

Por la recopilación de los resultados conseguidos en curvas se presenta un procedimiento que permite juzgar de forma objetiva la formación de andanadas de los elementos de diferentes revoladores y de comparar su rendimiento. Las curvas dadas para revoladores de tambor dan al constructor buena idea de la combinación de todos los factores que influyen en la formación de andanadas, permitiéndole fijar los datos óptimos para su construcción. Al final del artículo se investigan las posibilidades que existen para la construcción de un revolador de heno de aplicación múltiple.

Prof. Dr.-Ing. K. Gallwitz und Dr. v. Hülst:

## Untersuchungen an Pflanzenschutz-Brühbehältern aus Metall

Landmaschineninstitut der Universität Göttingen

In Heft 3/1954 dieser Zeitschrift berichteten die Verfasser über ihre Untersuchungen an Pflanzenschutz-Brühbehältern aus Holz. In den vorliegenden Untersuchungen wurden die metallischen Baustoffe, Messing, verzinktes Eisenblech und Tiefziehblech vergleichend auf ihre Reaktionen den verschiedenen Pflanzenschutzmitteln gegenüber geprüft. Die beiden ersteren haben sich als Material für Pflanzenschutz-Brühbehälter in der Praxis eingeführt, doch war das Ausmaß der auftretenden Korrosion bei Einwirkung der einzelnen Spritzbrühen an Tiefziehblech unter Einfluß von Pflanzenschutzbrühen interessierte hier, weil ermittelt werden sollte, wie es sich bei Verwendung als Grundmaterial unter Schutzbezügen, auf die später eingegangen wird, verhalten würde, wenn diese versagen.

Da die Temperatur für Vergleichsversuche von entscheidender Bedeutung sein kann (die Aggressivität der Elektrolyte kann durch sie beeinflußt werden), wurden die Untersuchungen in einer Laborhalle durchgeführt, deren Temperatur relativ konstant gehalten werden konnte. Sie betrug im Durchschnitt  $14,5^{\circ}\text{C}$ , mit einer mittleren Abweichung von  $\pm 1,85^{\circ}\text{C}$ .

Die metallischen Brühbehälterbaustoffe wurden in zweifacher Weise geprüft: Einmal in der Art, daß die Brühen hintereinander im „Wechsel“ auf sie einwirkten, zum anderen, daß die Reaktionen der Spritzbrühen auf den Baustoff einzeln in Abhängigkeit von der Dauer der Einwirkung untersucht wurden. Das Ausmaß der Korrosion wurde nach den Richtlinien für allgemeine Korrosionsuntersuchungen DIN 4850—4860 bestimmt und ausgewertet.

Abbildung 1 zeigt den Gewichtsverlust in  $\text{mg}/\text{cm}^2$  Oberfläche der drei metallischen Werkstoffe nach ein- und zweimaligem Durchgang durch den „Wechsel“. Die einzelnen Proben waren dabei jeweils 24 Stunden einer Spritzbrühe und 24 Stunden der Luft ausgesetzt. Die Reihenfolge der Pflanzenschutzbrühen, die auf die Proben einwirkten, entsprach der bei den Holzlacken bereits angegebenen (LTF 3/54).

Bei der Prüfung der Werkstoffe in den einzelnen Pflanzenschutzbrühen betrug die Versuchsdauer 25, 75, 125, 250, 500 und 1000 Stunden. Die Proben blieben hier ohne Unterbrechung in den Spritzbrühen, um die Wechselwirkung, die zwischen der Einwirkung der Mittel und der Luft auftreten, auszuschalten, und um zu klaren Ergebnissen über die Aggressivität der verschiedenen Pflanzenschutzmittel in Abhängigkeit von der Zeit und von der Konzentration kommen zu können.

