

ÉVALUER L'EFFET DE L'APPLICATION DE CRIOPROTECT SUR LA RÉDUCTION DES DOMMAGES PAR LE GEL, LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DES FRUITS DE CERISIER CV. SANTINA

ESSAI PEWMAN INNOVATION

2023-2024



TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| OBJECTIF | 3 |
| MATÉRIEL ET MÉTHODES | 3 |
| Données météorologiques | 4 |
| Traitements | 6 |
| Évaluations | 8 |
| Incidence des dommages par le froid sur les bourgeons | 8 |
| Nouaison et Rétention des fruits | 8 |
| Interception PAR | 8 |
| Charge fruitière | 8 |
| Rendement et Productivité | 8 |
| Qualité des fruits | 8 |
| DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET ANALYSE STATISTIQUE | 8 |
| RÉSULTATS | 9 |
| CONCLUSIONS | 13 |

ÉVALUER L'EFFET DE L'APPLICATION DE CRIOPROTECT SUR LA RÉDUCTION DES DOMMAGES PAR LE GEL, LE RENDEMENT ET LA QUALITÉ DES FRUITS DE CERISIER CV. SANTINA

RÉSUMÉ

Dans le but d'évaluer l'effet des applications de Crioprotect sur la réduction des dommages causés par le gel et d'observer son effet sur les paramètres productifs et de qualité des fruits chez des cerisiers cv. Santana sur porte-greffe Maxma 14, une étude a été réalisée dans un verger commercial de cerisiers appartenant à Agrícola Los Arroyos, situé dans la localité de Rosario (34°21'21.825" Latitud sur – 70°51'30.25" Longitud este), comuna de Rengo, Región de O'Higgins, Chile.

Pour atteindre l'objectif fixé, deux traitements ont été établis : un témoin sans application (T0) et six applications de Crioprotect à raison de 0,5 L/ha (T1).

Pour déterminer l'effet des traitements : (i) incidence des dommages par le froid sur les bourgeons, (ii) nouaison et rétention des fruits, (iii) interception PAR, (iv) rendement et productivité et (v) qualité des fruits.

Compte tenu des conditions de cet essai, les applications de Crioprotect (T1) réduisent l'incidence des dommages par le froid sur les dards, présentant 1,1 % contre 3,3 % pour le traitement témoin (T0). De plus, les applications de Crioprotect (T1) augmentent la proportion de fruits noués, atteignant 44,9 % contre 39,1 % pour le traitement témoin (T0).

Par ailleurs, les applications de Crioprotect (T1) retardent la prise de couleur, présentant une différence de 9 % dans la catégorie acajou foncé, par rapport au traitement témoin.

OBJECTIF

Évaluer l'effet de l'application de Crioprotect sur la réduction des dommages causés par le gel, et son effet sur les paramètres productifs et la qualité des fruits chez des cerisiers cv. Santina.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai a été réalisé dans un verger commercial de cerisiers appartenant à Agrícola Los Arroyos, ubicado en la localidad de Rosario (34°21'21.825" Latitud sur – 70°51'30.25" Longitud este), comuna de Rengo, Región de O'Higgins, Chile.

Données de la culture

| | |
|------------------------|--------------------------|
| Nom scientifique | <i>Prunus avium L.</i> |
| Variété | Santina |
| Porte-greffe | Maxma 14 |
| Année de plantation | 2013 |
| Distance de plantation | 5 x 2 m |
| Système de conduite | Tatura (V) |
| Système d'irrigation | Goutte-à-goutte |
| Date de récolte | 06/12/2023 |
| Durée de l'essai | 04/08/2023 au 20/12/2023 |



Figure 1. Cerisiers cv. Santina correspondant à l'essai.

Données météorologiques

Toutes les données climatiques ont été obtenues d'une station météorologique proche du site sur lequel l'étude a été réalisée. Le Tableau 1 présente les températures minimales et maximales et les précipitations durant l'essai, tandis que le Tableau 2 fournit le relevé des températures et précipitations aux moments des applications. Les Figures 2 et 3 présentent les graphiques correspondant à ces données.

