Agriculture, Pêcheries et Alimentation Québec

LE *PHOMOPSIS* DU SOYA : CRÉE-T-IL DES PERTES DE RENDEMENT AU QUÉBEC?

DURÉE DU PROJET : 04- 2022 / 03-2023

RAPPORT FINAL

Auteurs :
Tanya Copley (CÉROM)

20 février 2023

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

TITRE DU PROJET : LE *PHOMOPSIS* DU SOYA : CRÉE-T-IL DES PERTES DE RENDEMENT AU QUÉBEC?

RÉSUMÉ DU PROJET ET DE SON AVANCEMENT

Les maladies tardives du soya, comme le *Diaporthe-Phomopsis*, peuvent infecter les plantes pendant les périodes pluvieuses, sans toutefois présenter de symptômes avant la fin de saison (stade R6 ou plus). Ce complexe d'agents pathogènes affecte les tiges, les gousses et les grains et peut créer des pertes de rendements significatives quand les conditions sont favorables au développement de la maladie. Une enquête effectuée par le CÉROM sur les maladies du soya pendant les saisons 2017 à 2019 indique que le *Diaporthe-Phomopsis* était présent dans 43 % à 68 % des champs, indiquant que ce complexe de maladies peut avoir des impacts significatifs sur la production du soya au Québec. En effet, ce complexe était la maladie la plus importante aux États-Unis et en Ontario en 2018, créant des pertes de plus de 3 M de tonnes. Autant que des cultivars résistants au *Diaporthe-Phomopsis* existent, les cotes de résistance ne sont que rarement connues. En conséquent, c'est inconnu si une réduction des applications de fongicides traduira en pertes de rendement associées avec le *Diaporthe-Phomopsis.* L'utilisation de fongicides foliaires peut réduire les pertes associées à cette maladie s'ils sont appliqués aux stades R3 à R5. Par contre, la littérature suggère que les effets sur les rendements ne sont que rarement positifs et ils sont plutôt recommandés pour les producteurs de semences. Une récolte hâtive et l'utilisation d'un groupe de maturité hâtif sont souvent suffisantes pour la gestion de ce complexe de maladies.

En 2022, une étude préliminaire a été mise en place pour évaluer l'effet du moment d'infection de deux espèces de *Diaporthe-Phomopsis,* soit *Phomopsis longicolla* et *Diaporthe eres*, sur les rendements du soya sous inoculation artificielle (V3, R1, R3 et R5). Trois cultivars ont été évalués en parcelles au CÉROM pour déterminer si les inoculations artificielles fonctionneraient et si des cultivars ayant différents niveaux de résistance pourraient être identifiés avant d'effectuer un projet à plus grande ampleur.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Ce projet visait à déterminer, de façon préliminaire, si la brûlure phomopsienne (*Diaporthe eres*) et la pourriture des graines (*Phomopsis longicolla*) créent des pertes de rendement ou de qualité de grain dans le soya au Québec. En 2022, des parcelles expérimentales ont été mises en place au CÉROM en utilisant trois cultivars avec des cotes de résistance inconnus. Le dispositif expérimental était un split-plot avec les cultivars comme facteur principal et le stade d'inoculation comme sous-parcelle. Il y avait quatre répétitions par traitement et les deux espèces de *Diaporthe-Phomopsis* se trouvaient dans des essais séparés. Les parcelles ont été semées à 15 pouces et comportaient de 8 rangs de 3 mètres de long (superficie de 9 m^2) à une densité de 150,000 grains par acre (~370,000 grains par hectare). Les cultivars utilisés étaient Mao R2X, Kendo R2 et Kudo R2X. Des inoculations par aspersion ont été faites aux stades V3, R1, R3 et R5 à un taux de 500,000 spores par mètre linéaire. Seulement les rangs 2 à 7 étaient inoculés et les trois autres rangs (1, 8 et 9) servaient comme tampons afin de limiter la dispersion des spores entre les différents moments d'inoculation. Les parcelles ont été irriguées pendant 3 jours suites aux inoculations pour favoriser le développement de la maladie. Dix jours après les inoculations, dix plantes ont été récoltées par parcelle pour déterminer si les plantes ont été atteintes par les maladies. Pour se faire, les premiers et troisièmes nœuds du haut, ainsi que les gousses quand présentes, étaient découpés en morceaux d'un centimètre, stérilisés dans une solution de 0,25 % NaOCl et mis en milieu sélectif. Les Pétris étaient mis sous lumière UV avec une éclairage de 12h pendant 5 à 7 jours pour déterminer si les tissus étaient atteints par le *Diaporthe-Phomopsis.* Pour déterminer si

les cultivars étaient atteints par la maladie avant de semis, 50 grains par cultivar ont été stérilisés et mis en gélose sélectif selon les mêmes procédures.

