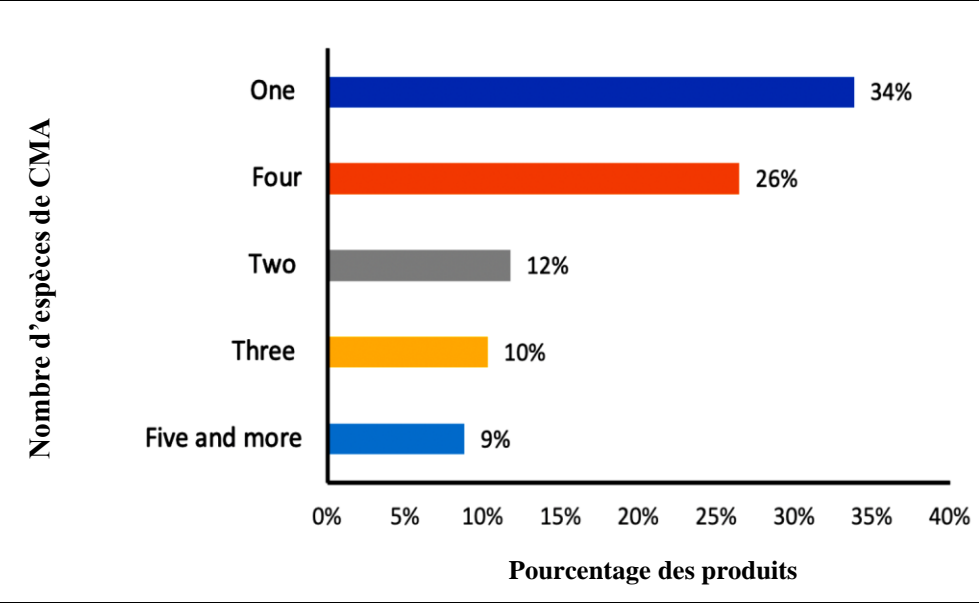
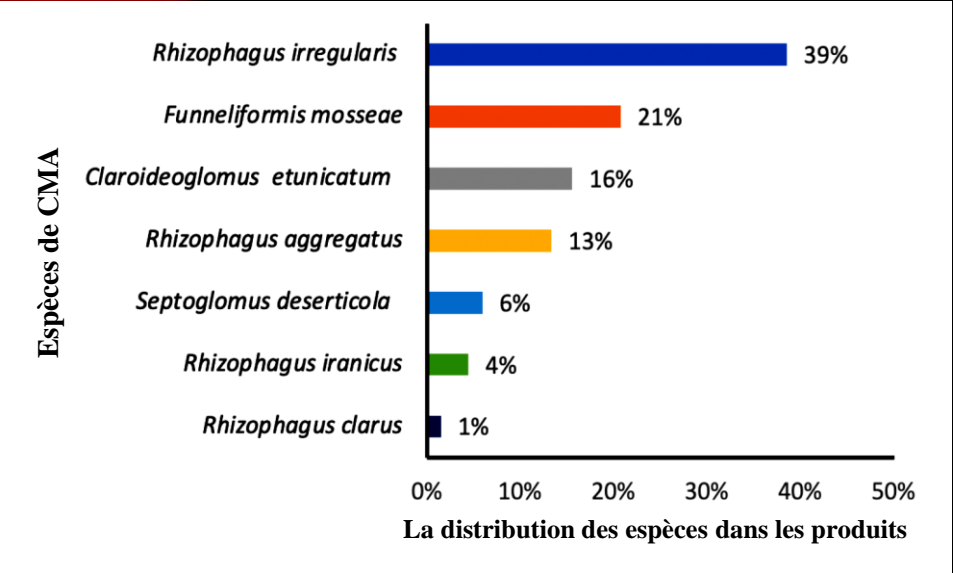
Répartition de l'inoculum de CMA par composition d'espèce et nombre d'espèces par produits.
(Basiru et al. 2021)

Les formulations des champignons mycorhizien à arbuscules (CMA)



Répartition de l'inoculum de CMA par composition d' espèce et nombre d'espèces par produits.
(Basiru et al. 2021)

