

# LA BOUILLIE CUIVRIQUE EEC

Vanderlei da Rosa Caetano<sup>1</sup> et Antônio Roberto M. de Medeiros<sup>2</sup>

## INTRODUCTION

Les fongicides cuivriques sont très utilisés en agriculture, à cause de leur bas prix, et à leur capacité de contrôler un grand nombre de pathogènes. Ce sont essentiellement des protecteurs du feuillage (Galli et al. 1968).

La bouillie bordelaise appliquée aux plantes confère aux feuilles une teinte bleutée, et il fut même un temps où c'était utilisé pour teinter les doigts des gamins qui volaient des raisins. C'est peut-être par accident qu'on découvrit que ce mélange contrôlait le mildiou de la vigne, une maladie qui devint une menace pour la viticulture de France dans la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle (Galli et al. 1968). Cent ans après sa découverte ce produit demeure très utilisé.

La bouillie bordelaise est une suspension colloïdale résultant du mélange de solution de sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) avec la suspension de chaux hydratée ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Les proportions varient en général entre 1:1:100 et 2:2:100

[kg ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ): kg ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) : litres d'eau]

La méthode classique de préparation est de dissoudre le sulfate de cuivre dans la moitié du volume d'eau, dans un récipient non métallique, et de suspendre la chaux dans l'autre moitié du volume d'eau. En agitant constamment il faut ensuite mélanger les deux solutions dans un troisième récipient non métallique.

Il y a réaction entre la chaux et le sulfate de cuivre, formant des membranes ou vésicules de précipitation entre le cuivre et les particules de chaux. Plus la chaux est finement moulue, plus les membranes ou vésicules seront de taille minuscule, et meilleures seront les propriétés du produit final. La phase finale de cette réaction est la formation de sulfate de calcium et d'hydroxyde cuivrique (Galli et al. 1968).

Un produit mal préparé aurait une mauvaise durabilité une fois appliqué, et serait phytotoxique à cause du cuivre soluble (Galli et al. 1968). Le produit bien préparé peut toutefois causer lui aussi la phytotoxicité, surtout chez les plantes de la famille des cucurbitacées, les rosacées, les solanacées, spécialement pour les plantes ou organes de plantes aux stades initiaux de leur développement (Galli et al. 1968).

Claro (2001) mentionne qu'un excès de cuivre peut être néfaste à la santé humaine et nuire à la biologie du sol. Au Canada et dans la Communauté Européenne, la dose maximale de cuivre permise est de 50 ppm dans les cultures de plantes horticoles et "fourragères" (?).

Au Centre de Recherches de Cascata, EMBRAPA Clima Temperado (Climat Tempéré), on a conçu un projet de recherches pour développer un produit stable, plus tenace et plus durable que la bouillie bordelaise, avec bonne aptitude mouillante, aussi actif contre les champignons, mais moins phytotoxique grâce à une réduction importante (200 à 400 X) de la teneur en cuivre, par rapport au produit classique à 1%.

---

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Cx P. 403, Pelotas, RS. E-mail: [v.caetano@cpact.embrapa.br](mailto:v.caetano@cpact.embrapa.br)

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Cx P. 403, Pelotas, RS. E-mail: [roberto.medeiros@uol.com.br](mailto:roberto.medeiros@uol.com.br)

La graine de lin possède des huiles qui agissent comme mouillant et comme surfactant, et ensuite forment une sorte de résine, un film protecteur sur les surfaces traitées. La graine de lin possède aussi des propriétés anti-inflammatoires, et peut agir comme un désinfectant et un cicatrisant quand on l'utilise pour soigner les animaux (Garcia & Lunardi, 2001).

La bouillie cuivrique EEC a donc été formulée pour essayer de conserver les avantages phytosanitaires des fongicides cuivriques, minimiser les désavantages causés par l'excès de cuivre dans l'environnement, et réduire le coût de production.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

La bouillie cuivrique EEC est une formulation à base de vinaigre de vin, de graine de lin (*Linum usitatissimum*, L.) et de sulfate de cuivre.