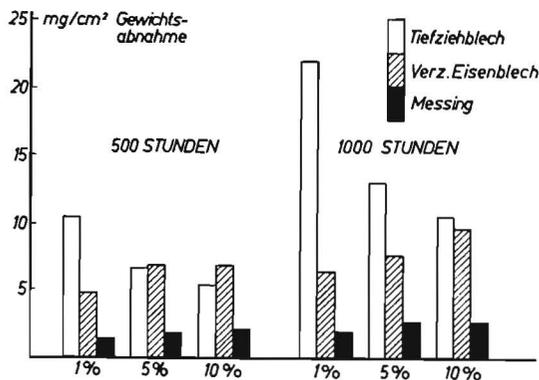


Abb. 1: Gewichtsverlust der metallischen Proben nach Einwirken der Pflanzenschutzmittel im „Wechsel“ nach ein- und zweimaligem Durchgang durch alle elf Brühen in den drei Konzentrationen

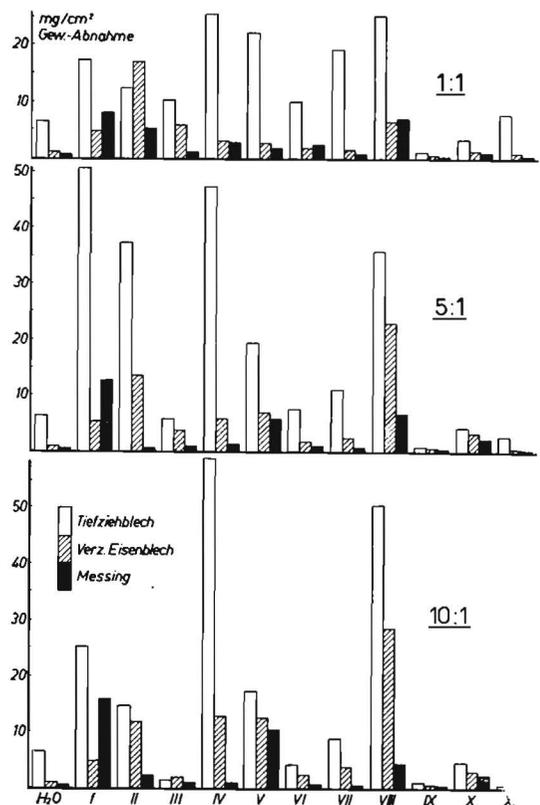


Abb. 2: Gewichtsverlust der metallischen Proben nach 1000-stündigem Einwirken der Pflanzenschutzbrühen der Gruppen I—XI in den drei Konzentrationen

Aus den Untersuchungen ergibt sich: Zwischen den drei Baustoffen ist kein einheitlicher Ablauf der Korrosion zu erkennen, was besonders deutlich aus dem Schaubild zu ersehen ist. Es drängt sich daher die Frage auf: Worauf kann dieses unterschiedliche Verhalten zurückgeführt werden? Die Korrosion muß als Sammelbegriff für den zerstörenden Angriff an Metalloberflächen aufgefaßt werden. Man nimmt heute an, daß es sich bei der Korrosion in der Hauptsache um elektrochemische Vorgänge an den Grenzflächen zwischen Metall und Nichtmetallen handeln dürfte. Nach G. M a s i n g gibt es jedoch „einen unmittelbaren exakten Beweis für den elektrochemischen Ablauf der Korrosion im Elektrolyten nicht“.

Nach neueren Untersuchungen scheint das Ausmaß der Korrosion weitgehend von der Fähigkeit der metallischen Werkstoffe abzuhängen, feste Deckschichten zu bilden, eine direkte Berührung der Metalloberflächen mit der Angriffslösung zu unterbinden und somit korrosionsschützend, zumindest aber korrosionshemmend zu wirken. Das Lokalelement, das früher für fast alle Angriffe verantwortlich gemacht wurde, kann nach diesen Untersuchungen sogar als Korrosionsschutz wirken, wenn die Korrosionsprodukte unlöslich werden, d. h. wenn sich an der Anode infolge der Elementwirkung unlösliche, dichthaftende Korrosionsprodukte bilden. Auf der Fähigkeit, haltbare Schutzschichten zu bilden, beruht auch wahrscheinlich in erster Linie die hohe Korrosionsbeständigkeit des Messings, eine Erfahrung der Praxis, die auch in den vorliegenden Untersuchungen ihre Bestätigung fand. Erst bei Versagen der Deckschichten, wie beispielsweise hier besonders bei Einwirkung von Ultrarotlichtschwefel, kann ein direkter Angriff der Elektrolyte auftreten. Dieser Angriff verläuft meist durch eine Entzinkung. Das Messing geht dabei als Ganzes in Lösung, wobei sich Lokalelemente zwischen dem frei werdenden Kupfer und dem Messing bilden. Das Kupfer wird kathodisch wieder abgeschieden, es entstehen poröse Kupferpfropfen, die für den an Messing typischen Lochfraß verantwortlich gemacht werden können.