Les formulations des CMA



CMA + d'autres ingrédients actifs

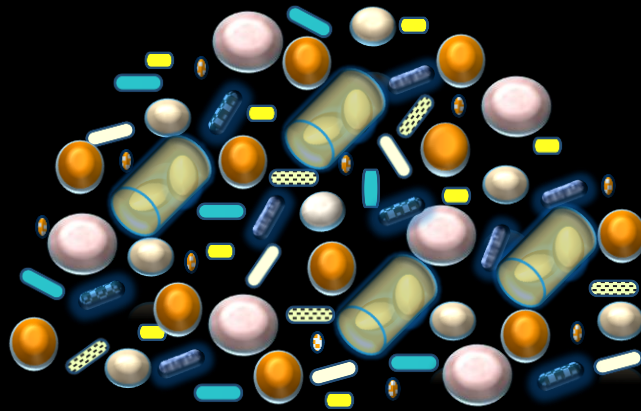
Répartition de l'inoculum de CMA par composition d'espèce et nombre d'espèces par produits.
(Basiru et al. 2021)

Les formulations des CMA



Sélection de souches

- Meilleures souches de CMA
- Absence de pathogènes de plantes et d'autres contaminants
- Compétitives et efficaces /populations indigènes du sol
- Compatibles entre elles
- Compatibles avec les caractéristiques et les pratiques du sol
- Compatible en consortium (*Bacillus licheniformis*,
Pseudomonas fluorescens, *Trichoderma harzianum*)

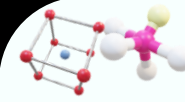


Les formulations des CMA



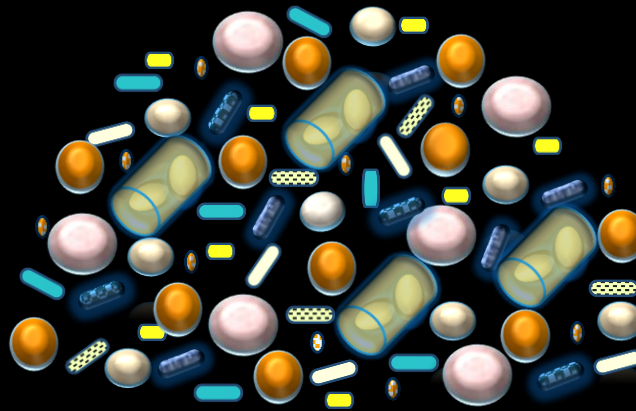
Sélection de souches

- Meilleures souches de CMA
- Absence de pathogènes de plantes et d'autres contaminants
- Compétitives et efficaces /populations indigènes du sol
- Compatibles entre elles
- Compatibles avec les caractéristiques et les pratiques du sol
- Compatible en consortium (*Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*)



Matériaux supports

- Support abiotique (solide, liquide ou gel)
- Compatibles avec le développement des CMA
- Capacité de libération rapide et contrôlée des CMA, bonne rétention d'eau et échange gazeux.....
- Manipulation facile et applicable à la machinerie agricole
- Biodégradables, non toxiques, non polluants
- Stabilité au stockage (4 °C à 30 °C)

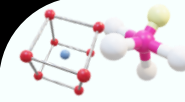


Les formulations des CMA



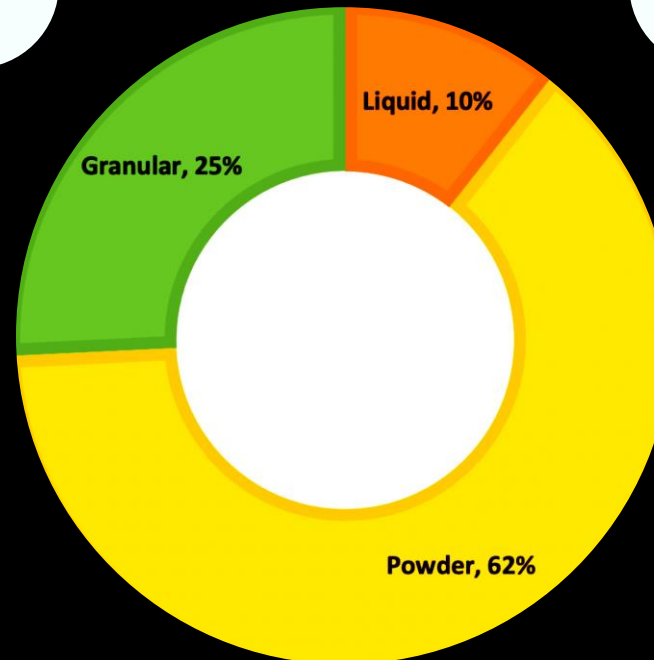
Sélection de souches

- Meilleures souches de CMA
- Absence de pathogènes de plantes et d'autres contaminants
- Compétitives et efficaces /populations indigènes du sol
- Compatibles entre elles
- Compatibles avec les caractéristiques et les pratiques du sol
- Compatible en consortium (*Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum*)