Au champ, des photos ont été prises à chaque semaine pour suivre le développement de la maladie. Au même moment, la hauteur des plantes a été prise. Au stade R8, l'incidence et la sévérité de la maladie ont été pris au champ en prenant la moyenne sur deux rangs. Pour évaluer l'effet des maladies sur les rendements, trois récoltes ont été effectuées, soit une à la maturité, deux semaines plus tard et quatre semaines après la maturité. Pour chaque récolte, deux rangs choisis au hasard ont été récoltés, mis sur un séchoir et le poids de la récolte pris après 48 heures de séchage.

Pour les analyses poste-récolte, le nombre de grains atteints par la maladie a été déterminé sur 300 grains par parcelle par récolte (maturité, 2 semaines ou 4 semaines après la maturité). Pour déterminer si le nombre de grains symptomatiques correspond bien au nombre de grains atteints par la maladie, 30 grains par parcelle par récolte (maturité et 4 semaines après la maturité) ont été stérilisé à la surface et mis en gélose sélectif comme décrit.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Les résultats de grains contaminés avant le début de la saison 2022 indiquaient que les trois cultivars avaient des grains contaminés avant le semis, avec Kudo R2X qui avait la plus grande quantité de grains contaminés à 12 % (6 sur 50), suivi par Kendo R2 à 10 % (2 sur 50) et Mao R2X à 2 % (1 sur 50). Les agents phytopathogènes qui ont été détectés étaient *Cercospora* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* et deux espèces non-identifiées en raison des inondations qui ont eu lieu au CÉROM deux jours après les mises en cultures. La manque d'électricité a empêché les identifications, un sous-échantillonnage ou l'entreposage au frigo des cultures. En plus, les sacs de grains ont pris de l'eau pendant l'inondation, rendant une répétition des mises en culture impossible. Malgré la présence de grains infectés, aucune différence dans la population des parcelles n'a été observé au champ. Un bloc (répétition) sur quatre de l'essai de *P. longicolla* a dû être abandonné en raison d'une pression trop élevée de chardon. Tous les blocs de l'essai *D. eres* ont été retenus.

Les résultats de mises en cultures deux semaines après les dates d'inoculation indiquent que moindre que 10 % des plantes récoltées étaient atteintes par les maladies avant le stade R5 (**Annexe 1**). Deux semaines après les inoculations du stade R5, 43 % et 67 % des premiers nœuds du haut des plantes étaient atteintes par *D. eres* et *P. longicolla,* respectivement, dans les parcelles inoculées au stade R5, suggérant un niveau d'infection plus important aux stades avancés (R5 et plus).

Les symptômes de la brûlure phomopsienne de la tige ont commencé à apparaître au stade R6 par de petits points rougeâtres sur les tiges et les gousses dans les parcelles inoculées avec *D. eres;* aucun symptôme n'était observable avant la maturité pour les parcelles inoculées avec *P. longicolla*. En fin de saison, toutes les parcelles présentaient des symptômes de brûlure phomopsienne de la tige, même les contrôles sans inoculations. La saison pluvieuse et venteuse a probablement créé une contamination croisée entre les parcelles et un diapositif différent aura pu aider à limiter la contamination croisée (parcelles principales par traitement d'inoculation au lieu de cultivar), mais aurait limité l'interprétation et la comparaison des données de rendement et de qualité de grain. Toutes les plantes étaient atteintes par la brûlure phomopsienne, donnant une incidence de 100% dans toutes les parcelles. Aucune différence entre ni la sévérité (P=0,531 et P=0,526), ni les rendements (P=0,419 et P=0,962), ni la hauteur des plantes (P=0,43663 et P=0,23739), ni le poids 100 grains (P=0,1232 et P=0,700934), et ni le pourcentage de protéines (P=0,71130 et P=0,62349) n'a été observée