Tableau 1. Moyenne mensuelle de température minimale, maximale, amplitude thermique et précipitations cumulées mensuelles durant la période de l'essai.

| Mois | Température | | | Précipitations mm |
|-----------|-------------|----------|---------------------------|----------------------|
| | Minimale | Maximale | Amplitude thermique °C | |
| Août | 5,2 | 16,2 | 11,0 | 156,0 |
| Septembre | 6,6 | 16,6 | 10,0 | 70,9 |
| Octobre | 7,3 | 20,4 | 13,2 | 8,3 |
| Novembre | 8,4 | 22,4 | 14,0 | 26,4 |
| Décembre | 10,6 | 27,6 | 17,1 | 0,0 |

Tableau 2 Relevé des températures et précipitations les jours d'application.

| Date | Température | | | Précipitations mm |
|------------|-------------|----------|---------------------------|----------------------|
| | Minimale | Maximale | Amplitude thermique °C | |
| 04-08-2023 | 1,4 | 18,8 | 17,4 | 0,1 |
| 11-08-2023 | 4,9 | 12,7 | 7,8 | 19,4 |
| 24-08-2023 | 2,2 | 15,0 | 12,8 | 0,0 |
| 07-09-2023 | 3,5 | 14,5 | 11,0 | 0,1 |
| 20-09-2023 | 7,3 | 13,9 | 6,6 | 0,0 |
| 05-11-2023 | 10,5 | 19,6 | 9,1 | 0,0 |

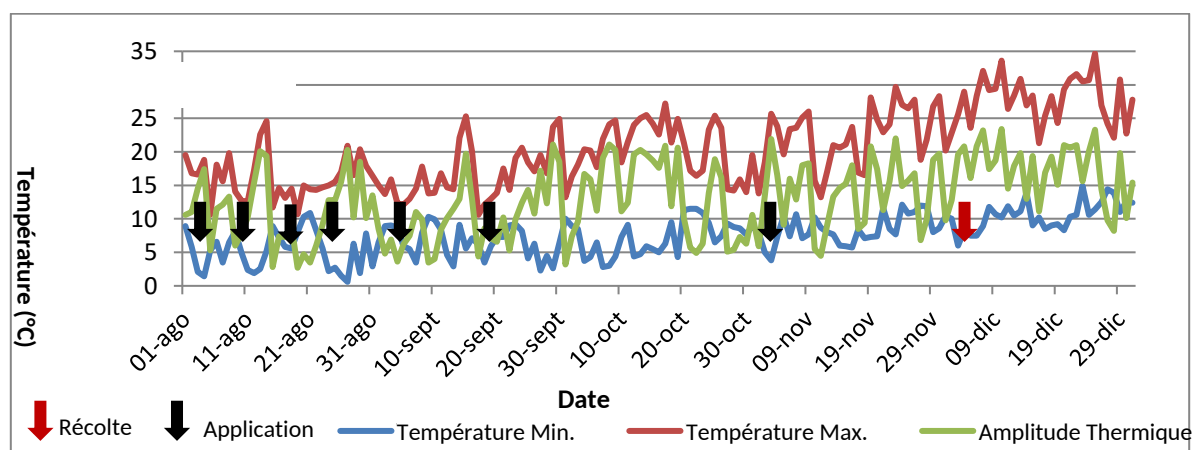


Figure 2. Graphique des températures maximales, minimales et de l'amplitude thermique enregistrées durant la période d'exécution de l'essai.