Matériaux supports

- Support abiotique (solide, liquide ou gel)
- Compatibles avec le développement des CMA
- Capacité de libération rapide et contrôlée des CMA, bonne rétention d'eau et échange gazeux.....
- Manipulation facile et applicable à la machinerie agricole
- Biodégradables, non toxiques, non polluants
- Stabilité au stockage (4 °C à 30 °C)



- Inoculant liquide (10%)
- Inoculant granulaire (25%)
- Inoculant poudreux (62%)

Formes d'inoculants de CMA commercialisés
(Basiru et al. 2021)

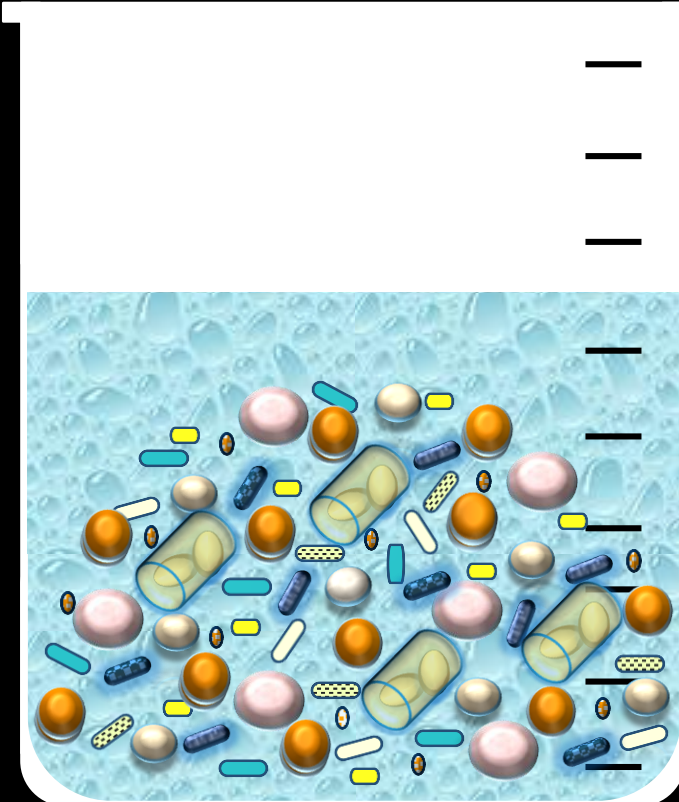
Les formulations des CMA

Composition

- Emulsion ou suspension
- Support: principalement d'eau, d'huiles minérales ou organiques et aussi des solvants
- Agent tensioactifs, dispersants, de viscosité...
- Additifs: Nutriment, protectants cellulaires...