entre les différentes dates (stades) d'inoculation pour *D. eres* ou *P. longicolla*, respectivement. Une faible différence significative a été observée pour le stade d'inoculation avec *P. longicolla* et le pourcentage d'huile (*P*=0,046267), mais pas dans le cas de *D. eres* (*P*=0,53650). Une très faible réduction du pourcentage d'huile a été observée dans le cultivar Mao R2X dans les parcelles inoculées au stade R5 (**Annexe 2**). Il n'y avait pas de différences significatives dans le pourcentage d'huile dans les cas de Kendo R2 ou de Kudo R2X. Aucune différence dans les rendements n'a été observée pour les différentes dates de récoltes. Par contre, des différences au niveau de la sévérité de symptômes ont été observées entre les différents cultivars, avec Kendo R2 qui présentait le moins de symptômes peu importe l'espèce d'inoculation, et Kudo R2X et Mao R2X qui présentaient comme susceptible et moyennement susceptible contre *D. eres,* et moyennement susceptible et susceptible contre *P. longicolla,* respectivement (**Fig. 1**).

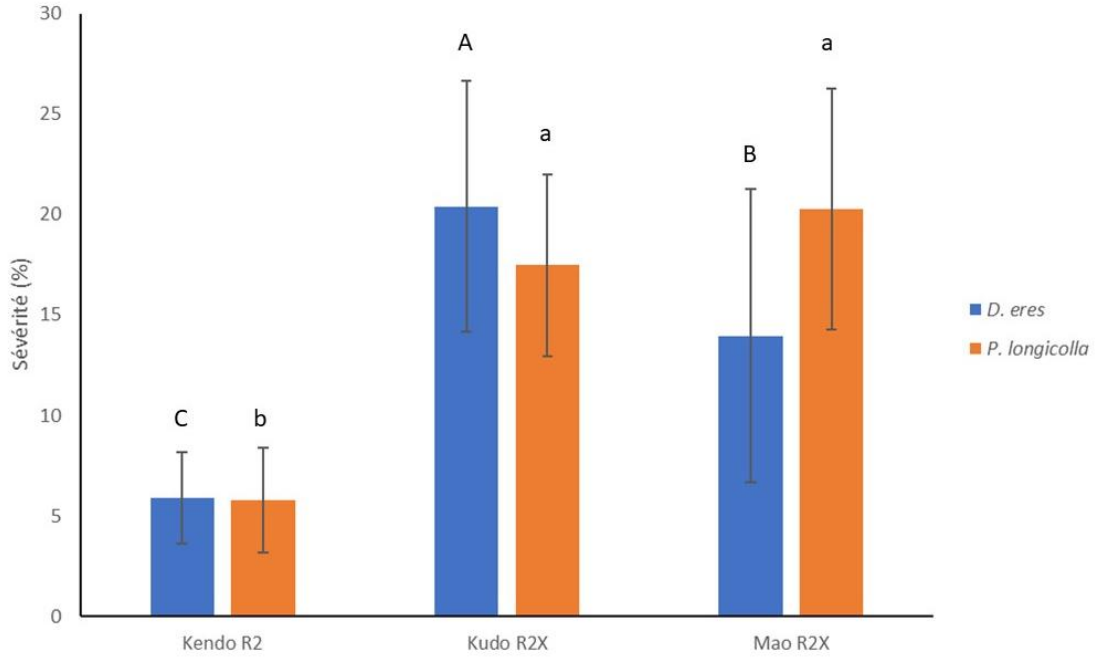


Figure 1. Sévérité de la brûlure phomopsienne dans des parcelles inoculées avec *Diaporthe eres* ou *Phomopsis longicolla.* Les lettres démontrent des différences significatives entre la sévérité des cultivars infectés avec la même espèce de *Diaporthe-Phomopsis* (*P*<0,001)