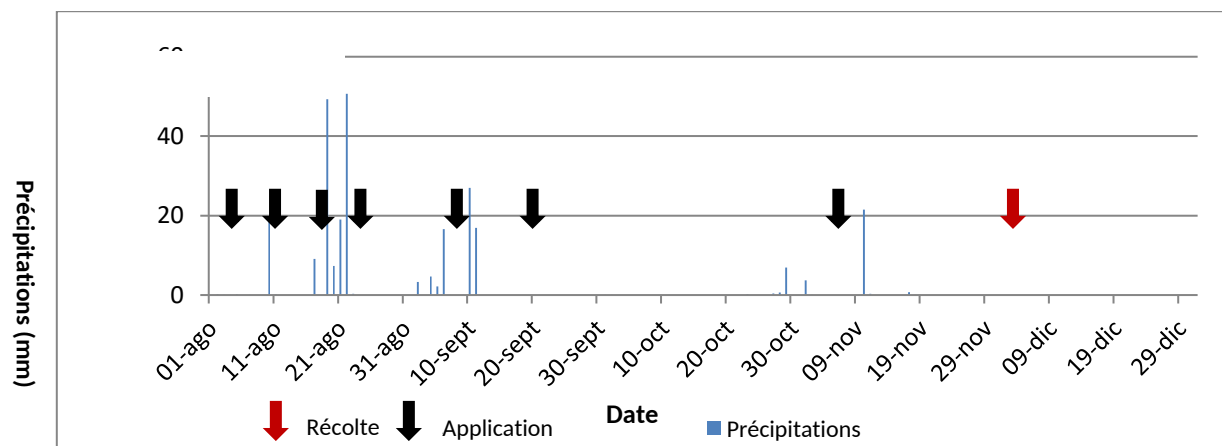


Figure 3. Graphique des précipitations durant la période de l'essai.

Traitements

Le détail des traitements appliqués est décrit dans le Tableau 3.

Tableau 3 Description des traitements.

| Traitement | | Concentration (ml/g*hl ⁻¹) | Dose (L/kg*ha ¹) | Volume (L*ha ¹) | Nombre d'applications | Moment d'application |
|------------|-------------|---|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| T0 | Témoin | --- | --- | --- | --- | --- |
| T1 | Crioprotect | 500 | 5 | 1000 | 4 | ABCD |
| | | | 7,5 | 1500 | 2 | EF |

Légende :

- A : 11 jours après l'application de cyanamide (04-08-2023)**
- B : 7 jours après A (11-08-2023)**
- C : 7 jours après B (18-08-2023) ***
- D : 10 jours après C (07-09-2023)**
- E : 10 jours après D (20-09-2023)**
- F : 14 jours après E (05-10-2023)**

*Appliqué à 1 % en raison des pluies et applications de cuivre du domaine, ré-appliqué le 24 août pour les mêmes raisons mentionnées précédemment.

Les traitements ont été appliqués à l'aide d'une pulvérisatrice à 4 cuves équipée d'un pistolet, d'une capacité de 50 L chacune. Les dosages ont été réalisés en extrapolant les litres appliqués par plante selon l'écartement de plantation du verger, en utilisant un volume de 1000 L·ha⁻¹ et 1500 L·ha⁻¹ selon le stade phénologique.

La Figure 4 présente un enregistrement photographique pendant l'exécution de l'essai.