Inoculants commercialisés

1- Inoculant liquide



Les formulations des CMA

Composition

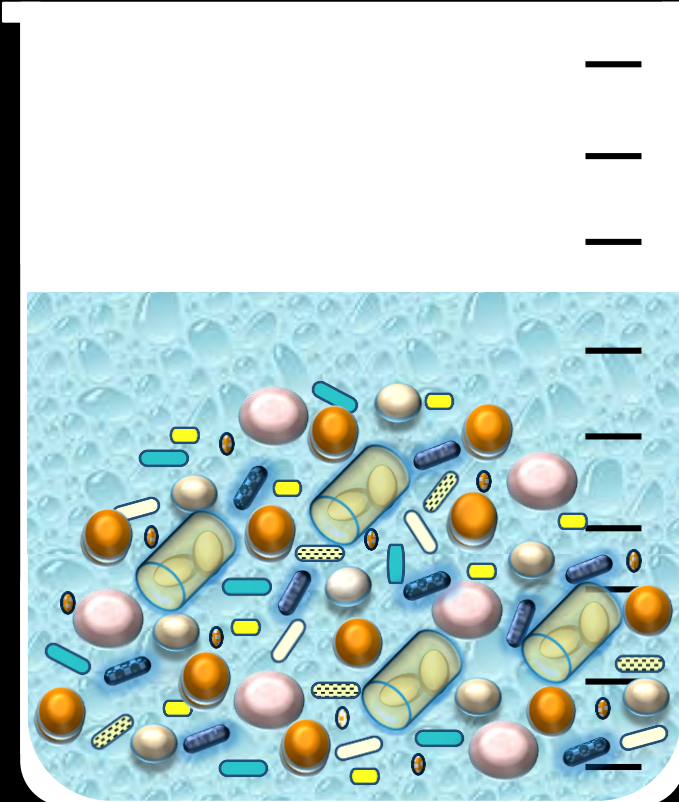
- Emulsion ou suspension
- Support: principalement d'eau, d'huiles minérales ou organiques et aussi des solvants
- Agent tensioactifs, dispersants, de viscosité...
- Additifs: Nutriments, protectants cellulaires...

Avantages

- Peu coûteuses à la fabrication
- Concentration élevée d'agent microbien
- Quantité suffisante de nutriments et d'agent de protection et de stimulation
- Facilité d'utilisation et adapté aux systèmes d'irrigation

Inoculants commercialisés

1- Inoculant liquide



Les formulations des CMA

Inoculants commercialisés

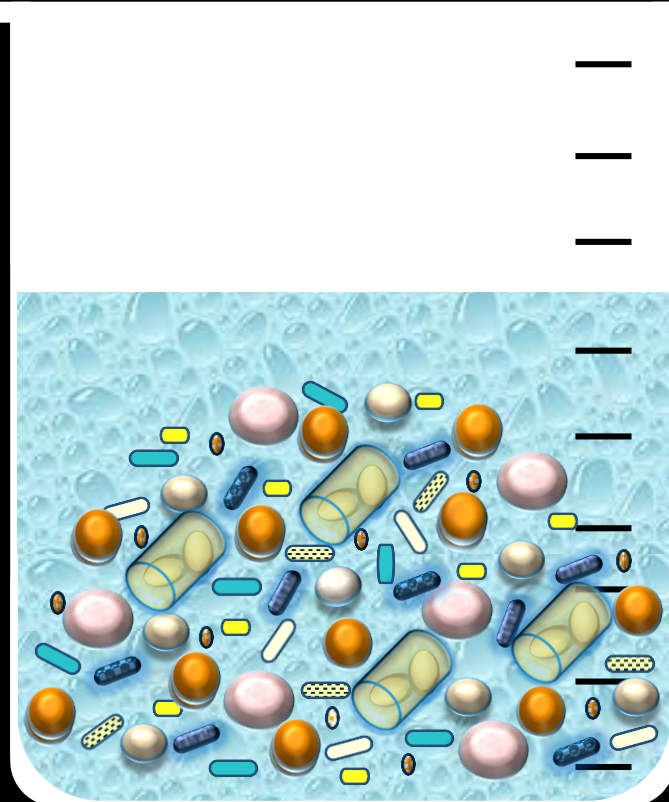
Composition

- Emulsion ou suspension
- Support: principalement d'eau, d'huiles minérales ou organiques et aussi des solvants
- Agent tensioactifs, dispersants, de viscosité...
- Additifs: Nutriments, protectants cellulaires...

Avantages

- Peu coûteuses à la fabrication
- Concentration élevée d'agent microbien
- Quantité suffisante de nutriments et d'agent de protection et de stimulation
- Facilité d'utilisation et adapté aux systèmes d'irrigation

1- Inoculant liquide



Inconvénients

- Limité aux espèces produites en masse *in vitro*
- Durée de conservation limitée
- Conservation à faible température
- Coûts accrus liés au stockage (T°)
- Application pas adapté aux grandes cultures

Inoculants commercialisés

Composition

- Mélange de l'agent microbien avec un support solide (adsorption)
- Support: vermiculite, perlite, Kaolin, la terre de diatomées, argile, tourbe... (~0,25mm)
- Agents de liaison et d'adhérence...
- Additifs: stabilisant, nutriments...