La préparation de bouillie cuivrique EEC se fait suivant les étapes ci-dessous:

- 1 Solution 10% de sulfate de cuivre penta hydraté.
- 2 Solution-stock concentrée de macérât de graine de lin dans le vinaigre de vin (1 dans 8) préparé comme suit:
  - A Imbiber les trains dans le vinaigre de vin pendant 2 jours dans des contenants fermés (non métalliques)
  - B Moudre très fin dans un mélangeur à haute vitesse (blender) ou autre appareil du genre
  - C Entreposer à l'obscurité pendant 2 semaines
  - D Après ce temps, le matériel est filtré dans un filtre à maille très fine, plus fine que le diamètre de la buse du pulvérisateur, et on garde ce concentré ou stock dans un contenant bien fermé jusqu'au moment de diluer juste avant de l'utiliser.

La bouillie cuivrique EEC à 1/20000 se fait ensuite comme suit:

1	Eau potable	100 Litres
2	Solution-stock concentré de macérât de graine de lin	0,5 Litre
3	Solution 10% de sulfate de cuivre penta hydraté	0,05 Litre (50 mL)
	,33 = 33 mL de 1% Cuso4 pour 7 litres	
	100 litres	7
	500 mL linade	35
	500 1% cuso4 hyd	35

Diluer le concentré vinaigré de macérât de graine de lin dans l'eau; brasser très bien pendant l'ajout de la solution de sulfate de cuivre.

L'application de la bouillie cuivrique EEC fut faite en grandes parcelles avec un pulvérisateur à support dorsal de marque Guarany, modèle Super 3, à capacité de 20 litres. Les buses et les doses furent choisies pour donner le mouillage parfait du feuillage des parcelles traitées.

L'application du produit en petites parcelles se fit avec un pulvérisateur manuel de 1 litre, et encore une fois, les buses et les doses furent choisies pour donner le mouillage parfait du feuillage des parcelles traitées.

Afin d'évaluer la capacité de mouillage et la durabilité du traitement, on a aussi essayé des traitements à 0.5% de macérât, avec et sans farine de blé à 2%, et aussi la farine de blé à 2% utilisée en absence de macérât de lin vinaigré. La plante utilisée fut le chou ordinaire, une plante à feuilles très cireuses.

L'essai de la bouillie cuivrique EEC fut fait aussi dans les cultures suivantes; pommes de terre, deux applications à intervalle d'une semaine, aux doses de 1/10000, 1/20000 et 1/40000 en comparaison à la traditionnelle bouillie bordelaise à 1%.

Chez les citrus, on a essayé deux applications aux doses de 1/20000.

Chez les pêchers, on a essayé deux applications hivernales, une avant l'émondage et une après cette opération, aux doses de 1/20000.

Pour évaluer l'efficacité phytosanitaire, on a noté les maladies selon l'échelle conventionnelle de 0 à 9 (0= absence, 9= totalement malade). L'effet phytotoxique a été noté visuellement sur les méristèmes des plantes. Les traitements ont été faits à deux répétitions, les évaluations de chaque parcelle ont donné les moyennes des traitements. Un témoin non traité était inclus dans chaque bloc.

À titre de complément on a aussi essayé ce produit sur le fruit de la passion (*Passiflora coerulea* L., Passifloraceae), le giroflier (*Syzygium cumini* (L.) Skeels, Myrtaceae), la "patte de vache" (*Bauhinia forficata* Link, Leguminosae-Caesalpinioideae). et le Hovenia (*Hovenia dulcis* Tunb, Rhamnaceae), en serres de plastique où l'attaque de champignons était sévère, pour voir l'effet phytotoxique de la dose 1/20000 sur les plantules.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans les tests de capacité mouillante et de durabilité du macérât chez le chou, avec et sans farine de blé, on a vu un mouillage semblable pour les feuilles de plus de 15 cm de long, mais une certaine déficience de mouillage chez les feuilles plus petites. Le résidu de farine de blé dans l'eau fut lavé à la première pluie. Le résidu de farine de blé avec macérât de graine de lin a tenu le coup jusqu'à 120 mm de pluie; trois semaines après le début des observations on voyait encore un certain résidu de farine sur les feuilles.

L'usage du vinaigre vise à éviter les réactions chimiques de double échange d'ions qui donnent le composé insoluble de cuivre, lequel ne peut pas former un film uniforme de cuivre en surface des feuilles. Le vinaigre de vin a pu procurer quelques avantages complémentaires par des antibiotiques produits lors de la fermentation alcoolique et vinaigrée. Des vinaigres provenant d'autres fruits pourraient avoir une action semblable.