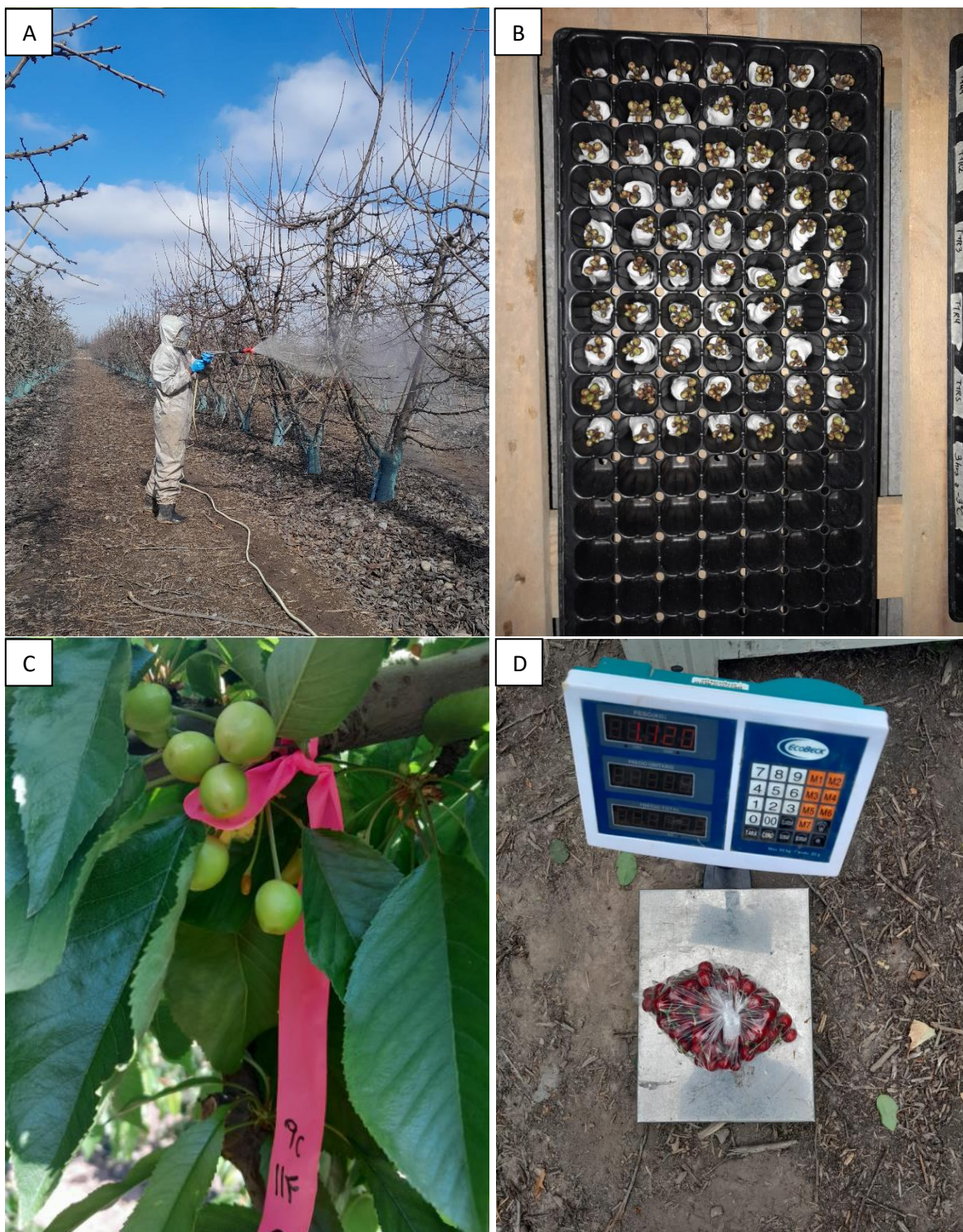


Figure 4. Première application des traitements (A), évaluation de l'incidence des dommages par le froid au stade BBCH 53 (B), comptage des fruits noués (C) et prélèvement d'échantillons pour l'analyse de qualité (D).

Évaluations

Incidence des dommages par le froid sur les bourgeons

48 heures après la deuxième application des traitements, 30 dards ont été prélevés par répétition. Stade phénologique BBCH 53. Le matériel prélevé a été disposé sur des plateaux avec coton humidifié à 1 % N-P-K (9-4-10 %). Ensuite, les plateaux avec le matériel végétal ont été placés en chambre froide pendant 3 et 4 heures à une température de -3 °C. Après ce temps, les plateaux ont été retirés et laissés à température ambiante pendant 24 heures, puis le nombre de primordia endommagés par bourgeon a été évalué.

Nouaison et Rétention des fruits

Environ 320 fleurs ont été comptées sur 20 dards des zones basse, médiane et haute de l'arbre, sur du bois âgé d'au moins deux ans. Ensuite, dans les mêmes sections, un comptage des fruits nouvellement noués et retenus avant la récolte a été réalisé.

Interception PAR

Une mesure a été réalisée pour estimer la taille de la plante, via la mesure du rayonnement solaire photosynthétiquement actif intercepté par la plante (PAR) à midi solaire.

Charge fruitière

Elle a été estimée en pesant l'ensemble des fruits d'une plante centrale et un échantillon de 100 fruits.