Pour les analyses poste-récolte, des différences entre les différents cultivars ont été observées pour la quantité de grains symptomatiques (*P*=0,00973 et *P*=0,00368) et infectées (isolement de *Diaporthe-Phomopsis* en gélose sélectif; *P*<0,0001 et *P*=0,000339) dans les parcelles inoculées avec *D. eres* et *P. longicolla*, respectivement (**Tableau 1**). Aucune différence n'a été observée pour les différentes dates (stades) d'inoculation ou dates de récolte. Le décompte de grains symptomatiques visuellement a démontré que moins qu'un pourcent des grains étaient symptomatiques. Par contre, les résultats de mises en culture de grains ont démontré que 2,8 % à 11,7 % des grains étaient infectés (**Tableau 1**). Aucune corrélation significative n'a été observée pour la quantité de grains symptomatiques et la quantité de grains infectées selon les mises en culture (**Fig. 2**); par contre, les résultats démontrent que les grains asymptomatiques étaient souvent atteints par la maladie. En tout, 61 échantillons de récolte (sur 180, soit 33 %) et 60 échantillons de récolte (sur 135, soit 44 %) pour les essais de *D. eres* et *P. longicolla* n'ont pas présenté de symptômes visibles sur les grains, respectivement. De ces échantillons, 79 % (soit 48 échantillons) et 73 % (soit 44 échantillons) ont testé positif pour une infection quand mis en gélose sélectif (**Fig. 3**).

Tableau 1 : Pourcentage de grains symptomatiques et infectés

	D. eres		*P. longicolla*	
	Symptomatiques	Infectés	Symptomatiques	Infectés
Kendo R2	0,1 ± 0,3 b	3,1 ± 3,5 b	0,1 ± 0,2 b	2,8 ± 3,6 b
Kudo R2X	0,3 ± 0,4 ab	11,7 ± 6,8 a	0,1 ± 0,3 ab	8,4 ± 6,8 a
Mao R2X	0,4 ± 0,5 a	9,1 ± 8,7 a	0,3 ± 0,4 a	4,1 ± 4,3 b

Les lettres représentent des différences significatives dans les colonnes respectives (P<0,001)

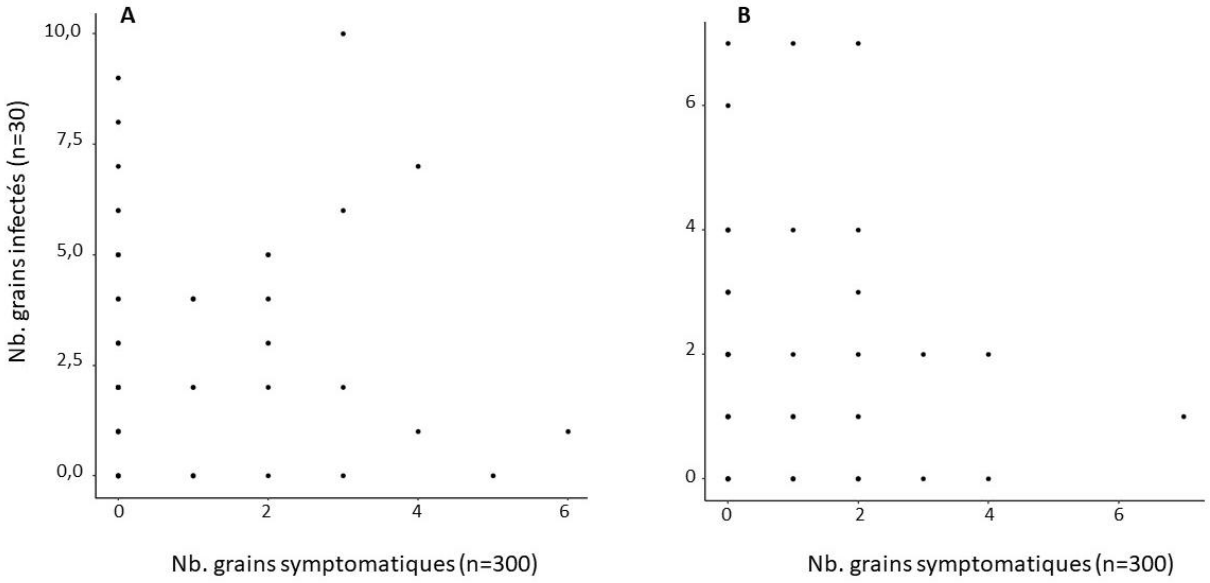


Figure 2. Graphiques de corrélation entre le nombre de grains symptomatiques et le nombre de grains infectés selon des mises en culture dans les récoltes de parcelles inoculées avec *D. eres* (A) et *P. longicolla* (B). Aucune corrélation significative n'a été observée.