Si on utilise une eau à pH alcalin ou riche en minéraux qui peuvent donner des composés de cuivre insoluble, il peut être nécessaire de rajuster la quantité de vinaigre. Les eaux acides nécessitent une précaution pour éviter que la bouillie ait un pH final plus bas que 4.5.

Avec les plants de fruit de la passion, la nature trop cireuse des feuilles a nécessité l'ajout de surfactant à base d'avocat (Caetano et al. 2002, sous presse), lequel permet la couverture du feuillage.

La bouillie cuivrique EEC chez la pomme de terre, cultivar Pérola, à 1/10.000 a contrôlé le Phytophthora, mais a causé une certaine phytotoxicité au méristème apical, visible par une croissance réduite. À la dose 1/20.000 on a obtenu le contrôle égal à la bouillie bordelaise traditionnelle à 1% mais sans phytotoxicité et à 1/40000, on a eu 60% du contrôle si on compare à la bouillie bordelaise traditionnelle à 1%. Le témoin fut totalement détruit par le Phytophthora.

Chez les citrus, l'usage de la bouillie EEC à 1/20000 a largement réduit la fumagine, a diminué le lichen sur les troncs, et a amélioré la propreté et la verdeur des feuilles

Chez le pêcher, la bouillie EEC à 1/10000 a montré un effet utile semblable à celui de la bouillie bordelaise traditionnelle à 2%. On a obtenu la propreté des troncs et des feuilles par élimination du « lichen ». À la dose 1/20000, l'effet sur le lichen était moins net mais encore satisfaisant, et l'effet sur la santé des feuilles ressemblait à celui de la bouillie EEC à 1/10000 et de la bouillie bordelaise traditionnelle à 2%.

L'usage de la dose 1/20.000 sur plantules de fruit de la passion, de giroflier, de Bauhinia sp. et de Hovenia, permit un contrôle total des maladies fongiques sans effet phytotoxique.

La nouvelle bouillie cuivrique EEC conserve donc les avantages phytosanitaires des fongicides cuivriques, minimise les désavantages causés par l'excès de cuivre dans l'environnement, et réduit le coût de la production agricole.

Tant qu'on n'aura pas de données sur la persistance du produit, il ne faut pas utiliser le produit sur des feuilles et des fruits qui seront consommés directement comme aliments.

Ces résultats, quoique préliminaires, sont partagés avec la communauté scientifique de sorte qu'on puisse avoir des évaluations indépendantes de ce produit, avec d'autres espèces agricoles et dans d'autres environnements.

## CONCLUSIONS

La nouvelle bouillie cuivrique EEC a un potentiel d'usage partout où on utilise et recommande la bouillie bordelaise traditionnelle, réduisant ainsi d'environ 200 fois la dose de cuivre utilisée. Cette réduction du cuivre diminue les résidus dans l'environnement et peut rendre le produit plus sécuritaire.

## RÉFÉRENCES

CAETANO, Vanderlei da Rosa; MEDEIROS, Antônio Roberto M. de; SILVA, Claudia Machado da. **Produto orgânico com ação espalhante**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Ano 2002 No prelo.

CLARO, Soel Antonio. **Referencias tecnológicas para agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2001. 250p.

GALLI, Ferdinando; TOKESHI, Hasime; CARVALHO, Paulo de Campos Torres de; et alii. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas e seu controle**. Biblioteca Agronômica Ceres. São Paulo, SP. 1968. 640 p

GARCIA, J. P. & LUNARDI, J. J. **Práticas alternativas de prevenção e controle das doenças dos bovinos**. Porto Alegre: Emater/RS – ASCAR, 2001. 46 p.

---

---

Recette conventionnelle:

[http://www.uesb.br/utilitarios/modelos/monta.asp?site=fitopatologia&tex=ii\\_07\\_fungicida5.html](http://www.uesb.br/utilitarios/modelos/monta.asp?site=fitopatologia&tex=ii_07_fungicida5.html)

Calda bordaleza e Cobres fixos. A primeira é formada pela mistura do sulfato de cobre com cal e água, podendo ser preparada em diversas proporções, tais como 1 : 1 : 100 litros de água, significando 1 kg de sulfato de cobre, 1 kg de cal para 100 l de água.

[See English Document](#)