Rendement et Productivité

Tous les fruits de la plante centrale ont été pesés, permettant d'obtenir le rendement de chaque traitement, exprimé en kg/arbre. La productivité a été obtenue par le rapport entre les kilogrammes obtenus de chaque plante et son interception PAR respective.

Qualité des fruits

Sur un échantillon de 100 fruits par unité expérimentale, le poids du fruit (g), la distribution des calibres (échelle commerciale de 22 mm à plus de 32 mm) et la distribution des couleurs (rouge clair au noir) ont été évalués. Sur 50 fruits, la fermeté (g/mm), et sur 25 fruits la concentration en solides solubles (°Brix).

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET ANALYSE STATISTIQUE

Un dispositif en blocs complètement aléatoires (DBCA) a été utilisé, avec 2 traitements et 5 répétitions.

Pour comparer les traitements, les moyennes de chaque évaluation ont été soumises à une analyse de modèles linéaires généraux et mixtes (MLMix) et à une analyse de modèles linéaires généralisés mixtes (MLGM). Lorsque des différences significatives ont été détectées (p-valeur < 0,05), les moyennes ont été séparées par un test de comparaison multiple LSD de Fisher avec un intervalle de confiance de 95 %.

RÉSULTATS

Fertilité des bourgeons

Le Tableau 4 montre que le pourcentage de fertilité des bourgeons des deux traitements était supérieur à 95 % avant le début des applications ; les plantes des deux traitements ont commencé dans des conditions de fertilité similaires.

Tableau 4 Moyennes du pourcentage de fertilité des bourgeons par traitement chez le cerisier cv. Santana.

| Traitement | Fertilité |
|----------------|-----------|
| | % |
| T0_CONTROL | 95,58 |
| T1_CRIOPROTECT | 98,49 |

Incidence des dommages par le froid sur les bourgeons

Le Tableau 5 présente les résultats de l'évaluation des primordia endommagés en pourcentage par rapport au total des primordia par dard. À -3 °C pendant 3 heures, il n'a pas été possible d'observer des différences statistiques, mais après 4 heures à la même température, un effet du traitement Crioprotect (T1) a été détecté, avec une différence de 3 % de dommages par rapport au traitement témoin (T0).

Tableau 5. Moyennes ajustées selon MLGMix pour les primordia endommagés mesurés sur des dards échantillonnés le 13 septembre 2023 et soumis à -3 °C

| Traitement | Primordia endommagés (%) | |
|-----------------|--------------------------|--------------|
| | 3 heures | 4 heures |
| T0_CONTROL | 0,6 | 4,4 a |
| T1_CRIOPROTECT | 0,0 | 1,1 b |
| <i>p</i> -valor | 0,9909 | <0,0001 |

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (*p*-valeur < 0,05).

Nouaison et rétention des fruits

Pour l'analyse des paramètres de nouaison et rétention, le nombre de fleurs initiales a été considéré comme covariable, s'avérant significatif. Pour le nombre de fleurs, fruits noués et fruits retenus par dard, aucune différence entre traitements n'a pu être identifiée. De même, aucun effet des applications de Crioprotect (T1) n'a pu être mis en évidence sur la proportion de fruits retenus. En revanche, sur la proportion de fruits noués, un effet a été identifié, les applications de Crioprotect (T1) augmentant la proportion de fruits noués par rapport au traitement témoin (T0), avec une différence moyenne de 5,8 %.

Tableau 6 Moyennes ajustées selon MLMix et MLGMix pour les paramètres de nombre de fleurs, fruits noués et fruits retenus par dard.

| Traitement | Fleurs | Nouaison | Rétention | Nouaison | Rétention |
|-----------------|----------------|----------------|-----------|---------------|-----------|
| | n° | | % | | |
| | n° fleurs/dard | n° fruits/dard | fc/fi | fr/fi | |
| T0_CONTROL | 12,9 | 5,1 | 3,9 | 39,1 b | 30,7 |
| T1_CRIOPROTECT | 13,1 | 5,8 | 4,3 | 44,9 a | 33,0 |
| <i>p</i> -valor | 0,553 | 0,0564 | 0,1594 | 0,0164 | 0,2009 |
| Covariable* | -- | <0,0001 | 0,0085 | -- | -- |

fn : fruits noués ; fi : fleurs initiales* ; fr : fruits retenus . Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre traitements selon le test LSD de Fisher (p-valeur < 0,05).