2- Inoculant poudreux



Les formulations des CMA

Inoculants commercialisés

Composition

- Mélange de l'agent microbien avec un support solide (adsorption)
- Support: vermiculite, perlite, Kaolin, la terre de diatomées, argile, tourbe... (~0,25mm)
- Agents de liaison et d'adhérence...
- Additifs: stabilisant, nutriments...

Avantages

- Spectre large d'espèces
- Concentration élevée d'agent microbien
- Stockage (4 - 30°C)
- Application directe au sol, saupoudré, enrobé aux graines ou par irrigation (suspension dans l'eau)

2- Inoculant poudreux



Les formulations des CMA

Inoculants commercialisés

Composition

- Mélange de l'agent microbien avec un support solide (adsorption)
- Support: vermiculite, perlite, Kaolin, la terre de diatomées, argile, tourbe... (~0,25mm)
- Agents de liaison et d'adhérence...
- Additifs: stabilisant, nutriments...

Avantages

- Spectre large d'espèces
- Concentration élevée d'agent microbien
- Stockage (4 - 30°C)
- Application directe au sol, saupoudré, enrobé aux graines ou par irrigation (suspension dans l'eau)

2- Inoculant poudreux



Inconvénients

- Adapté aux agents microbiens résistants à la déshydratation
- Durée de conservation limitée
- Application poussiéreuse et pas ciblé

Composition

- Granules enrobés ou imprégnés de l'agent microbien (adsorption, floculation, encapsulation ...)
- Support: tourbe, argile calcinée, alginate, ... (0,5 - 2mm)
- Agent adhésif
- Additifs: protecteurs cellulaires, nutriments

Inoculants commercialisés

3- Inoculant granulaire



Les formulations des CMA

Composition

- Granules enrobés ou imprégnés de l'agent microbien (adsorption, floculation, encapsulation ...)
- Support: tourbe, argile calcinée, alginat, ... (0,5 - 2mm)
- Agent adhésif
- Additifs: protecteurs cellulaires, nutriments

Avantages

- Appliqué à un large spectre d'agents microbiens
- Stockage (4 - 30°C)
- Facilité d'utilisation
- Application directe aux sillons avec les graines

Inoculants commercialisés

3- Inoculant granulaire



Les formulations des CMA

Inoculants commercialisés

Composition

- Granules enrobés ou imprégnés de l'agent microbien (adsorption, floculation, encapsulation ...)
- Support: tourbe, argile calcinée, alginat, ... (0,5 - 2mm)
- Agent adhésif
- Additifs: protecteurs cellulaires, nutriments

Avantages

- Appliqué à un large spectre d'agents microbiens
- Stockage (4 - 30°C)
- Facilité d'utilisation
- Application directe aux sillons avec les graines

3- Inoculant granulaire



Inconvénients

- Coûts de transport et de stockage élevés (plus volumineux)

Les formulations des CMA

Composition

- Granules enrobés ou imprégnés de l'agent microbien (adsorption, floculation, encapsulation ...)
- Support: tourbe, argile calcinée, alginate, ... (0,5 - 2mm)
- Agent adhésif
- Additifs: protectants cellulaires

Avantages

- Appliqué à un large spectre d'agents microbiens
- Stockage (4 - 30°C)
- Facilité d'utilisation
- Application directe aux sillons avec les graines