Besonders interessant sind die Vorgänge an verzinktem Eisenblech. Die schützende Wirkung beruht hier darauf, daß man das unedle Metall Zink an Eisen angelagert hat. Es bildet sich ein elektrochemisches Element, bei dem Eisen die Kathode und Zink die Anode bildet. Der Angriff erfolgt im Elektrolyten in erster Linie auf das Zink, während das Eisen, selbst wenn es frei an der Oberfläche liegt, so lange geschützt wird, bis alles Zink durch die Elektrolyse in Lösung gegangen ist. Dann erst erfolgt der spezielle Angriff auf das Eisen. Diese Erscheinungen konnten in den vorliegenden Untersuchungen deutlich beobachtet werden.

Tiefziehblech hat ein geringes Vermögen, haltbare und somit korrosionsschützende Deckschichten zu bilden. Das äußert sich schon darin, daß Eisen selbst in feuchter Luft Korrosionserscheinungen zeigt, im Gegensatz zu Messing und verzinktem Eisenblech. Diese sind atmosphärischen Einflüssen gegenüber weitgehend unempfindlich.

Auf Grund dieses geringen Vermögens zur Bildung von festen Deckschichten findet also beim Tiefziehblech im allgemeinen ein wesentlich schnellerer Korrosionsablauf zwischen ihm und der angreifenden Flüssigkeit statt, was man als Ursache für seine Korrosionsempfindlichkeit ansehen muß. Daß daneben auch die Fremdeinlagerungen bei diesem Material für das Ausmaß der Korrosion eine Rolle spielen, ist aus der Literatur bekannt.

Messing, das sich in der Praxis als Baumaterial am stärksten durchgesetzt hat, zeigte sich auch in diesen Versuchen als relativ unempfindlich gegen die Angriffe der verschiedenen Brühen. Verzinktes Eisenblech kommt dem Messing in seiner Eignung besonders dann nahe, wenn es sich bei den Pflanzenschutzbrühen um solche geringerer Konzentration handelt. Empfindlich zeigt es sich jedoch den schwefelhaltigen Mitteln gegenüber, die ja vorwiegend für den Obstbau in Frage kommen. Weniger aggressiv sind die Spritzbrühen, die im Feldbau Verwendung finden. Das bestätigt auch der Tatbestand in der Praxis, wo sich bei den Feldspritzen verzinktes Eisenblech als Faßbaumaterial schon bewährt.

### Schutzbezüge auf Metall

Die Aufgaben der Metallschutzbezüge sind anderer Art als die der Holzbezüge. Während beim Holz das Eindringen der Pflanzenschutzmittel verhindert werden soll, steht hier der Schutz des Grundmaterials gegen die karridierenden Angriffe der Mittel im Vordergrund, gegen die das Holz relativ unempfindlich ist. Versagt der Metallschutzanstrich an nur einer einzigen Stelle, beginnt hier die Korrosion, die von diesem Punkte unterminierend fortschreitet und zur Zerstörung des Behälters führen kann. Deshalb müssen die an die Holzbezüge gestellten Ansprüche: Undurchlässigkeit, Unempfindlichkeit gegen die chemischen Angriffe der Pflanzenschutzmittel, gute Haft- und Schlagfestigkeit, sowie höchst-

mögliche Elastizität in verstärktem Maße für Schutzbezüge auf Metall gefordert werden. Ein Schutz eines billigen Brühbehältermaterials durch eine Lackierung wird nur dann möglich sein, wenn es gelingt, einen Schutzanstrich zu finden, der allen diesen gestellten Forderungen gerecht wird.

Folgende sieben Schutzbezüge standen zur Verfügung, die von den Herstellerfirmen freundlicherweise für diese Versuche überlassen wurden:

Lack A: Ein glasharter Einbrennlack, der auf der Basis spezifischer Harze der Phenoplastgruppe hergestellt ist. Er kann im Streich-, Spritz- und Tauchverfahren in vier bis sechs Schichten auf das Metall aufgetragen werden.