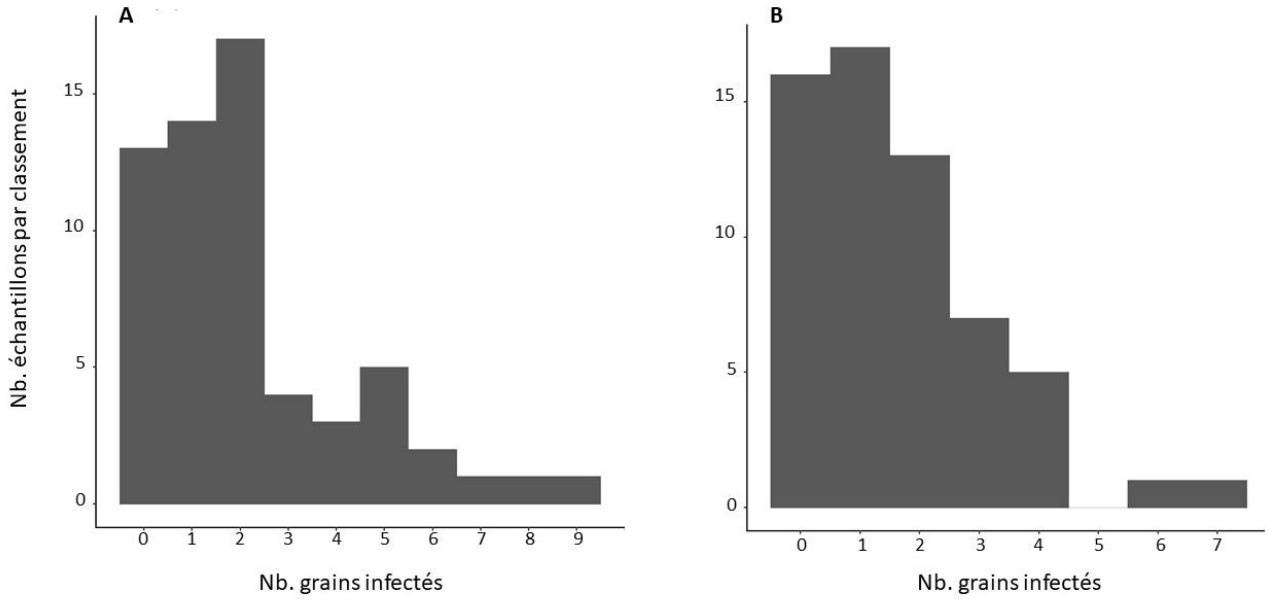


Figure 3. Histogrammes des grains infectés parmi les récoltes ne présentant pas de grains symptomatiques. (A) *D. eres* (n=61 sur 180 parcelles)*;* (B) *P. longicolla* (n=60 sur 135 parcelles)*.*

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats préliminaires ont été présentés au groupe de collaborateurs pour discuter de la suite de l'étude. Les résultats complets y seront partagés dans les prochaines semaines. Vue que l'objectif de l'étude était de déterminer si une étude était faisable et si une poursuite était justifiée, aucune autre diffusion n'a été faite.

TYPES D'APPLICATION POSSIBLES DANS L'INDUSTRIE

La présente étude démontre à l'industrie que des essais d'inoculation sont possibles pour évaluer les niveaux de résistance de cultivars à différentes espèces du complexe *Diaporthe-Phomopsis.* L'étude démontre aussi que la semence asymptomatique peut parfois être atteinte par la maladie. La vente de semence asymptomatique pourrait introduire la maladie dans un champ sans historique de la maladie et pourrait également avoir un effet sur le taux de germination, Ce dernier point reste à vérifier car les taux de germination n'ont pas été examinés dans le cadre de ce projet, mais la littérature démontre que la semence infectée par *P. longicolla* peut avoir des taux de germination plus faible ou être plus lente à germer. L'effet de grains infectés sur le taux de germination, ainsi que la nécessité ou non d'utiliser des fongicides foliaires en cas de production de semence mérite une étude afin de pouvoir faire des recommandations aux producteurs de semences.