Suivi de l'interception PAR

Le Tableau 7 présente le suivi de l'interception PAR réalisé avant et après la récolte. Dans aucune des mesures réalisées il n'a été possible de détecter des différences entre les traitements.

Tableau 7 Moyennes ajustées selon MLMix pour le suivi PAR chez le cerisier cv. Santana.

| Traitement | Suivi PAR (%) | |
|-----------------|---------------|------------|
| | 30-11-2023 | 20-12-2023 |
| T0_CONTROL | 67,9 | 65,3 |
| T1_CRIOPROTECT | 71,5 | 71,7 |
| <i>p</i> -valor | 0,269 | 0,1503 |

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (p-valeur < 0,05).

Paramètres productifs

Le Tableau 8 présente les résultats des paramètres de rendement exprimé en kg de fruits par plante, de charge fruitière (nombre de fruits par plante), de productivité (kg de fruits par m² de PARI), de charge normalisée (nombre de fruits par m² de PARI) et de lumière photosynthétiquement active interceptée (PARI) en pourcentage. Pour l'ensemble de ces paramètres, aucun effet significatif de l'application de Crioprotect (T1) n'a été mis en évidence par rapport au traitement témoin (T0).

Tableau 8 Moyennes ajustées selon MLMix pour les paramètres de rendement, productivité, charge fruitière, charge normalisée et FPARi.

| Traitement | Rendement | Productivité | Charge fruitière | Charge normalisée | FPARi |
|-----------------|------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|-------|
| | kg/planté ¹ | n°fruits/plante ⁻¹ | kg·m ² PARI ⁻¹ | n°fruits/m ² PARI ⁻¹ | % |
| T0_CONTROL | 11,02 | 1,63 | 1021,92 | 151,38 | 67,9 |
| T1_CRIOPROTECT | 12,98 | 1,81 | 1269,9 | 177,45 | 71,5 |
| <i>p</i> -valor | 0,459 | 0,5894 | 0,3465 | 0,4485 | 0,269 |

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (p-valeur < 0,05).

Qualité des fruits

Le Tableau 9 présente les résultats des paramètres d'analyse du poids du fruit, des solides solubles et de la fermeté. Pour le poids du fruit, le rendement a été considéré comme covariable, s'avérant non significatif. Pour les solides solubles, des différences entre traitements ont été observées, le traitement témoin (T0) atteignant en moyenne 2 °Brix de plus que les fruits traités avec Crioprotect (T1). Pour le poids du fruit et la fermeté, aucune différence n'a pu être détectée entre les traitements.

Tableau 9 Moyennes ajustées selon MLMix pour les paramètres de poids, solides solubles et fermeté.

| Traitement | Poids | Solides solubles | Fermeté |
|-----------------|--------|------------------|---------|
| | g | °Brix | g/mm |
| T0_CONTROL | 10,8 | 19,0 a | 286,7 |
| T1_CRIOPROTECT | 10,3 | 17,0 b | 288,5 |
| <i>p</i> -valor | 0,0551 | <0,0001 | 0,6901 |
| Covariable* | 0,6719 | -- | -- |

*Rendement / Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (p-valeur < 0,05).

Distribution des calibres

Le Tableau 10 présente les résultats du calibre moyen et de la distribution des calibres. Pour la distribution des calibres, le rendement a été considéré comme covariable, s'avérant significatif dans les catégories 22-24 mm et 28-30 mm. Aussi bien pour le calibre moyen que pour les différentes catégories de la distribution des calibres, aucune différence entre les traitements n'a pu être identifiée.