Lack B: Ein Lack, der in vier Arbeitsgängen (Grundierung, erste und zweite Grundlackfarbe und Deckemaille) mit jeweils dazwischenliegender zwölfstündiger Lufttrocknung auf das gereinigte und entfettete Grundmaterial aufgetragen wird. Auch er kann in den drei oben genannten Verfahren aufgebracht werden.

Lack C: Ein harter Einbrennlack auf Kunstharzbasis, der sich schon als Innenlackierung von Kanistern und Benzintransportfässern bewährt hat. Er wird in vier bis sechs Schichten aufgetragen.

Lack D: Ein Emailleebrennlack, der in zwei Arbeitsgängen auf die gereinigten Metalle aufgetragen wird.

Lack E: Auf das Metall wird ein Chromatgrund aufgetragen, 12 Stunden luftgetrocknet und darauf mit einem zweimaligen Anstrich mit einer Schutzlackfarbe versehen.

Lack F: Ein Chlorkautschuklack, der im zweiten Arbeitsgang auf eine Mennigeunterschicht aufgetragen wird. Da er beim Spritzverfahren zur Fädenbildung neigt, wurde er im Streichverfahren verarbeitet. Für den Innenanstrich von Fässern ist das Schwenkverfahren vorzuziehen.

Lack G: Ein Kunststofflack, der dreifach aufgebracht wurde. Er kann sowohl luftgetrocknet als auch bei 120° eingebraunt werden.

Die Metallschutzbezüge wurden analog den Untersuchungen an den Holzlacken sowohl dem „Wechsel“ als auch dem Angriff der einzelnen Spritzbrühen in je einem 1000-Stunden-Versuch ausgesetzt.

Die Beurteilung wurde in der Weise durchgeführt, daß durch die Gewichtsveränderung und durch makroskopische und mikroskopische Betrachtung Rückschlüsse auf ihre Widerstandsfähigkeit und Haltbarkeit gegen die Angriffe der Pflanzenschutzmittel gezogen wurden.

Aus Abbildung 3 ist das Verhalten der mit den sieben Schutzlacken versehenen Tiefziehbleche nach zweimaligem Durchgang durch den „Wechsel“ ersichtlich. Lack A, B und C weisen keine sichtbaren Schädigungen und Gewichtsveränderungen auf, während die Schutzbezüge D, E, F und G von den Pflanzenschutzmitteln mehr oder weniger angegriffen und verändert wurden. Es ist fernerhin das Verhalten der Lacke, die 1000 Stunden den Mitteln der Gruppen I—XI ausgesetzt waren, zu ersehen. Es erwies sich, daß der Lack D in Netzschwefel, Cupravit und Raphatox geschädigt wurde.

### SCHUTZANSTRICHE AUF METALL

Lack	Wechsel	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
E	+++	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+++
F	+++	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+++
G	+++	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+++

- Keine Schäden, keine Gewichtsveränderungen, Lackfilm mikroskopisch dicht.
- + Leichte Schäden (Randabplatzungen und Blasenbildung), Gewichtsverluste, Lackfilm zeigt Porenbildung.
- +++ Auflösung des Lackfilms und Gewichtszunahme.

Abb. 3: Einfluß der Pflanzenschutzbrühen auf die Metallschutzbezüge

Besonders interessant und auffällig ist hier, daß sich Reaktionsprodukte auf der Oberfläche, am stärksten jedoch an den Randzonen, bildeten, ohne daß der Lack überall Abplatzungen zeigte. Diese Tatsache kann auf die Bildung von Mikroströmen zurückzuführen sein, was einen Rückschluß auf seine geringe Isolierfähigkeit erlauben würde.

Die Lacke E, F und G erwiesen sich als unbrauchbar. Die Zersetzungerscheinungen, die sich nach Ablauf des „Wechsels“ zeigten, sind in erster Linie auf den Angriff des Schweröl-Obstbaumcarbolineums zurückzuführen.

Wie bei den Holzlacken wurde auch hier eine Prüfung auf Schlag- und Biegefestigkeit durchgeführt. Die Schlagfestigkeitsprüfung wurde mit dem Fallapparat wie bei Holzlack vorgenommen. Bei der Biegeprobe wurde derjenige Winkel festgestellt, bei dem die ersten Risse im Lackfilm entstanden, und derjenige Winkel, bei dem die ersten Abplatzungen auftraten.