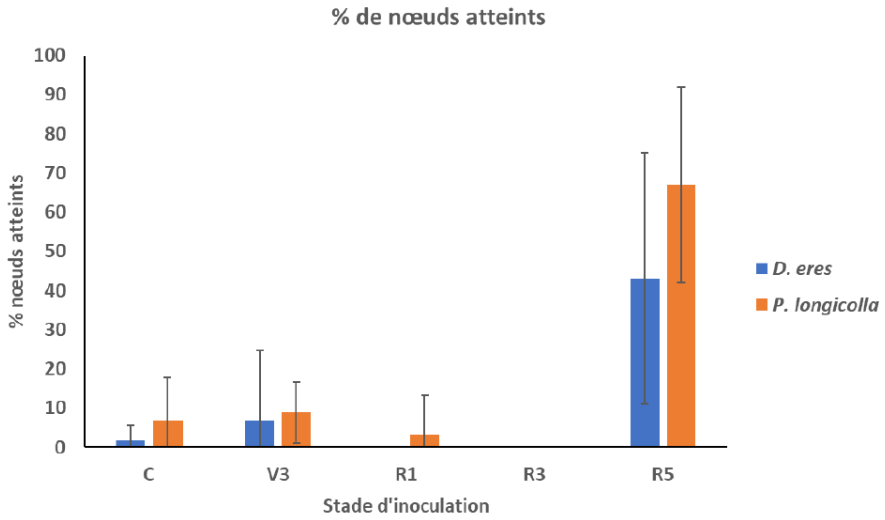
POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Tanya Copley, Ph.D., chercheuse en phytopathologie
Centre de recherche sur les grains, inc. (CÉROM)
740, chemin Trudeau
Saint-Mathieu-de-Beloeil, Québec, Canada J3G 0E2
Courriel : tanya.copley@cerom.qc.ca
Téléphone : 1-450-464-2715 poste 219

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES
Ce projet a été réalisé dans le cadre de la Programmation de recherche en phytoprotection-grandes cultures avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

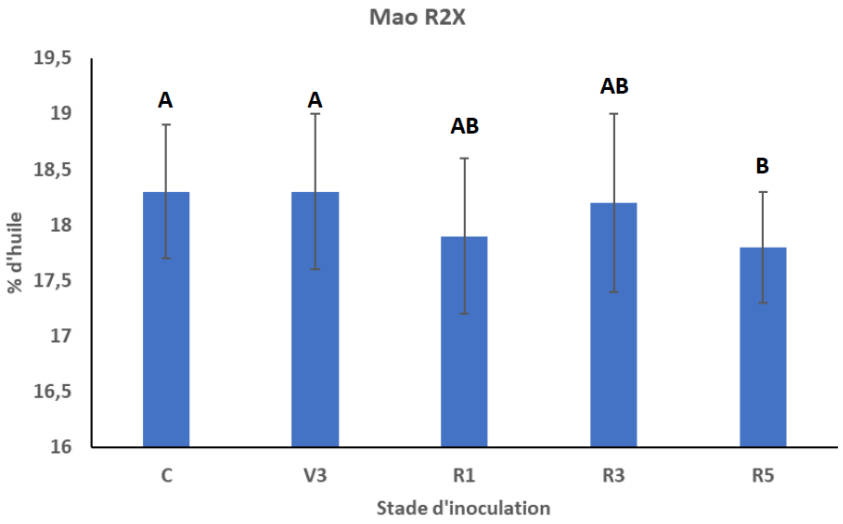
ANNEXES

Annexe 1: Pourcentage d'isolation d'agents phytopathogènes dans les premiers nœuds dix jours après la date d'inoculation



Les témoins représentent les parcelles non-inoculées et récoltées au même moment des récoltes de parcelles inoculées aux stades V3 et R5. C, témoin sans inoculations

Annexe 2: L'effet des inoculations de *P. longicolla* sur le pourcentage d'huile du cultivar Mao R2X



Les lettres représentent des différences significatives entre les différents stades au moment d'inoculation et le pourcentage d'huile dans les grains pour le cultivar Mao R2X (P<0,1). Aucune différence significative n'a été observée pour les autres cultivars.