Tableau 10 Moyennes ajustées selon MLMix et MLGMix pour les paramètres de calibre et les différentes catégories de calibre, chez le cerisier cv. Santana.

| Traitement | Calibre | Distribution des calibres (%) | | | | | |
|-----------------|---------|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | mm | <22 | 22-24 | 24-26 | 26-28 | 28-30 | >30 |
| T0_CONTROL | 27,5 | 1 | 2 | 16 | 42 | 33 | 5 |
| T1_CRIOPROTECT | 27,3 | 2 | 4 | 17 | 41 | 30 | 4 |
| <i>p</i> -valor | 0,125 | 0,1497 | 0,1368 | 0,7927 | 0,5541 | 0,3351 | 0,78 |
| Covariable* | -- | 0,6879 | 0,0469 | 0,0924 | 0,2532 | 0,0464 | 0,1406 |

*Rendement / Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (p-valeur < 0,05).

Distribution des couleurs

Le Tableau 11 présente les résultats de l'analyse des différentes catégories de couleur, où il a été observé que le traitement Crioprotect (T1) génère un retard dans la prise de couleur, avec une différence moyenne de 9 % dans la catégorie acajou foncé par rapport au traitement témoin (T0). La Figure 5 présente les résultats sous forme graphique.

Tableau 11 Moyennes ajustées selon MLGMix pour les différentes catégories de couleur.

| Traitement | Distribution des couleurs | | | | |
|-----------------|---------------------------|--------|--------------|--------------|--------|
| | Rouge clair | Rouge | Rouge acajou | Acajou foncé | Noir |
| T0_CONTROL | 0 | 0 | 27 | 72 a | 1 |
| T1_CRIOPROTECT | 0 | 1 | 33 | 63 b | 2 |
| <i>p</i> -valor | -- | 0,9939 | 0,0513 | 0,0194 | 0,2626 |

Des lettres différentes dans la même colonne indiquent des différences significatives entre les traitements selon le test LSD de Fisher (p -valeur < 0,05).

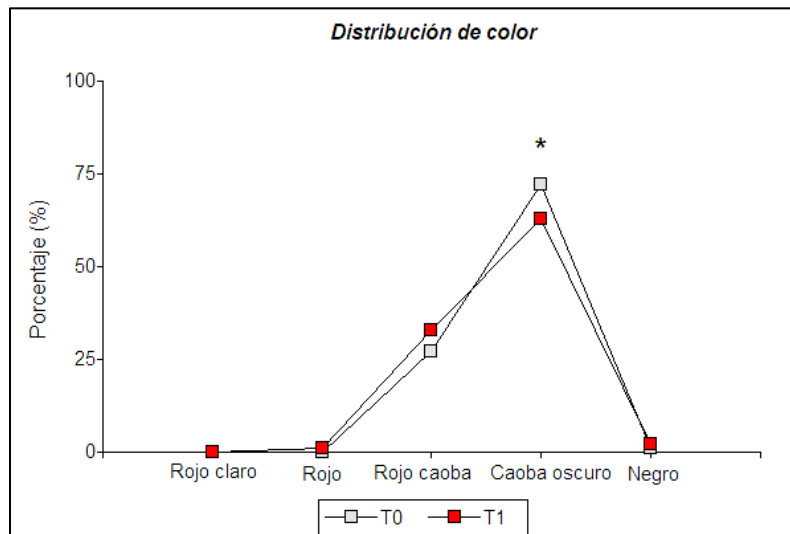


Figure 5. Graphique de la distribution des couleurs.

CONCLUSIONS

Compte tenu des conditions de cet essai, il est possible de conclure que :

- Les applications de Crioprotect (T1) réduisent l'incidence des dommages par le froid sur les dards soumis à une chambre froide pendant 4 heures, présentant 1,1 % contre 3,3 % de dommages pour le traitement témoin (T0).
- Les applications de Crioprotect (T1) augmentent la proportion de fruits noués, atteignant 44,9 % contre 39,1 % pour le traitement témoin (T0).
- Il n'est pas possible de détecter un effet sur les paramètres productifs tels que le rendement, la productivité, la charge fruitière et la charge normalisée chez le cerisier cv. Santana.
- Les applications de Crioprotect (T1) retardent la prise de couleur, concentrant 9 % moins de fruits dans la catégorie acajou foncé, par rapport au traitement témoin.