Es ist interessant, daß die Lacke, die den Angriffen der Pflanzenschutzmittel nicht standgehalten hatten, sich in diesen beiden Prüfungen überlegen zeigten, was wohl durch ihre Zusammensetzung mit Kautschuk oder kautschukähnlichen Bestandteilen zu erklären ist.

Die Lacke A, B und C, die den Angriffen der Spritzbrühen ohne jegliche Schädigungen widerstanden hatten, zeigten zwar eine geringere Schlag- und Biegefestigkeit, doch dürften sie für die Anforderungen, die an einen Innenanstrich eines Brühbehälters gestellt werden müssen, voll ausreichen.

Abschließend kann gesagt werden, daß sowohl die Nachteile, die die unbehandelten Holzfässer aufweisen, als auch die, welche die Metallfässer zeigen, durch geeignete Oberflächenbehandlung ausgeschaltet werden können.

Die gerätebauende Industrie wird aber weiterhin nach billigerem und haltbarem Behältermaterial suchen. Es ist hier besonders an die Verwendung auch von Kunststoffen gedacht. Hier wurden vergleichend Proben von Plexiglas mituntersucht und es wurde festgestellt, daß dieses Material unempfindlich ist gegen Beeinflussung durch die oben angeführten Pflanzenschutzmittel. Leider läßt es sich aber für den Behälterbau nach Angabe der Herstellerfirma aus Fertigungsgründen nicht verwenden.

#### Schrifttum

- Anderson, E. D.: Engineering Developments and Challenges in Chemical Weed Control., Agr. Eng. August 1952 p. 482  
Bauer, O., Kröhnke, O., Mosing, G.: Die Korrosion des Eisens und seiner Legierungen. Leipzig 1936  
Borchers, H.: Metallekunde, W. de Gruyter, Berlin 1930  
Deutsche Normen: DIN 4850—4860  
Evans, U. R.: Metallic Corrosion, Positivity and Protection. London 1937  
Gollwitz, K.: Untersuchungen an Leichtmetallen in Pflanzenschutzspritzbrühen, Technik in der Landwirtschaft, 18. Jhg., Heft 11, 1937, Seite 228.  
Linsler, H. und Primost, E.: Über die Verwendbarkeit von Holzfässern bei der hermanalen Unkrautbekämpfung. Pflanzenschutzberichte IV, Heft 11/12, 1951, S. 161.  
Montel, W.: Interkristalline Rißkorrosion, VDI-Zeitschrift, Bd. 88, Nr. 17, Seite 238  
Masing, G.: Lehrbuch der allgemeinen Metallkunde, Springer 1951  
Werner, H. und Ruttman, W.: Korrosion an metallischen Werkstoffen. VDI-Zeitschrift Bd. 94, 1953, Nr. 34, Seite 1113

## Résumé:

Prof. Dr.-Ing. K. Gallwitz und Dr. von Hülst:

„Untersuchungen an Baustoffen für Pflanzenschutz-Brühbehälter.“

In Laboruntersuchungen wurden im Landmaschinen-Institut der Universität Göttingen verschiedene Baustoffe für Pflanzenschutzgeräte auf ihr Verhalten den Spritzbrühen gegenüber geprüft. Mit Hilfe einer zu diesem Zweck entwickelten Versuchseinrichtung wurden sowohl verschiedene Holzarten (Eiche, Buche, Fichte) als auch Messing, verzinktes Eisenblech und Tiefziehblech sowie mehrere Schutzbezüge auf Holz und auf Metall in elf Pflanzenschutzbrühen in drei Konzentrationen untersucht. Das Ergebnis der Holzuntersuchungen zeigt, daß das unerwünschte Eindringen und Wiederabgeben von Pflanzenschutzmitteln abhängig ist von der vor der Elution einwirkenden Brühkonzentration, der Dauer ihrer Einwirkung, der Elutionsdauer und der Holzart. Bei den Metalluntersuchungen wird das Ausmaß der Korrosion durch den Angriff der Pflanzenschutzmittel, der sich für die drei geprüften Materialien in verschiedener typischer Weise zeigte, dargestellt. Von zwölf untersuchten Schutzbezügen erwiesen sich je drei Lacke auf Holz und auf Metall als unempfindlich gegen die chemischen Einflüsse der Spritzbrühen und können daher als geeignet angesehen werden, die unerwünschten Reaktionen zwischen Baustoff und Pflanzenschutzmittel zu verhindern.