Inoculants commercialisés

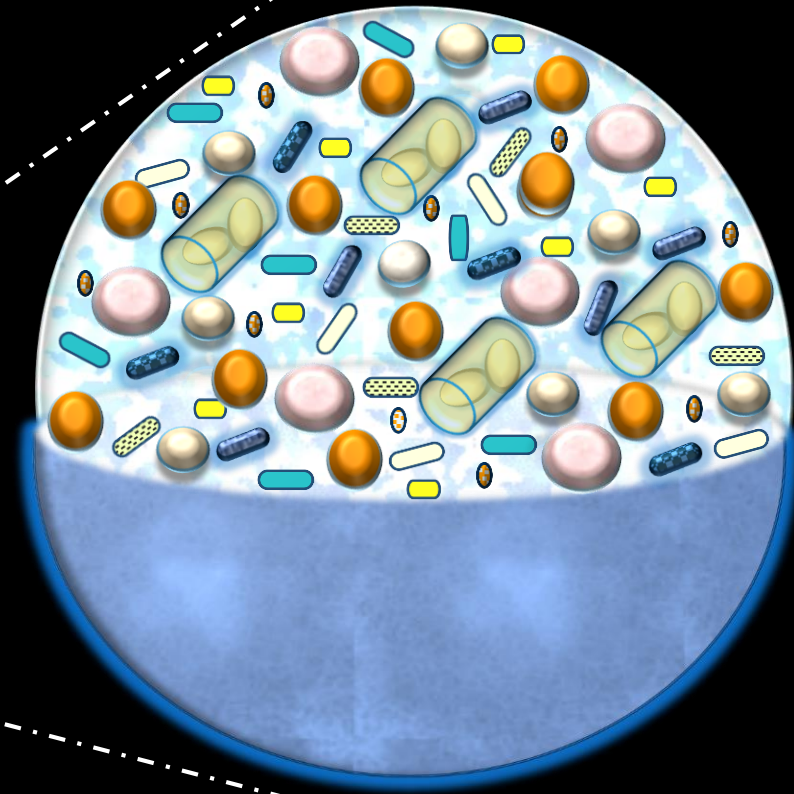
3- Inoculant granulaire



Inoculants commercialisés

- L'agent microbien/le CMA/ le consortia est mélangé avec du polymère (Alginate) et soumis à une solidification chimique (CaCl_2).
- Des billes uniformes emprisonnant l'agent microbien/le CMA/ le consortia sont formées
- Ces billes sont séchées avant le stockage
- Ces billes dès l'applications sont dégradées par les micro-organismes du sol et libèrent l'agent microbien/le CMA/ le consortia dans le sol.

3- Inoculant granulaire « Encapsulation en billes d'Alginate »

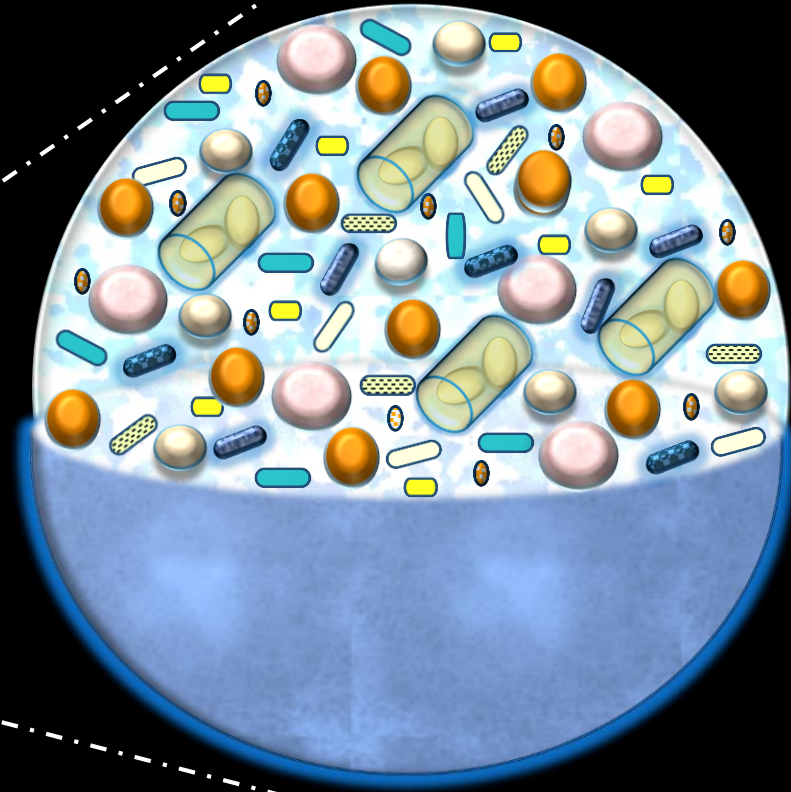


Inoculants commercialisés

Avantages

- Facilité de production
- Non toxicité du support
- Conservation (4 - 30°C) à de longue durée
- Fournit un environnement adéquat et ajustable à la survie de l'agent microbien
- Protection temporaire de l'agent microbien de l'environnement du sol et la compétition microbienne
- Libération progressive de l'agent pour la colonisation des racines des plantes
- Manipulation facile et applicable à la machinerie agricole

3- Inoculant granulaire « Encapsulation en billes d'Alginate »





Démonstration de la formulation du CMA en billes d'alginate