Prof. Dr.-Ing. K. Gallwitz and Dr. von Hülst: "Investigations on Materials Used in the Manufacture of Apparatus for Spraying Plant Protection Liquids."

Various materials used in the manufacture of spraying equipment for plant protection liquids were investigated in the laboratories of the Agricultural Department of the University of Göttingen with a view to ascertaining their behaviour under the influence of the various liquids used for plant protection. Various kinds of wood (oak, beech and pine), as well as brass, tinfoil and galvanised plate were examined in a specially designed apparatus for their resistance to the corrosive effects of eleven different solutions in three concentrations. Several protective paints for use on wooden and metallic surfaces were similarly investigated. The results of the experiments made with the woods showed that the undesirable penetration and subsequent release of the liquid is dependent upon the concentration of the liquid before elution, the duration of exposure, the duration of elution and the kind of wood used. The experiments carried out with the afore-mentioned metals determined the extent of corrosion caused by the action of the liquids on each of the metals. Twelve different protective paints were examined, three of which, when applied to wooden and metallic surfaces, proved to be resistant to the corrosive effects of the spraying liquids. They can, therefore, be considered as being suitable agents for preventing the undesirable reaction between the material and the plant protection liquid.

Prof. Dr.-Ing. K. Gallwitz et Dr. von Hülst:

«Essais de matériaux destinés à la construction de récipients pour liquides corrosifs.»

Dans le laboratoire de l'Institut du Machinisme Agricole de l'Université de Brunswick, on a fait des essais en vue de déterminer le comportement vis-à-vis de liquides corrosifs de différents matériaux destinés à la construction d'appareils servant à l'épandage de liquides corrosifs. A l'aide d'une installation d'essai étudiée dans ce but, des essences de bois différentes (chêne, hêtre, pin), le laiton, la tôle d'acier étamée et la tôle pour emboutissage, ainsi que plusieurs revêtements protecteurs appliqués sur bois ou sur métal ont été essayés en les exposant à l'action de 11 liquides corrosifs, chacun d'eux à trois concentrations différentes. L'essai des bois révèle que la pénétration et l'élimination indésirables des liquides corrosifs sont fonction de la concentration du liquide agissant avant l'éluion, la durée de son action, la durée de l'éluion et l'essence de bois. En ce qui concerne les métaux, on indique les degrés de corrosion par suite de l'action des liquides corrosifs et il ressort des essais que les trois métaux essayés se comportent d'une manière typiquement différente. Parmi les 12 revêtements protecteurs essayés, trois vernis sur bois trois vernis sur métaux se sont montrés insensibles contre les influences chimiques des liquides corrosifs et peuvent donc être considérés comme inhibiteurs des réactions indésirables entre le matériau de construction et le liquide corrosif.

Ingeniero Dr. K. Gallwitz, catedrático:

«Ensayos hechos con materiales de construcción de envases para líquidos protectores de las plantas.»

En los laboratorios del Instituto para Máquinas Agrícolas de la Universidad de Göttingen se ensayaron varios materiales destinados a la construcción de aparatos protectores de plantas, en cuanto a su resistencia a los líquidos protectores. Con un dispositivo especialmente desarrollado para estos ensayos se hicieron pruebas con varias clases de madera, como roble, haya y abeto, con latón, hierro galvanizado y chapa de estampar a profundidad, pero también con diferentes pinturas protectoras de la madera y del metal, llevándose los ensayos a cabo con once líquidos protectores de plantas en tres concentraciones distintas. Las comprobaciones hechas en las maderas demuestran que la penetración indeseable de los caldos y su exudación dependen de la concentración de los caldos anterior a la elución, de la duración de la acción y de la elución, así como de la clase de madera. Para los metales se presenta el grado de corrosión por los caldos que se manifiesta de forma típica en los tres materiales ensayados. De las doce capas de pintura de protección, tres barnices aplicados a la madera y tres aplicados a los metales demostraron su resistencia a las influencias químicas de los caldos, pudiendo pues considerarse como propios para impedir las reacciones indeseables entre el material y el caldo protector de las plantas.